

3-D МОДЕЛИРАНЕ НА ФОТОВОЛТАИЧЕН ПАНЕЛ СЪС ЗАДВИЖВАЩ МЕХАНИЗЪМ

доц. д-р Радостин Симеонов Долчинков
Бургаски свободен университет

3-D MODEL OF PHOTOVOLTAIC PANEL WITH DRIVING FORCE

Radostin Dolchinkov
Burgas Free University

Abstract: *A photovoltaic panel with sun tracker is designed with the use of the computer program Solid Edge. The automated process of designing with this CAD program allows substantial improvement in the quality of design, reduction of development time, reduction in material loss of resources and optimization of the structure and principle of operation.*

Keywords: *solar panels, sun tracker, computer automated design, 3-dimensional modelling.*

Нашата страна има достатъчно потенциал за използване на слънчева енергия, като в това отношение е сред слънчевите страни по света: Средногодишното слънцегреене над Сандански е 2600 часа, над Пловдив 2250 часа, а над София – 2050 часа. Средния брой слънчеви дни в годината е 200. [16]

При изграждане на фотоволтаична ситема 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.

Системите с вграден механизъм за проследяване траекторията на слънцето, познати още като тракери или позиционери, имат за цел да максимизират производството на електроенергия чрез завъртане на фотоволтаичните панели в оптимална позиция. Използването на позициониращи конструкции увеличава ефективността на панелите с около 25% за едноосно следящите.

Поддържащата конструкция е третия основен компонент след модулите и инверторите при изграждането на фотоволтаични електроцентрали. Носещите конструкции за фотоволтаични паркове биват статични и активно следящи траекторията на слънцето. От своя страна статичните конструкции се разделят на няколко вида, в зависимост от използваните материали и начина за монтаж на съоръженията.

Съществуват различни модификации на конструкцията на тракерите, но като цяло те се изработват от стабилна основа, комплектована с подвижни стоманени и алуминиеви профили, въртяща се платформа и съответните задвижващи и управляващи модули. Върху тракера могат да се монтират два, три или повече фотоволтаични панела. Предлагат се едноосни и двуосни тракери, които осигуряват вертикално или едновременно хоризонтално и вертикално насочване на модулната повърхност. Типът, големината и посоките на движение на позиционерите се определят в зависимост от спецификите на приложението. От гледната точка на мащаба, големите платформи са икономически по-изгодни, но при разполагането им в со-

ларен парк има вероятност от взаимно засенчване. Използването на по-малки платформи е по-добрият избор от техническа и от икономическа гледна точка, защото може да се проектират и разположат на терена, така че да не се засенчат. Това е особено важно при оптимизиране на разстоянията между въртящите се платформи във фотоволтаични паркове, тъй като в тях площта на терена е ограничена и дължината на кабелите не бива да бъде твърде голяма, с оглед намаляване на електрическите загуби и допълнителното оскъпяване на проекта. Поради тази причина, за средните географски ширини се препоръчват по-голям брой, но по-малки платформи в рамките на 10-20 квадратни метра, които се въртят автоматично по азимута (от изток през юг на запад) и периодично променят наклона си спрямо терена.

Системите за автоматизирано проектиране CAD/CAE/CAM & PDM отдавна са доказали големите си предимства. Те дават възможност за повишаване качеството на проектите, многократно намаляване на времето за изготвянето им в сравнение с ръчното проектиране и т. н.

С помощта на продукта Solid Edge ST4, екип от студенти и преподаватели от Бургаския свободен университет, съвместно с екипа на Space CAD Ltd, фирма от Давид Холдинг АД, разпространител на програмния продукт за България, разработиха подробна документация на фотоволтаичен панел задвижван от тракер.

Solid Edge е компютърна програма за подпомагане на конструирането – (CAD) система за създаване на сборки на механизми, моделиране на детайли и изготвяне на чертежи. Разработен на базата на **STREAM** технологията, Solid Edge е проектиран да увеличи продуктивността на програмното осигуряване с помощта на интерфейс, който осигурява максимална продуктивност на потребителя и възвръщане на инвестициите. **Solid Edge STREAM** събира есенцията на CAD технологията, предоставяйки на инженерите логичен и последователен интерфейс, максимално отговарящ на реалното производство. **STREAM** технологията прави Solid Edge лесен за изучаване, лесен за работа, с по-висока продуктивност при работа, отколкото другите системи от среден клас на пазара на CAD системи.

CAD системата **Solid Edge** се състои от четири модула: **Part** - детайл, **Sheet Metal** – листов материал, **Assembly** – сглобена единица, и **Draft** – чертане. Всеки модул може да работи независимо и в него се намират всички необходими команди.

Например, всички команди за създаване на чертеж са в модула за чертане. От друга страна интеграцията между модулите е пълна, като в процеса на работа може да се прехвърляте от модул в модул, според това какво искате да направите в момента.

Проектирането и моделирането на фотоволтаичния панел и задвижването се извършва с модула Part и модула Assembly.

Модулът за детайли на Solid Edge позволява да създаде тримерен модел на детайл, използвайки операции, максимално близки до реалното производство. Моделирането започва със създаване на базова геометрия, като блокче или цилиндър, към който добавяте операции, докато се получи пълният модел. Операциите включват изтегляне, срязване, отвори, ребра, закръгления, фаски, леярски наклони и други. Може да се копират операции, да се размножават в масив или да се отразяват огледално. Когато се моделира детайл в Solid Edge, цялата геометрия, която се създава е ориентирана към работата с операции. Програмата отчита елементите, които се създават, показва ги, когато е необходимо или скрива, ако не са необходими в момента. Може да се използват и допълнителни помощни елементи като криви и повърхнини, които да помогнат при създаване на геометрията.

Всички елементи на фотоволтаичния панел и системата за задвижване са детайлирани с модула Draft. Създадените документи са с разширение **.PAR**.

Solid Edge обработва сложни montaje, състоящи се от хиляди детайли и под-монтажи. Модулът **Assembly** притежава команди за събиране на детайлите с помощта на естествени техники за сглобяване като съосност и подравняване. Solid Edge отчита факта, че много детайли се проектират в контекста на монтажа. За да поддържа този метод на работа, той осигурява пълно интегриране с **Part** модула, средства за визуализация и задаване на съотношения между детайлите в монтажа. Solid Edge прави възможно контролирането на изделието още в първоначалната фаза на конструирането му, олеснява създаването на версии на модела, подготовката на производството и архивирането на данните. Създадените документи са с разширение **.ASM**.

Solid Edge Draft позволява бързо създаване на чертежи от съществуващи 3D модели на детайли или сглобени единици. Възможно е също създаване на самостоятелни чертежи без 3D модели и добавяне на други чертежи. Документите са с разширение **.DFT**.

Solid Edge стартира съответната част за избрания документ и автоматично стартира друга част, ако изпълняваните действия го изискват. Например двойно щракване върху детайл, при работа в **Assembly**, стартира автоматично частта **Part**. Преместването на действията от една част в друга става бързо и лесно, тъй като те имат подобно разположение на командите и споделят много от тях.

CAD системата **Solid Edge** има възможност да работи по различни стандарти – ANSI, DIN, ISO, и т. н. Метричната система се установява по време на инсталиране, но е възможно измерване и в “inches”. Може да се работи както по метода на проектиране в I квадрант (Европейско проектиране), така и по метода на проектиране в III квадрант (Американско проектиране).

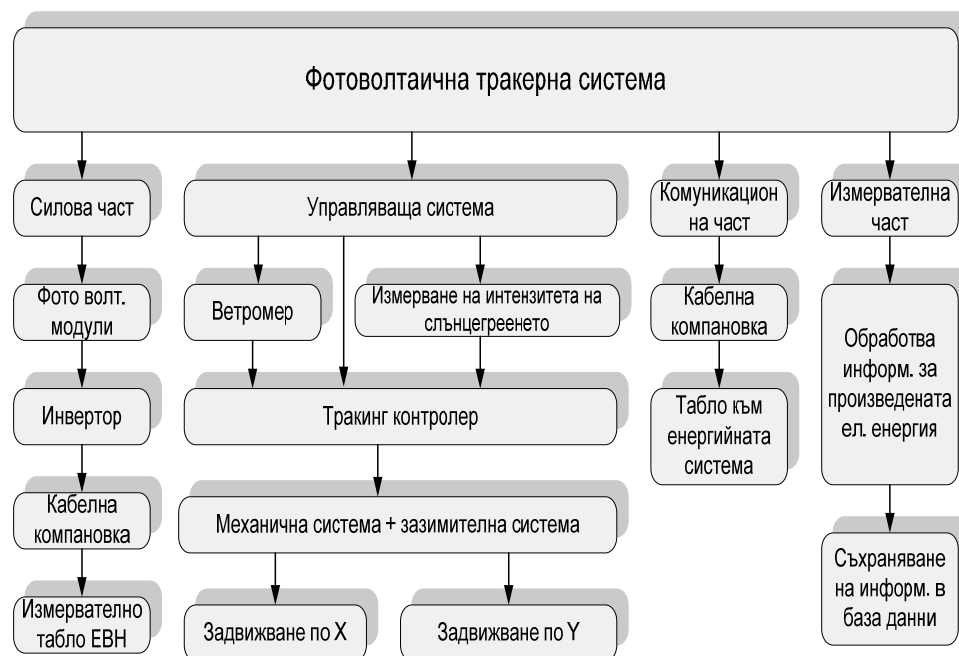
Фотоволтаичната тракерна система се състои условно от силова, управляваща, комуникационна и измервателна част, (фиг.1).



Фиг. 1. Устройство на фотоволтаична тракерна система

Силовата част на фотоволтаичната система се състои от PV модули, инвертор, кабелна компановка и табло за присъединяване към енергийната система. PV модулите произвеждат благодарение на слънчевата радиация електрическа енергия. Тази енергия се преобразува в променливотокова от инвертора, чийто параметри са синхронизирани с тези от захранващата мрежа. След инвертора, чрез захранващото табло системата се присъединява към захранващата мрежа. Управляващата система има датчици за силата на вятъра и слънцегреенето, както и заземителна система. Информацията от тях се обработва от специален тракер-контролер, който подава управляващи сигнали към насочващата механична система. В аварийен режим PV панелът заема хоризонтално положение.

Измервателната част на системата обработва информацията за произведената електрическа енергия и я предава към база данни които обработва и съхранява (фиг. 2).



Фиг. 2. Блок-схема на устройство на фотоволтаична тракерна система

Монтажна серия на тракера и мотора

Монтаж на опорните точки на Тракера

1. Маркиране на точките на фундаментите
2. Набиване на фундаментите
3. Слагане на Ставата/Лагера (Ball Joint) на конзолка на предния фундамент
4. Монтиране на А-Фрейма към конзолите на задните фундаменти.

Асемблиране на Тракера

1. Ball Joint-та се надява на оста на свързката между долна и горна носеща греда.
2. Завъртане на М30 гайката на Ball Joint-та.
3. Сглобяване на долна и горна носеща греда(Болтова връзка, 4 болта).
4. Монтиране на управляващото рамо към носещата греда(фиг.5/.
5. Фиксиране на планката към управляващото рамо чрез щифт .
6. Завинтване на дългите ребра към късите укрепващи ребра.
7. Монтаж на Панелите върху ребрата) (фиг.6).

Монтаж на Тракера

1. Монтаж на преконфигурирания маса към опорните точки .
2. Нанизване на предна ос през преден лагер.
3. Слагане на Сплинт след нанизването в лагера.
4. Нанизване на втория Ball Joint през горната планка на A-Frame-a.
5. Завинтване на Ball Joint-та към A-Frame-a

Монтаж на управляващите Щанги

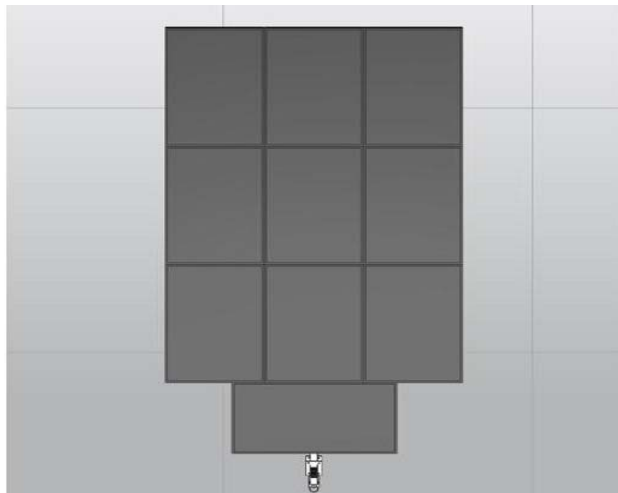
1. Захващане на долна планката на управляващото рамо към планката на долната щангата с болт
2. Свързване на другия край на щангата с обтегача (фиг. 9).
3. Аналогово действие при монтажа на щангите от съседния тракер до обтегача
4. Монтаж на горната щанга аналогово като при долната

Монтаж на Мотора

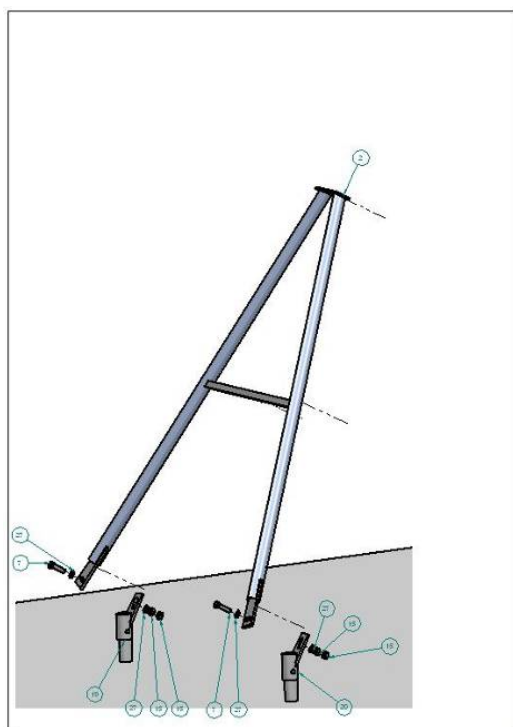
1. Маркиране на точките на фундамента
2. Набиване на фундаментите
3. Наместване Задвижващата единица, така че фундаментите да са в клемите
4. Фиксиране на Задвижващата единица чрез стягане на клемите
5. Монтиране на захващаща планка на управляващото рамо на мотора
6. Монтиране на горни и долни щанги както е описано при монтажа на щангите.
7. Монтиране на капака над мотора (фиг.11).

В края на процеса на проектиране и моделиране са направени симулации на изделието. На фигури 10, 11 и 12 са показани кадри от симулация на фотоволтаичен панел, симулация на задвижваща система и симулация на фотоволтаичен панел и задвижваща система.

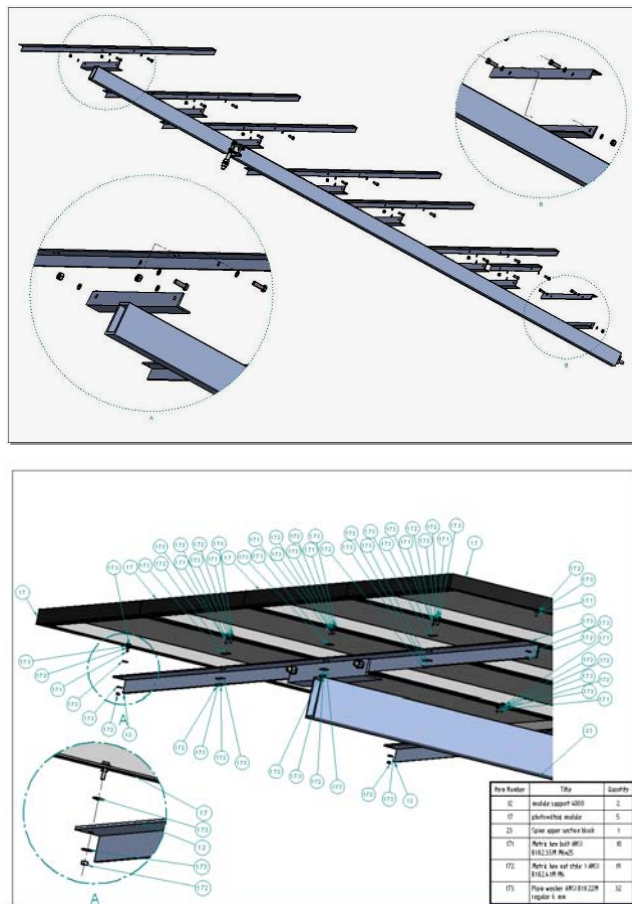
**Асемблиране на монтажните възли, включени във PV панел,
задвижван с тракер**



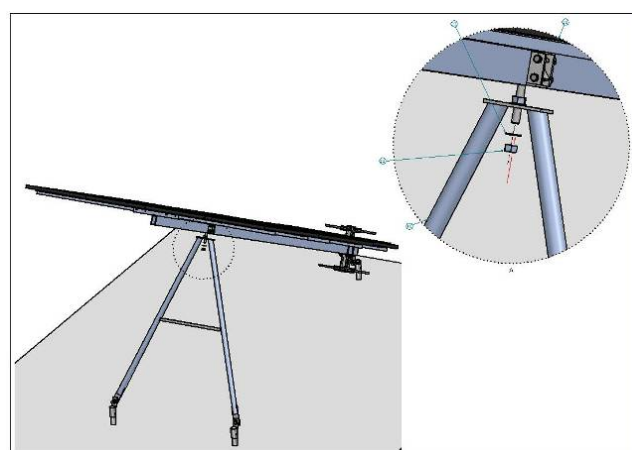
Фиг. 3. Асемблиране на елементите на панела



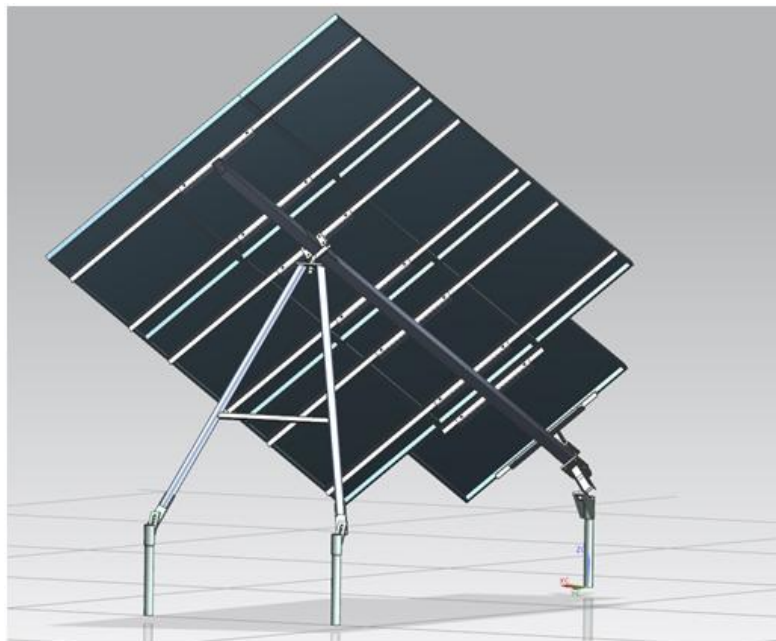
Фиг. 4. Асемблиране на стойките на панела



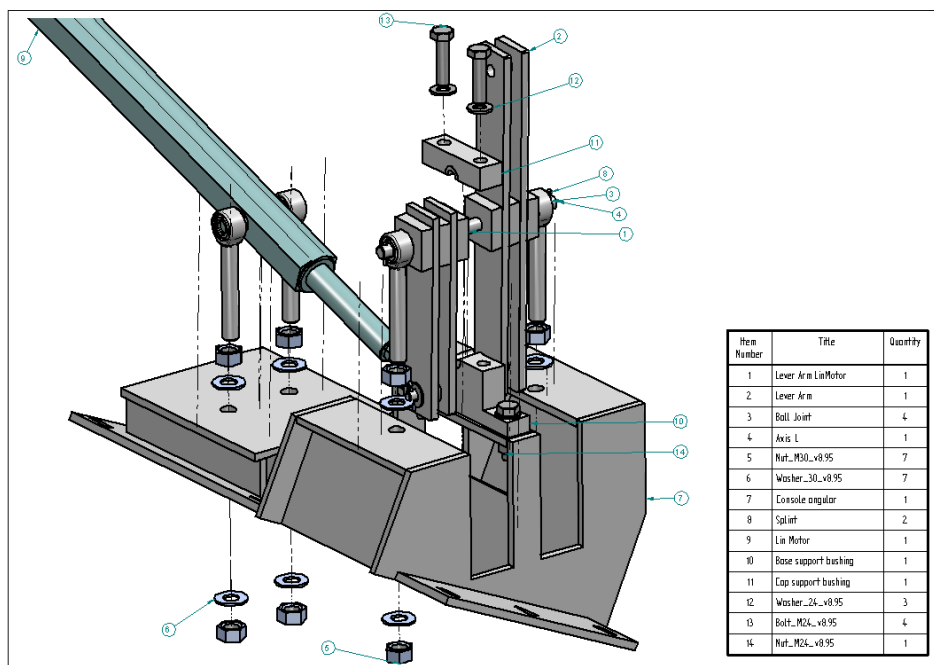
Фиг. 5. Асемблиране на носещата гредка на панела



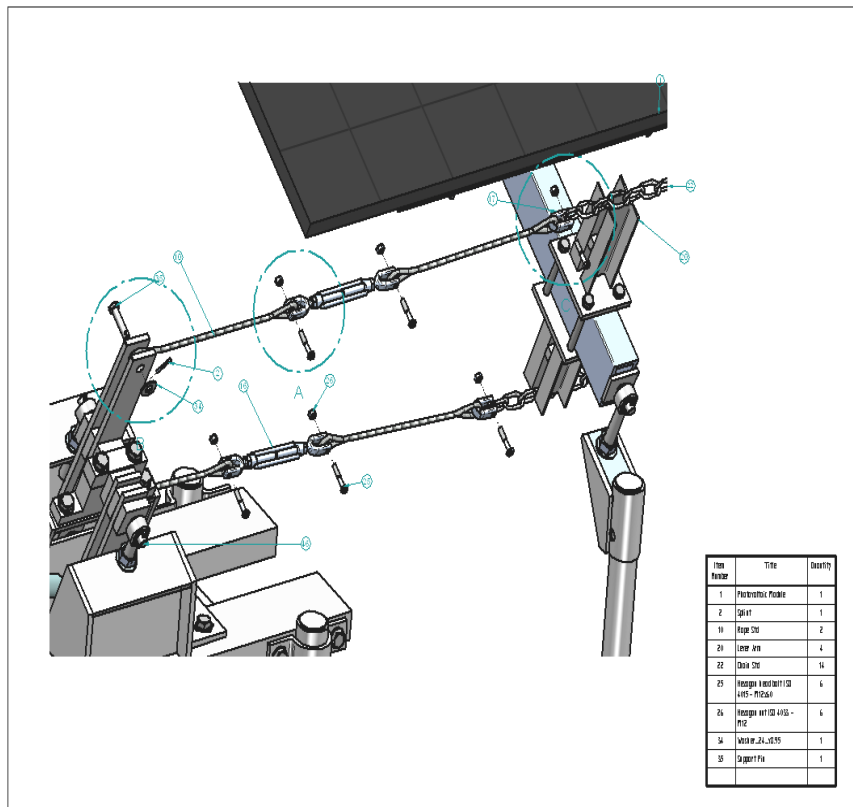
Фиг. 6. Закрепване на PV панел върху ребрата



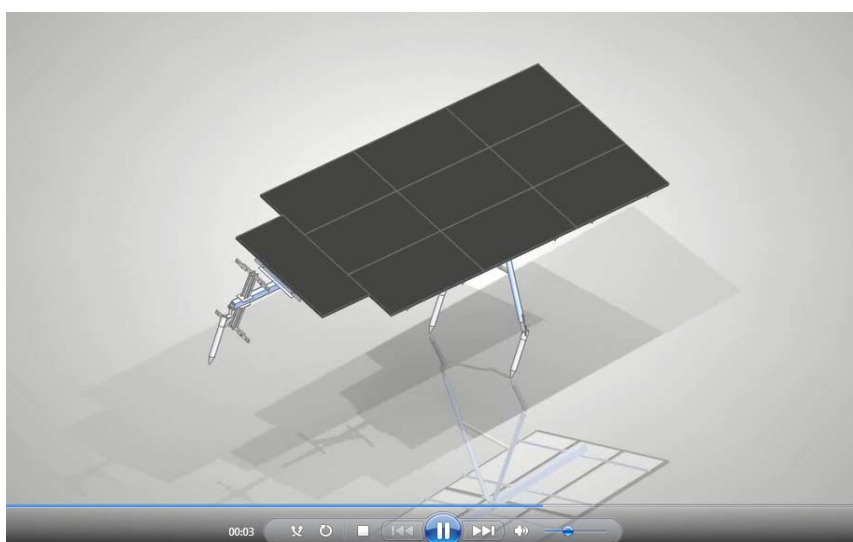
Фиг. 7. Общ вид на PV панел



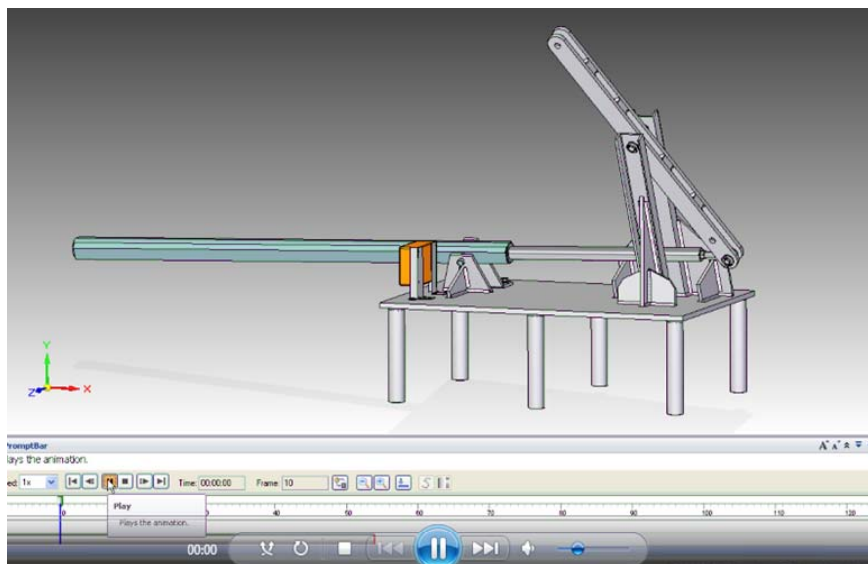
Фиг. 8. Монтажни елементи на задвижването



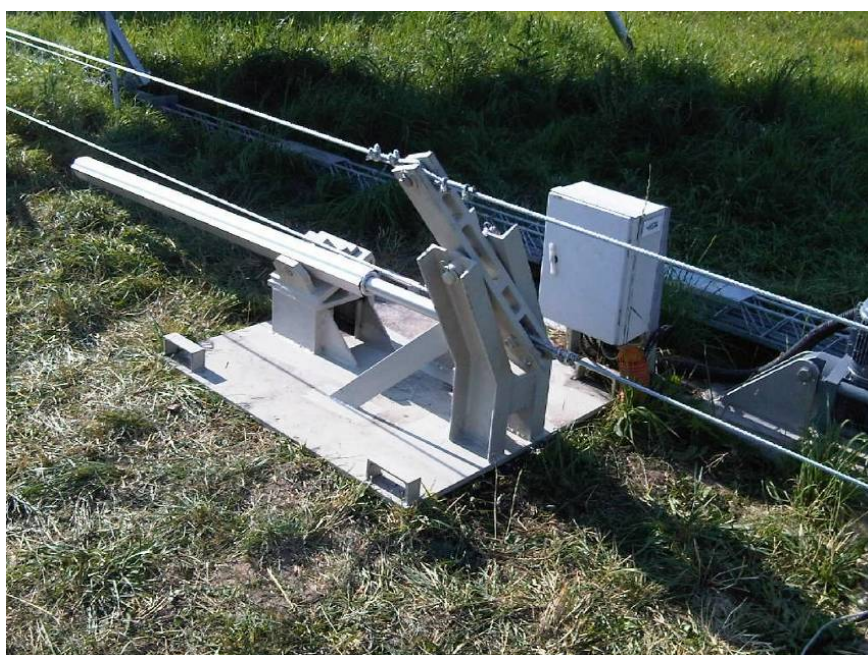
Фиг. 9. Общ вид на свързване на панела със задвижващата част



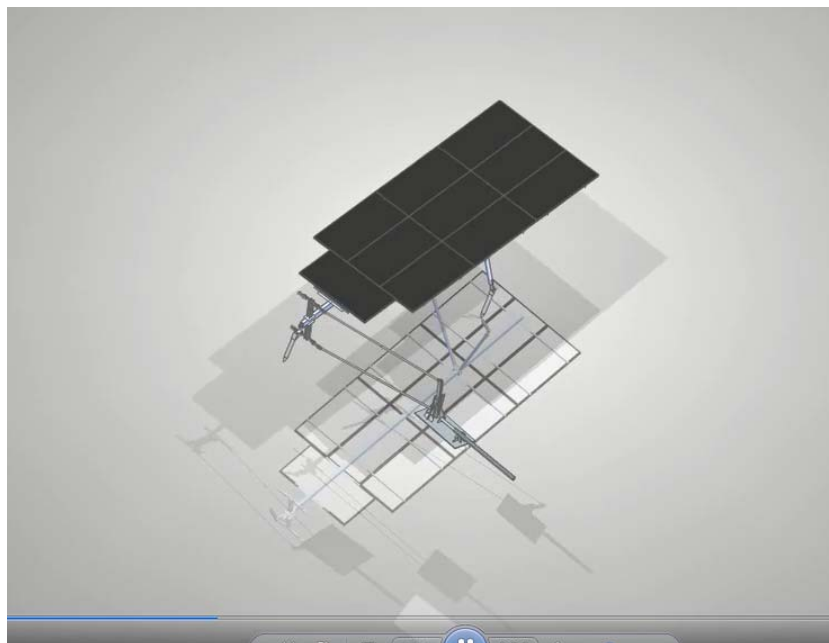
Фиг. 10. Симулация на фотоволтаичен панел



Фиг. 11. Симулация на задвижваща система



Фиг. 12. Задвижваща система



Фиг. 13. Симулация на фотоволтаичен панел и задвижваща система



Фиг. 14. Парк от PV панели задвижвани с тракер

Заклучение

1. Проектиран и моделиран е фотоволтаичен панел с тракер за следене на слънчевата орбита с помощта на Solid Edge.
2. Направено е пълно Assembly и симулация на ФВП задвижван с тракер.
3. Детайлно са разгледани различните приложими варианти в практиката.
4. С помощта на симулациите се анализира функционалността на изделието. Преди да бъде изработено изделието се проверяват възможностите му, оптимизира се процеса на изработване и се икономисват време и материали.

Системата **Solid Edge** притежава най-важните съвременни характеристики на системите от среден клас, най-важните от които са параметричност, асоциативност, твърдетелно, повърхнинно и ръбово представяне на модела, моделиране с повърхнини, геометрия управлявана чрез размери. Интуитивността е особено добре развита, благодарение на което със **Solid Edge** се проектира най-бързо. Системата дава възможност за работа в екип при разработката на големи проекти. Това от своя страна позволява организация на работата в екипа наречена “Паралелен инженеринг” (Concurrent engineering), благодарение на която сроковете за проектиране се съкращават с 30 до 50 процента.

Литература:

1. Божинов, Я., „Възобновяеми енергийни източници” – Технически университет Варна 2004
2. Стоев, М., „Фотоволтаични технологии, развитие и собености. Слънчев енергиен център”, С., 2010.
3. <http://www.spacecad.bg>
4. <http://www.ferdix.com/>
5. <http://www.shtrakov.net/>
6. <http://www.rea-ruse.com/>
7. http://wikipedia.org/wiki/Solar_tracker/
8. <http://www.solaree-bg.eu/>
9. <http://www.emde-solar.com/>
10. <http://b2b.150m.com/>
11. <http://www.scribd.com/>
12. <http://lex.bg/>
13. <http://www.enel.bg/>
14. <http://ecoproject-bg.com/>
15. <http://www.kaminata.net/>
16. <http://energy21-bg.net/>
17. <http://www.strategy.bg/>
18. <http://ldv-pgee.com/>
19. <http://www.bulpower.eu/>
20. <http://www.tu-sofia.bg/>
21. <http://conf.uni-ruse.bg/>
22. Младенчева, Р., „Фотоволтаични електросистеми”, Ековат Технологии, 2009.