

СВЕТОДИОДНО ОСВЕТЛЕНИЕ С ВЯТЪРНА И СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ

доц. д-р инж. Радостин Долчинков rado@bfu.bg
гл. ас. Пенка Георгиева pgeorg@bfu.bg
Бургаски свободен университет

Абстракт: Предимствата на използване на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) като вятъра и слънцето са многобройни: получената енергия е екологично чиста и евтина; те са практически безкрайни и неизчерпаеми източници на енергия; те са надежда за спасението на нашата планета.

В тази статията са описани етапите за изработване на устройство за светодиодно осветление с вятърна и слънчева енергия:

1. проектиране на варианти на устройството и оптимизирането му;
2. разработка на софтуер за микроконтролер за управление на устройството;
3. проектиране и моделиране на дизайна на устройството;
4. изработване на устройството.

Мотивация

Употребата на нови технологии и "зелени" източници при производство на енергия в България води до подобряване на инфраструктурата и повишаване качеството на живот, както в икономическо така и в екологично отношение в зависимост от географското положение на населени места. [9]

В Договора за присъединяване на Република България към ЕС е записано: *"България може да приеме за реалистична цел през 2010 г. дялът на електрическата енергия, произведена от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) да е 10% от брутното вътрешно потребление на електрическа енергия в страната. Въпреки това не се изключва възможността за достигане на цел от 11%, при условия на благоприятни климатични дадености. Производството на електроенергия от централи, използващи ВЕИ да достигне 20% спрямо брутното потребление в страната през 2020 г."* [15]

Следователно разработването на енергийни обекти, които работят с ВЕИ е ясно дефинирана перспективата за развитие в областта. ВЕИ са неизчерпаеми и екологично много по-чисти и затова бъдещето в енергетиката е в тяхното използване. Според някои прогнози, към 2050 г. човечеството би могло да задоволява целите си енергийни нужди чрез ВЕИ.

За да отговорим бързо и пълно на изискванията на пазара, трябва да се предлагат пълни, ефективни и оригинални решения.

Изграждането на улично и парково осветление с помощта на нови решения, базирани на използването на вятъра и енергията на слънцето, ще доведе до значителен икономически и видимо положителен финансов резултат.

Вятърни турбини

Вятърът се дължи на циркулацията на въздушните маси в атмосферата вследствие на неравномерното им затопяне от слънцето. Първоначално енергията на вятъра се е използвала за задвижване на вятърни мелници и водни помпи, а през 30-те години на миналия век и за вятърни електроцентрали. След първоначалното им разработване те са оценени като много скъпи, но в края на ХХ век конструкциите на

вятърните електроцентрали са оптимизирани значително и те масово навлизат в енергетиката.

Част от падащото върху земята слънчево излъчване се поглъща, земята се загрева, загрева се въздушният слой, който е в непосредствена близост до нея. По-топлите въздушни слоеве се издигат и отстъпват мястото си на по-студените такива. В резултат на тези процеси възникват въздушни течения, чиято кинетична енергия произхожда от слънчевото излъчване.

Въздушните течения могат да задвижат перките на вятърна турбина, в резултат на силата, която се създава от разликата в налягането, упражнявано от вятъра върху повърхността на перките и ниското налягане на обратната им страна. Въртенето на перките води до директно производство на механична енергия (вятърната турбина е уред, който превръща кинетичната енергия на вятъра в механична енергия на въртеливото движение). Турбината задвижва електрически генератор, който преобразува механичната енергия в електрическа.[2]

В практиката са известни два вида вятърни турбини – с хоризонтална и с вертикална ос на въртене. В момента се използват основно вятърни турбини с хоризонтална ос на въртене. Основният им недостатък е, че перките трябва винаги да се ориентирани перпендикулярно на въздушния поток, за да може в максимална степен да се използва енергията на вятъра. [12]

Вятърните турбини с вертикална ос имат известни предимства – отпада необходимостта турбината да се ориентира в зависимост от въздушните течения и генераторът и редукторът могат да се поставят близко до земята, като с това се намалява тежестта, която се поддържа от кулата. Такива са турбините на Савониус и на Дарие. [10]

Малките ветрогенератори започват да работят при 2,5 м/сек (9 км/ч) и достигат максимума си над 5-6 м/сек, докато големите промишлени ветрогенератори започват да работят при 4-5 м/сек и достигат максимума си над 10 м/сек. [8]

Фотоволтаици

Фотоволтаичният ефект е основен физически процес, при който фотоволтаичната клетка преобразува слънчевата светлина в електричество. Слънчевата светлина се състои от фотонни пакети, съдържащи различно количество енергия, съответстваща на различни дължини на вълната на слънчевият спектър. Когато фотонът се "сблъска" с фотоволтаичната клетка, то той може да бъде погълнат или да премине през нея. Именно погълнатите фотони служат за генериране на електричество.[1]

Фотоволтаичният модул е система от слънчеви елементи, монтирани на общ панел и свързани последователно или паралелно, в зависимост от желаните стойности на тока и напрежението при зададена мощност. Използваните материали за производството на фотоволтаични клетки (PVC) са:

- монокристален силиций;
- поликристален силиций;
- тънкослойни фотоелементи;
- аморфен силиций;
- смесен тип. [5],[6]

При изграждане на фотоволтаична система е необходимо да се намери равен терен или ако не е такъв да се нивелира. Ако самото място е наклонено цялостно на 20-30 градуса това ще доведе до спестяване на площта, необходима за конструкцията. Разположението на панелите е различно през лятото и през зимата.[3]

Поддържащата конструкция е също основен компонент на фотоволтаичните електроцентрали. Те биват:

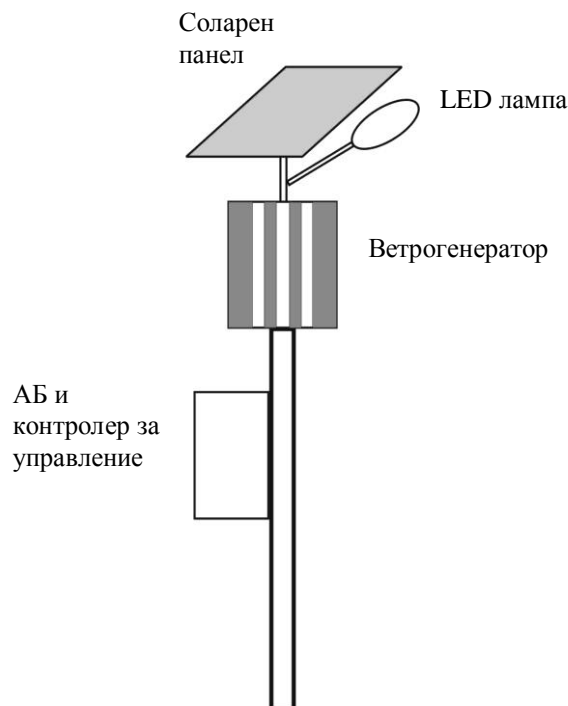
- фотоволтаични системи с фиксирана поддържаща конструкция (пасивни системи);
- едноосни и двуосни следящи системи (тракери). [14]

Проектиране на устройство за светодиодно осветление с вятърна и слънчева енергия

При проектирането на уличното осветление е избран ветрогенератор с вертикална ос на ротора, тъй като този вид конструкция заема по-малка площ от тези с хоризонтална ос на въртене и успява да произведе ток при по-ниски скорости на вятъра (фиг. 1, фиг. 2). Практически моделът на ветрогенератора трябва да има следните параметри:

| | |
|--------------------|-------------------|
| Товар: | 1.5Ω |
| Ток на консумация: | 9.8A |
| При напрежение: | 15V |
| Обороти: | 250 до 350 об/мин |

Тези параметри показват консумирана мощност от $P=147W$, което може да направи заключението, че двигателят с мощност $P=250W$ е пределно достатъчен за консумацията на товара.



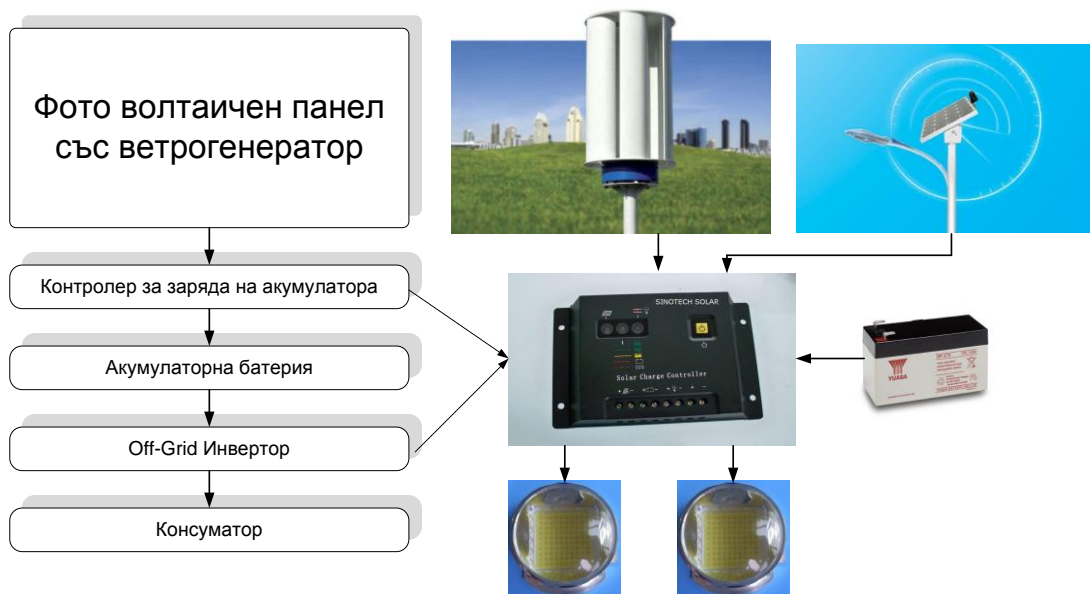
Фиг. 1. Общ вид на фотоволтаичен панел и ветрогенератор

Фотоволтаичният панел е изграден от голям брой фотоволтаични клетки, които преобразуват светлинната енергия в електрическа.

Акумулаторната батерия служи за съхраняване на енергията, произведена от фотоволтаичен панел и ветрогенератор и през тъмната част на денонощието осигурява енергията, необходима за светенето на светодиодите в осветителното тяло.

Използваният контролер на заряда е с ограничение на максимален ток до 20А (мощност до 240W). Напрежението на батерията се разпознава автоматично, веднага след нейното включване.

Според напрежението се ограничава и максималният изходен ток (ограничение по изходна мощност) на контролера, т.е. при батерия $U_{bat}=12V$ токът на заряда ще бъде ограничен до 20А, докато при батерия с напрежение $U_{bat}=24V$ токът на заряда ще се ограничи до 10А. В устройството се използва батерия $U_{bat}=12V$, като напрежението на заряда се поддържа в границите от 11,2 до 12,6V. [11]



Фиг. 2. Устройство на фотоволтаичен панел с ветрогенератор, захранващ консуматор

Допълнителни функции на контролера са:

- управление на времето на включване на товара;
- управление на товара при промяна на външната осветеност;
- диференциална температурна компенсация.

Предвидените функции показват доколко системата може да бъде контролирана в случаите на желано време за включване на товара, което може да се ограничи от 1ч до 12ч след намаляване на външната осветеност. Допълнителна функция предвижда намаляване на тока на заряд при по-ниски околни температури.

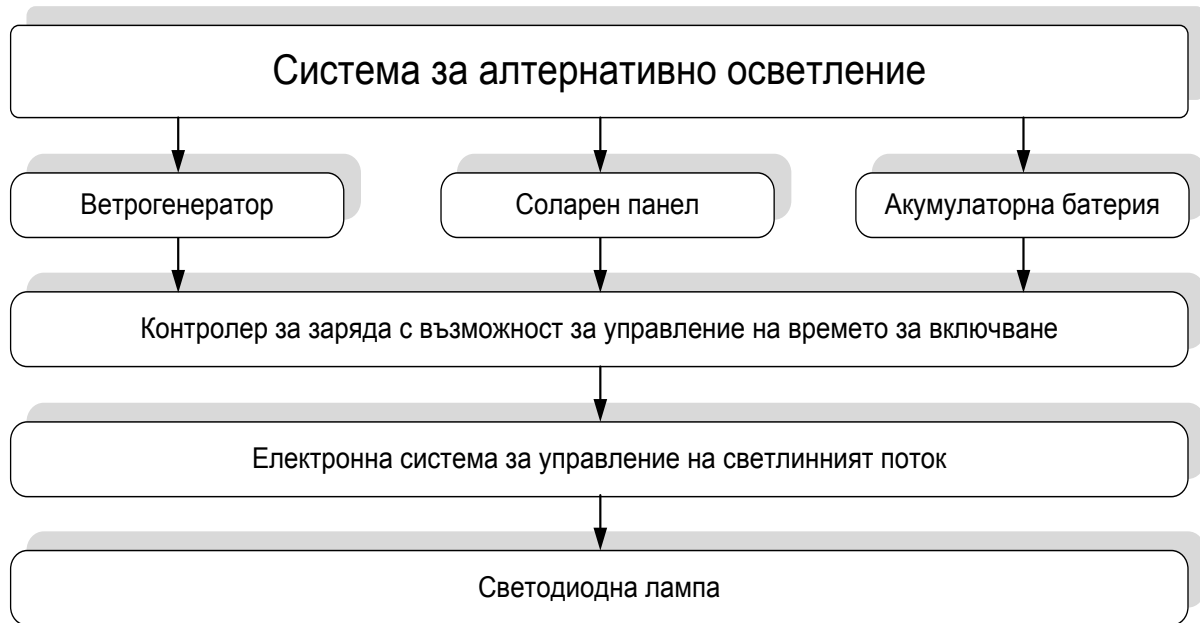
Електронната система за управление на светлинния поток предвижда регулиране на тока през светодиодната лампа. За тази цел се използва стабилизатор на ток, който позволява регулирането на тока. Големината на изходния ток I_{load} зависи от типа на използваните диоди и в това устройство има стойности от 750mA до 1,1A. Според тази големина се формира различен интензитет на светене, от където и произлиза и възможността за по-ниска консумация.

Осветителното тяло се реализира, като в стандартизирано тяло се монтират светодиоди от ново поколение. Основните параметри на тези диоди са:

Аноден ток: $I_a = 0.8 - 1.05 A$
 Анодно напрежение: $U_a = 9 - 10,5V$
 Максимална мощност: $P_a = 11W$

Диодите са подбрани така, че да осигуряват много добра осветеност консумирайки няколко пъти по-малко електроенергия от досега използваните осветителни елементи (така наречените електрически крушки). [7]

На фигура 3 е показана общата блок-схема, използвана при проектирането и реализирането на устройството.



Фиг. 3. Блок-схема за алтернативно осветление

Софтуер за работа на микроконтролер, управляващ заряда и разряда на акумулатор от фотоволтаичен панел и ветрогенератор

Разработеното програмно решение проследява напрежението на батерията и според това включва или изключва товара. В този случай товарът представлява матрица от светодиоди, която се обхожда по редове и стълбове. Това обхождане създава динамична работа на системата, с която се компенсира голяма част от консумацията на светодиодите.

Програмна система установява начални стойности за изходните управляващи пинове на 6 светодиода. Тези пинове се дефинират като изходи. Трябва да се внимава максималното натоварване на тези пинове да бъде ограничено до 20mA. След начално установяване на променливите започва обхождането на матрица-ред, която играе функция на реверсивен брояч. Подредбата на елементите в тази матрица определя реда на обхождане на свето диодите. Началното обхождане започва с изброяване на 2 до 8 извода, след което броенето се обръща и елементите се изброяват в обратен ред от 8 към 2. Програмният код е модификация на [4]. По-долу е показана част от кода, използван за управление на контролера:

```
int timer = 100; // The higher the number, the slower the timing.
int ledPins[] = {2,3,4,5,6,7,8}; // an array of pin numbers to which LEDs are attached
int pinCount = 7; // the number of pins (i.e. the length of the array)

void setup() {
// int thisPin;
```

```

for (int thisPin = 0; thisPin < pinCount; thisPin++) {
  pinMode(ledPins[thisPin], OUTPUT);
}
}

void loop() {
  for (int thisPin = 0; thisPin < pinCount; thisPin++) {
    digitalWrite(ledPins[thisPin], HIGH);
    delay(timer);
    digitalWrite(ledPins[thisPin], LOW);
    delay(timer);
  }
  for (int thisPin = pinCount - 1; thisPin >= 0; thisPin--) {
    digitalWrite(ledPins[thisPin], HIGH);
    delay(timer);
    digitalWrite(ledPins[thisPin], LOW);
    delay(timer);
  }
}

```

В приложението е предвиден и нов подход: обхождане на една колона от матрицата, докато всички останали изчакват. В следващия момент обхождането се прехвърля на втора колона, като това става веднага, след като се обходи и последният от диодите в първата. По този начин следва обхождане на всички колони в матрицата след което програмата повтаря програмният цикъл. Предложеният програмен код има вида:

```

//
double timer1 =1000; // Време за обхождане на един диод
int leds1[] = {0, 1, 2}; // инициализиране на масива от репрезентиращи колони
int leds2[] = {3, 4, 5}; // инициализиране на масив от репрезентиращи редове резрешаващи
съответната колона
int pins1 = 3; // брой активни репрезентиращи колони
int pins2 = 3; // брой активни репрезентиращи редове
int windVoltPin = 0;
int windCurrPin =1;
int solVoltPin = 2;
int solCurrPin = 3;
int batVoltPin=4;
int rpmWindPin=5;
int
void setup()
{
  //Задаване на пиновете като изход
  for(int thisPin1=0; thisPin1<pins1; thisPin1++)
  {
    pinMode(leds1[thisPin1], OUTPUT);
  }
  //Задаване на пиновете като изход
  for(int thisPin2=0; thisPin2<pins2; thisPin2++)
  {
    pinMode(leds2[thisPin2], OUTPUT);
  }
}
void loop()
{
  if (analogRead(batVoltPin)>10,8)
  {

```

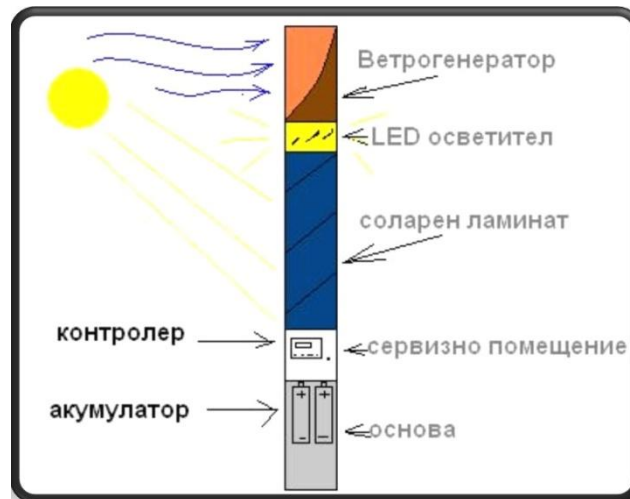
```

//Обхождане на пиновете в следният ред:
// Докато пин 0 свети, пинове 3,4,5 се обхожда първа колона
// Докато пин 1 свети, пинове 3,4,5 идентично
for (int thisPin1 = 0; thisPin1 < pins1; thisPin1++)
{
  digitalWrite(leds1[thisPin1], HIGH);
  for(int thisPin2=0; thisPin2<pins2; thisPin2++)
  {
    digitalWrite(leds2[thisPin2], HIGH);
    delay(timer1);// интервала между премигването на светодиодите от един стълб
    digitalWrite(leds2[thisPin2], LOW);
  }
  digitalWrite(leds1[thisPin1], LOW);
}
else
{
  double maxVolt
  if(analogRead(solVoltPin)>analogRead(windVoltPin)
  {
    analogWrite(9, solVoltPin-batVoltPin);
  }
}

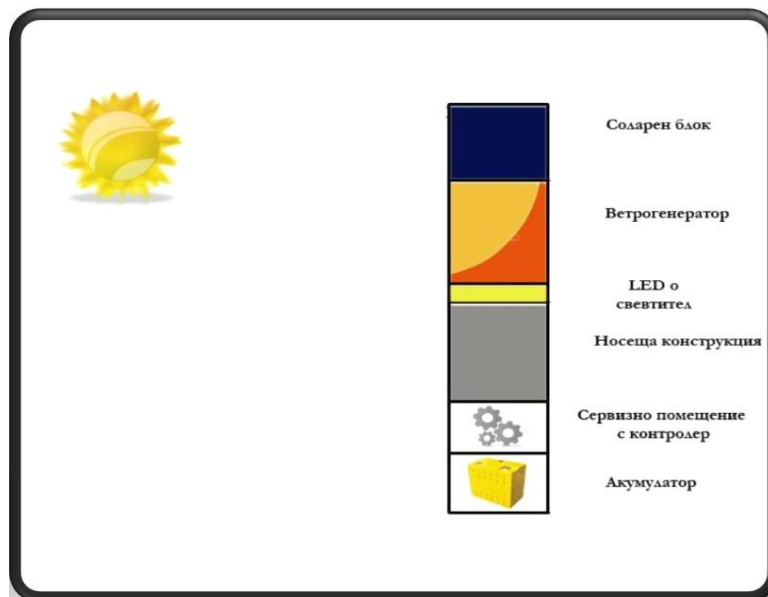
```

Схеми за изграждане на устройството

Основната идея и при двете схеми (фиг. 4 и фиг. 5) е соларният панел да бъде максимално огрян от слънчевата светлина и вятърната турбина да бъде лесна за поддръжка.



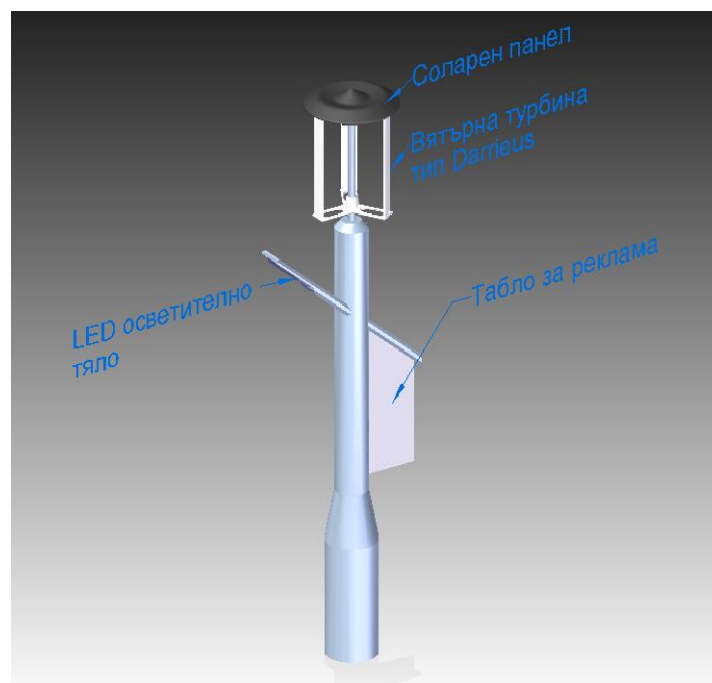
Фиг. 4. Схема 1 за изграждане на устройството



Фиг. 5. Схема 2 за изграждане на устройството

Работен дизайн

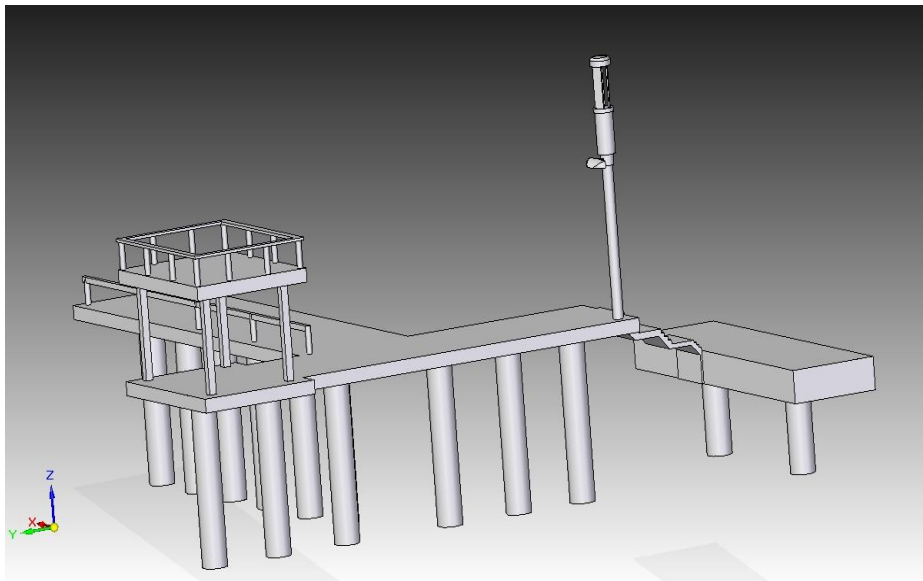
С помощта на програмнен продукт- Solid Edge ST4 е реализиран 3D модел на устройството [13]. Разботеният модел оптимизира параметрите и принципа на действие (фиг. 6).



Фиг. 6. Работен дизайн на установката

След последните промени в законодателството на Република България, „Бургаският мост” премина от държавна в общинска собственост. При обявяването на

конкурс от общината за реконструкцията, обновяването и осветяването му, разработката може да кандидатства с добрата си идея и модерни технологии (фиг. 7).



Фиг. 7. Реализация на разработката

Устройството е проектирано и изработено от екип на БСУ в рамките на проект по НИД No8, 2012 (фиг. 8).



Фиг. 8. Общ вид на установката

Заклучение

С увеличението на цените на фосилните горива и изразходването на земните ресурси, вятърът и слънцето стават все по-важни като източници на енергия. Тези възобновяеми енергийни ресурси гарантират евтино и екологично чисто производство на енергия.

Енергията от вятъра и слънцето е неизчерпаема и електричеството, добито от тях ще доведе до намаляване с една трета на емисиите въглероден диоксид, изхвърлян в атмосферата.

Осветителните тела, базирани на полупроводници или така наречените LED, използват като източник на светлина мощен светодиод, който излъчва бяла или млечнобяла светлина с много ниска консумация на енергия.

Осветлението на населените места представлява един от основните разходи. LED осветлението е с минимална консумация на енергия и производствени разходи. Комбинирано със “зелената” енергия предоставя добро решение на този проблем. Могат да намерят приложение и като парково или улично осветление.

С помощта на програмен продукт се оптимизира дизайна на проектираното устройство за осветление и се минимизират производствените разходи.

Литература

1. М. Стоев; Фотоволтаични технологии, развитие и особености. Слънчев енергиен център, София, 2010
2. Я. Божинов; Възобновяеми енергийни източници, Технически университет Варна, 2004
3. Р. Младенчева; Фотоволтаични електросистеми, Ековат Технологии, 2009.
4. www.arduino.cc/en/Tutorial/Array, Arduino hardware and software, 20.12.2012
5. www.ferdix.com, Фердикс - консултантска компания, 20.12.2012
6. www.rea-ruse.com, Регионална енергийна агенция – Русе, 20.12.2012
7. www.solaree-bg.eu, Солар Енерджи Инженеринг АД, 20.12.2012
8. www.shtrakov.net, страница на проф. Станко Щраков, 20.12.2012
9. www.spacecad.bg, On-line CAD/CAM портал за дистанционно обучение, 20.12.2012
10. www.wikipedia.org/wiki/Solar_tracker/, 20.12.2012