

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS) ПРИ УПРАВЛЕНИЕТО НА ФОТОВОЛТАИЧНИ ПРОЕКТИ

Доц. д-р Михаил Чиприянов  
Катедра „Стратегическо планиране“  
СА „Д. А. Ценов“ - Свищов

Доц. д-р Галина Чиприянова  
Катедра „Счетоводна отчетност“  
СА „Д. А. Ценов“ - Свищов

**Резюме:** Статията е фокусирана върху актуални проблеми на приложението на Decision Support System (DSS) при управлението на фотоволтаични (ФВ) проекти. В годините на възход на възобновяемата енергия и нарастващата необходимост от екологично устойчиви решения, ФВ проекти имат все по-голямо значение. За успешното изпълнение на такива проекти е необходимо информирано вземане на решения и оптимално използване на ресурсите. Едно ефективно решение в тази насока е внедряването на DSS представляваща интегрирана система, която подпомага процеса на вземане на решения. В съдържанието на статията са оценени функциите на DSS във ФВ проекти, като се акцентира на нейните възможности за управлението и анализа на данни, сценарийния анализ и симулацията, както и оценката и управлението на риска. По казусния метод се аргументира значението на DSS в подобряването на вземането на решения, оптимизирането на разпределението на ресурсите и повишаването на ефективността на ФВ проектите.

**Ключови думи:** Decision Support System (DSS), управление, управление на риска, проекти, фотоволтаични (ФВ) проекти

**JEL:** M21, Q42

## FIELD OF APPLICATION OF DECISION SUPPORT SYSTEMS (DSS) IN PHOTOVOLTAIC PROJECT MANAGEMENT

Assoc. Prof. Mihail Chipriyanov, PhD  
Department of Strategic Planning  
Dimitar A. Tsenov Academy of Economics - Svishtov

Assoc. Prof. Galina Chipriyanova, PhD  
Department of Accounting  
Dimitar A. Tsenov Academy of Economics - Svishtov

**Abstract:** The article focuses on current issues in the field of application of Decision Support Systems (DSS) in the management of photovoltaic (PV) projects. In the era of renewable energy growth and the increasing need for environmentally sustainable solutions, PV projects are becoming increasingly important. In order to

successfully execute such projects, informed decision-making and optimal resource utilization are required. One effective solution in this direction is the implementation of an integrated DSS, which supports the decision-making process. The article assesses the functions of DSS in PV projects, with a particular emphasis on its capabilities for data management and analysis, scenario analysis and simulation, as well as risk assessment and management. Using the case method, the importance of DSS in improving decision-making, optimizing resource allocation and increasing the efficiency of PV projects is argued.

**Keywords:** Decision Support System (DSS), management, risk management, projects, photovoltaic (PV) projects.

**JEL:** M21, Q42

### **Въведение**

През последните години в световен мащаб се наблюдава ескалираща тенденция към прилагане на устойчиви и енергийно ефективни решения. В това отношение, фотоволтаичните (ФВ) проекти се нареждат сред все по-популярните и разумни избори за производство на електрическа енергия. Въпреки бързото развитие на технологията, все още предстои да бъдат преодолените значителни предизвикателства, свързани с оптималното управление и експлоатация на такива проекти.

*Целта* на статията е да бъдат анализирани спецификите на Decision Support System (DSS) в областта на управлението на ФВ проекти. *Обект* на изследване са системите за подпомагане на решенията (DSS), а *предмет* – тяхното приложение при управлението на ФВ проекти.

В много проекти, свързани с ФВ енергетика, вземането на оптимални решения е сложен и многостепенен процес. Следва да се оценяват множество фактори, включително технически, икономически, социални и екологични. Именно тук DSS може да има съществена роля, като предоставя подходящи аналитични инструменти и симулационни модели, които да подпомогнат ръководителите в оптимизацията на решенията.

Стремежът при настоящата разработка е да представи потенциала на DSS при управлението на ФВ проекти и да се анализират конкретни примери. Чрез изследване на литературата, оценка на казуси и изводи от реални проекти ще се оценят различните аспекти на DSS във ФВ инсталации и ще се представят ползите, които могат да бъдат постигнати чрез нейното използване.

Освен това, ще се изведат нови възможности и бъдещи насоки за развитие на DSS при управлението на такива проекти. Изследването в тази област може да доведе до значителни подобрения в тяхната ефективност, устойчивост и рентабилност.

Водещата *теза* е, че активното използване на DSS при управлението на ФВ проекти има потенциала да повиши ефективността на процеса на използване на слънчевата енергия на бизнес равнище и така да се улесни преходът към въглеродно неутрална икономика и устойчиво развитие.

Статията предлага обзор на съществуващата литература, оригинални изследвания и анализи, които имат за цел да проследят практическите и научни възможности за прилагане на DSS при управлението на ФВ проекти. Представените данни и примери ще подкрепят силата на DSS като инструмент за

управление и ще дадат представа за нейния потенциал за постигане на успех и устойчивост във ФВ индустрия.

В началото статията ще се фокусира върху конкретните аспекти на DSS в управлението на тези специални проекти, представяйки анализи и заключения, които ще помогнат на читателите да разберат и оценят потенциала и предимствата на тази управленска система.

### 1. За Decision Support System (DSS) – основни характеристики и потенциал

В тази начална част от публикацията ще бъде анализирано понятието Decision Support System (DSS)<sup>1</sup> и респ. неговата роля в управлението на проекти. По своята същност DSS представлява компютърно базирана система, която подпомага мениджърите при процеса на вземане на решения, предоставяйки им аналитични инструменти, модели и симулации.<sup>2</sup> Това е „интерактивна информационна система, която обезпечава данни и модели, подпомагащи анализирането и решаването на различни слабо структурирани проблеми. Прилага се на тактическо и стратегическо ниво на управление.“ (Гочева-Илиева, 2015) В контекста на управлението на проекти, DSS може да бъде от изключителна полза, като предоставя рационални и информирани решения, основани на анализ на данни и симулации.

DSS е система, която съчетава технологии и методологии за обработка и анализ на информация с цел подпомагане на мениджърите при вземането на решения. Тя използва компютърни алгоритми, модели, бази данни и интерфейси, които създават възможности за анализ на данни, симулации, прогнозиране и оптимизация. Според В. Спасова „в тези случаи достигането до решение се превръща по същество в изследователски процес, а системите за подпомагане вземането на решения – в средство за по-дълбоко опознаване на системата и усъвършенстване на стила на работа на ръководителя.“ (Спасова, 2014) Елементите на системата по релацията „вход-изход“ са показани на фигура 1. (Chormanski, 2011), където:

√ **INPUT** е входът на системата за подпомагане вземането на решения с характерните му: *Periodic & Permanent monitoring* (периодично и постоянно наблюдение) и *Reports, Questionary & Random observation* (доклади, анкети и случайни наблюдения), които реализират еднопосочна връзка с DSS и *Models* (модели), при които връзката с DSS е двупосочна;

<sup>1</sup> В българската литература се използва по-често термина „Системи, подпомагащи решенията (СПР)“.

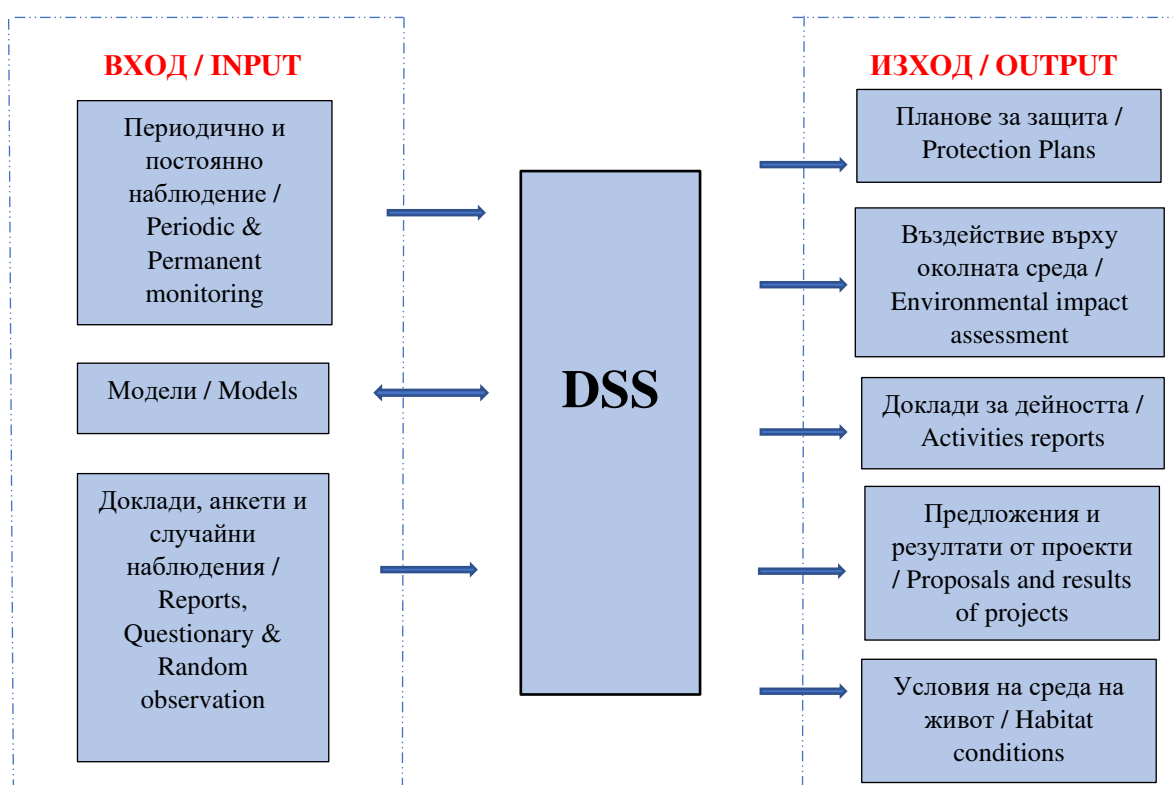
<sup>2</sup> „СПР също обслужват мениджърското ниво на организацията. Това са интерактивни системи, които осигуряват модели, информация и средства за обработване на данни, улесняващи вземането на полуструктурирани и неструктурирани решения. Подобни решения обикновено са уникални за всяка ситуация, за тях няма ясна процедура, променят се бързо, факторите за оценката им не могат да се определят лесно предварително и се вземат сравнително рядко.

СПР се разработват, за да подпомагат аналитичната работа на мениджърите в ситуации, когато няма ясно формулирани критерии за успех. Те поддържат интерактивен процес на вземане на решения като позволяват на потребителите им да решат доколко да използват предоставените им заключения. За целта при тях се използват както данни от вътрешни системи, така и от външни за организацията източници. Техниките, които се използват в тях за подпомагане вземането на решения биват:

- Ориентирани към използването на модел – симулация, оптимизация;
- Ориентирани към използването на данни – OLAP, data mining;
- От областта на изкуствения интелект – експертни системи, невронни мрежи, разпита логика, интелигентни агенти“ (инициативи, 2018)

√ **OUTPUT** е изходът на системата за подпомагане вземането на решения, който най-често намира изражение в: *Protection Plans* (планове за защита), *Environmental impact assessment* (въздействие върху околната среда), *Activities reports* (доклади за дейността), *Proposals and results of projects* (предложения и резултати от проекти) и *Habitat conditions* (условия на средата на живот).

DSS има съществена роля в управлението на проекти, особено когато е необходимо да се вземат сложни и стратегически решения. Тя предоставя инструменти и визуализации, които помагат на водещите специалисти да анализират данните, да проследят трендовете и да създадат прогнози. Това им позволява да извличат ценна информация от големи обеми данни и да вземат основани и информирани решения. (Turban, Sharda, & Delen, 2011) (Haghighi, 2013)



Фиг. 1. Елементи на DSS.

(Източник: Chormanski, J. *Decision Support System for Biebrza National Park* [https://www.researchgate.net/figure/General-system-diagram-The-main-tasks-of-DSS-is-verification-formatting-storing\\_fig1\\_221916051](https://www.researchgate.net/figure/General-system-diagram-The-main-tasks-of-DSS-is-verification-formatting-storing_fig1_221916051))

DSS също така предоставя възможност за симулации и оптимизации, което е от съществено значение в управлението на проекти. Така мениджърите могат да създават различни сценарии и да изпитват въздействието на промените в различни параметри на проекта. Това им помага да изградят по-реалистични планове, да прогнозират рисковете и да оптимизират ресурсите си.

В обобщение, DSS е мощен инструмент за управление на проекти, който може да помогне на ръководните специалисти да вземат информирани и предимно стратегически решения. Чрез анализ на данни, симулации и оптимизации, системата подпомага процеса на вземане на решения, улеснява

управлението на рисковете и помага за постигане на успех в проектите. Нейното приложение може да допринесе за по-ефективно управление на проекти и да доведе до по-добри резултати и постижения.

В тази част от публикацията ще бъдат изследвани функциите и предимствата на DSS в контекста на ФВ проекти, като се подчертаят нейният потенциал да усъвършенства процесите на вземане на решения, да оптимизира разпределението на ресурсите и да подобрява проектната производителност.

Най-важните *функции* на DSS при тези проекти се свеждат до (Power, 2007) (Power, Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers, 2002) (Turban, Sharda, & Delen, 2011) (Choudhary & Srivastava, 2019, vol. 227) (McGookin, Gallachoir, & Byrne, 2021):

1. *Управление и анализ на данни*: DSS осигурява ефективно събиране, съхранение и анализ на данни, като предоставя на лицата, вземащи решения, изчерпателни сведения относно различни аспекти на ФВ проекти. Тя може да обработва големи обеми данни, включително **от една страна**, данни за времето, нива на слънчева радиация, производство на енергия, а **от друга** – счетоводни данни, финансова и нефинансова информация, данни за оценка целесъобразността и ефективността от финансиране и инвестиции чрез финансово-счетоводни показатели, за да генерира като цяло смислена информация за вземане на решения.
2. *Анализ и симулация на сценарии*. Системата позволява на мениджърите да оценяват различни сценарии и да симулират потенциални резултати въз основа на различни параметри. В случая с ФВ проекти тази възможност е от изключителна полза, тъй като помага за оценка на въздействието на различни конфигурации на проекти, избор на оборудване и опции за финансиране на проектната производителност. Аналитичните специалисти могат да разгледат няколко сценария и да изберат най-оптималния подход за максимизиране на производството на енергия и на рентабилността.
3. *Оценка и управление на риска*. ФВ проекти са изложени на различни рискове, включително колебания във времето, повреди на оборудването и промени в регулациите. DSS позволява оценка на риска като интегрира модели на риска и прогнозни анализи. Мениджърите могат количествено да определят и подредят рисковете, да разработят стратегии за намаляване на риска и да оценят потенциалното въздействие върху сроковете, разходите и възвръщаемостта от проекта. Това помага за превантивното управление на риска и гарантира успеха на проекта.

Основните *предимства* на DSS във ФВ проекти са (вж.: табл. 1):

Таблица 1

Позитивни страни при приложението на DSS във ФВ проекти

<b>Водещи предимства</b>	<b>Специфика на приложението</b>
<i>Подобрено вземане на решения</i>	Системата предоставя на ключовите специалисти по-добри възможности за анализ и оценка на информацията, което помага за информирано вземане на решения.
<i>Повишена ефективност</i>	Използването на DSS във ФВ проекти повишава ефективността на управлението, като предоставя по-добра видимост и

	контрол върху различните аспекти на проекта.
<i>Оптимизация на ресурсите</i>	Системата помага за по-добро планиране и използване на енергия, време, финанси и инвестиции.

Приведените данни безспорно показват, че DSS изпълнява важна роля при ФВ проекти, предоставяйки функционалности, които подобряват вземането на решения, оптимизират разпределението на ресурсите и подобряват производителността на проектите.

## 2. Специфични области на приложение на DSS при управлението на фотоволтаични (ФВ) проекти

Едно от основните предизвикателства пред ФВ проекти е свързано със сложността на самия процес на проектиране и изграждане. Това включва определение на подходящата локация, проектиране на инсталацията, осигуряване на необходимите разрешителни и управление на доставчиците на оборудване и услуги. Техническите и инженерни предизвикателства могат да включват оптимизиране на съотношението между цена и ефективност на панелите, интеграция на системата в съществуващата инфраструктура и осигуряване на надеждна експлоатация.

От друга страна, ФВ проекти предоставят значителни възможности за устойчиво развитие и икономически растеж. Те могат да допринесат за намаляване на емисиите на парникови газове и на зависимостта от традиционните източници на енергия. Те „създават“ работни места в сектора на възобновяемата енергия и стимулират иновациите в технологиите за съхранение на енергия. Освен това, фотоволтаичните проекти могат да генерират приходи чрез продажба на излишъка от произведената енергия към енергийните мрежи.

Специално трябва да се отбележи, че ФВ проекти изискват внимателно управление на риска. Колебанията в цените на съставните модули и съпътстващите компоненти може да повлияе на финансовата жизнеспособност на проекта. Технологичните промени и регулаторната среда също трябва да бъдат взети предвид при изготвянето на стратегии за управление на проектите. Необходимо е активно наблюдение и внимателно планиране, за да се гарантира успешното изпълнение.

От казаното може да се обобщи, че ФВ проекти се явяват важна икономическа и екологична инвестиция, но имат и специфични предизвикателства и възможности. Управлението на проектите трябва да бъде осъществено с ясно съзнание за сложността на техническите, финансовите и регулаторните аспекти. Също така, необходимо е да се инвестира в иновации и развитие, за да се осигури дългосрочна устойчивост и успех на тези проекти.

ФВ проекти се характеризират със сложност и разнообразни изисквания във всяка от своите фази - от проектиране и инженеринг до мониторинг и поддръжка. В този контекст, DSS може да се използва за подпомагане на управленските решения и оптимизиране на процесите във всички етапи на проекта. Изследванията на **M. Bazilian, A. Soroudi, S. Hosseinian, N. Ghadimi, C. Toffalis, M. Yilmaz** и други разкриват някои от начините, по които системата може да се приложи в тази област (Bazilian, 2013) (Soroudi, Hosseinian, & Ghadimi, 2016) (Toffalis & Yilmaz, 2018):

- *Проектиране и инженеринг.* DSS помага при определянето на оптималната конфигурация и геометрия на ФВ проект. Чрез използване на математически модели и алгоритми може да се анализират фактори като ориентацията на панелите, наклона на системата, географската локация и сенчестите обекти, за да се оптимизира производителността на системата.
- *Избор на оборудване и материали.* Системата благоприятства избора на подходящо фотоволтаично оборудване и материали. С помощта на бази данни с технически характеристики и ценова информация се извършва сравнителен анализ и се предоставят препоръки за най-ефективното и икономично оборудване, което отговаря на специфичните изисквания на проекта.
- *Финансово-счетоводен анализ и управление на риска.* DSS улеснява финансовия и счетоводния анализ на проекта, включително финансовия потенциал, оценка на инвестиционните разходи, доходи от продажба на енергия, възвръщаемост на инвестицията, целесъобразност и ефективност. Позволява изследване на тенденции и колебания, измерване влиянието на факторите, които ги обуславят и определяне посоките на бъдещо развитие на проекта. Изследва информация за отрасъла, региона и икономическата среда, към която се отнася предприятието, като се позовава на информация както за минали събития и минал период, така и на актуална, текуща информация, на базата на които могат да се генерират данни с прогнозен характер. Освен това, системата може да подпомогне управлението на риска като извършва сценарни анализ и оценка на възможните финансови и технически рискове.
- *Мониторинг и анализ на данни.* DSS събира и анализира данни от ФВ инсталация, вкл. производството на енергия, състоянието на оборудването и метеорологичните условия. Това позволява на мениджърите да следят ефективността на системата, да откриват проблеми и да предприемат необходимите коригиращи действия.
- *Поддръжка и сервиз:* DSS ефективно служи за оптимизиране на процесите по поддръжка и сервиз на оборудването. Чрез анализ на данните за производство на енергия и състоянието на оборудването може да се предложи превантивно поддръжка и планиране на сервизни дейности, което допринася за намаляване на времето на прекъсвания и повишаване на надеждността на работа на инсталацията.

Това са само някои от начините, по които DSS може да се използва за оптимизиране на решенията във всички фази на ФВ проект. Внедряването на системата в тази област може да подобри ефективността, икономичността и устойчивостта на работа на инсталациите, което е от съществено значение в променящия се „енергиен ландшафт“.

### **3. Бенчмаркинг за приложението на DSS в реални фотоволтаични проекти - case study method**

Добри практики за успешно използване на DSS в управлението на ФВ проекти са представени в отделни примери по-долу.

1. *По отношение на оптимизиране на разположението на панелите.* В научни изследвания, проведени от **X. Zhou, M. Mokarram, A. Saber, H. Sadeghian** и други, DSS се използва за оптимизиране на разположението на панелите в соларна ферма. Чрез използването на математически модели и генетични алгоритми, системата анализира различни варианти за разположение

на панелите и определя най-ефективното разпределение, което максимизира производителността. Резултатите от изследването показват значително повишение на генерираната енергия и по-добро използване на наличното пространство в сравнение с традиционните методи на разполагане на панелите. Това демонстрира потенциала на DSS като инструмент за подпомагане на решенията в проектирането на ФВ инсталации с цел постигане на оптимална производителност и ефективно използване на ресурсите. (Zhou, 2018) (Mokarram, Saber, & et al., 2020) (Sadeghian, 2017)

*2. По отношение прогнозиране на производството на енергия:* В рамките на други научни изследвания, проведени от **K. Iheanetu, S. Kim** и други, DSS е използвана с цел прогнозиране на производството на енергия от ФВ инсталация. Чрез детайлен анализ на метеорологични данни, исторически данни за енергийния изход и други съществени параметри, успешно е разработен модел за прогнозиране, който демонстрира висока точност в предвиждането на количеството генерирана енергия. Това съществено подобрява способността на специалистите да планират и управляват производството на енергия, съобразено със значимите променливи условия.

Използвайки DSS, изследователите се фокусират върху анализа на метеорологични данни като информация за слънчевата радиация, температурата, облачността и други метеорологични фактори. Събраните данни са използвани за създаването на модел, който се основава на статистически анализи и използване на предишни показатели на производство на енергия. Този модел се доказва като ефективен в предсказването на бъдещото производство на енергия с висока степен на точност.

Изследователските данни показват, че използването на DSS и модела за прогнозиране позволява на мениджърите да планират и управляват производството на енергия съобразно променящите се условия. Това подобрява ефективността на ФВ инсталации, като се осигурява оптимално използване на генерираната енергия, т.е. предотвратява се излишък или дефицит. (Iheanetu, 2022) (Kim, 2019)

*3. По отношение управление на поддръжката:* В рамките на научни изследвания на **J. Mi, J. Du, C. Liu, X. Li, M. Garcia, A. Azis, M. Tajuddin** и др., DSS е използвана за оптимизиране процеса на поддръжка на ФВ проект. Чрез използване на анализ на данни, свързани със състоянието на оборудването, предварително създадени модели на откази и други съществени фактори, системата предоставя ценна информация и препоръки за ефективно управление на поддръжката на инсталацията. Това включва определяне на оптимални периоди за поддръжка, предупреждения за възможни проблеми и предложения за замяна на компоненти.

Посредством DSS, мениджърите получават по-добро разбиране за състоянието на ФВ оборудване. Използвайки събраните данни и предварително изградени модели на откази, DSS успешно предоставя ценна информация относно текущото и бъдещото състояние на инсталацията. Това позволява на специалистите да планират и извършват поддръжка в най-подходящите моменти, предотвратявайки възможни повреди и намалявайки времето на прекъсване на работата.

Също така, DSS осигурява предупреждения за потенциални проблеми в експлоатацията. Това предоставя възможност на мениджърите да предприемат необходимите мерки проактивно и да предотвратят по-сериозни неблагоприятни последици. Системата предоставя ценни препоръки за замяна на компоненти,



които е изчислено да бъдат осъществени в най-подходящия момент, за да се осигури оптимален режим на действие.

Резултатите ясно показват значително подобрене на надеждността на работа и намалени разходи за поддръжка. Използването на DSS за оптимизация на процеса на поддръжка допринася за постигане на по-голяма ефективност и намалени операционни разходи във ФВ индустрия. Това подчертава важноста на интелигентните системи за подпомагане на решенията в контекста на управлението на такива проекти. (Mi, Du, Liu, & Li, 2023) (Garcia, 2020) (Aziz & Tajuddin, 2022)

*4. По отношение управление на риска:* В изследвания на **C. Lee, J. Smith** и други, DSS е използвана за управление на риска в контекста на ФВ проект. Чрез създаване на модели на рискове и сценарии са предоставени ценни инструменти за оценка на финансовите и техническите рискове, свързани със специфичния проект. Това създава възможност за мениджърите да приемат информирани решения, насочени към намаляване на потенциалните рискове и гарантиране на успешното изпълнение на проекта.

DSS използва сложни алгоритми и модели, за да идентифицира и анализира възможните рискове, които могат да възникнат по време на даден проект. Тези рискове включват финансова несигурност, технически проблеми или непредвидени обстоятелства. Чрез изграждане на сценарии, DSS позволява на ангажираните специалисти да разглеждат различни възможности и да преценят потенциалните последици от всяка ситуация.

Събирането и анализирането на данни за рисковете, свързани с ФВ проект, предоставя ценна информация за мениджърите. DSS дава възможност за качествена оценка на финансовите и техническите рискове, което позволява да се изгради основана на реални данни стратегия за намаляване на риска и защита на проектните цели.

Резултатите от това научно изследване доказват важноста на DSS като инструмент за управление на риска в областта на ФВ проекти. Успешното приложение на DSS осигурява информационна подкрепа и рационално вземане на решения, което намалява несигурността и повишава вероятността за постигане на успешни резултати в тази индустрия. (Lee, 2014) (Smith, 2021)

Горните примери, респ. открити добри практики и възможности илюстрират успешното използване на DSS в управлението на ФВ проекти. Мениджърите да могат да оптимизират разположението на панелите, да прогнозираят производството на енергия, да управляват поддръжката и да оценяват риска. Тези инструменти подпомагат устойчивото функциониране на ФВ инсталации и допринасят за постигането на по-висока ефективност и икономичност.

Все по-широкото използване на DSS в управлението на такива проекти води до значителни ползи и подобрения в различни аспекти на проектната дейност. Внедряването на системата при проектирането и инженеринга на ФВ инсталации предоставя значителни предимства като повишена ефективност и точност при определянето на оптималното разположение на панелите и оборудването. Това води до по-висока производителност на системата и намаляване на загубите от „сенчест ефект“ или неоптимално поставяне на компонентите.

Освен това, DSS допринася за оптимизиране на оперативните разходи на ФВ проекти. Чрез предоставяне на по-добра информация и анализ се помага за управлението на енергийните потоци и контролирането на разходите за

поддръжка и ремонт. Системата може да предостави прогнози за източниците на енергия, като включва времето, облачността и други фактори, които допринасят за по-добро планиране на енергийния баланс и използване на ресурсите.

Една от ключовите насоки, в които DSS допринася значително, е подобрената екологична ефективност на проектите. Чрез по-точно прогнозиране на енергийното производство и оптимално управление на системите, DSS помага за намаляване на ненужната консумация на енергия и ресурси. Това води до по-добро използване на ФВ енергия и намаляване на вредното въздействие върху околната среда.

Основните предимства на DSS в управлението на такъв вид проекти включват повишена ефективност, намалени оперативни разходи и подобрени екологични резултати. Тези ползи са от решаващо значение за този специфичен сектор на енергетиката, като допринасят за по-устойчиво и ефективно използване на слънчевата енергия и оптимално управление на инсталациите.

Обобщението на постигнатите ползи от използването на DSS в управлението на ФВ проекти подчертава важността и потенциала на тази технология в подобряването на производителността, оптимизирането на разходите и намаляването на вредното въздействие върху околната среда. Очакванията са използването на DSS да продължи да нараства в бъдеще и да допринесе за по-ефективно и устойчиво управление на ФВ проекти.

#### 4. Изводи и бъдещи насоки

Изследването на приложението на DSS при управлението на ФВ проекти предоставя важна информация и ценни възможности за бъдещо развитие и подобрение в тази сфера. Основните изводи от изследването са, както следва:

**Първо. Използването на DSS води до повишаване на ефективността и точността на проектирането и инженеринга на ФВ инсталации.** Системата осигурява необходимата информация и анализ, което помага при определянето на оптималното разположение на панели и оборудване, съобразено със специфичните условия на местоположението.

**Второ. Използването на DSS допринася за оптимизиране на енергийния баланс и контрола върху оперативните разходи.** Благодарение на подобрената информация и анализ се улеснява по-доброто използване на слънчевата енергия и намаляване на ненужната консумация на други ресурси. Това стимулира за икономическа ефективност и по-устойчиво използване на енергията във ФВ проекти.

**Трето. Приложението на DSS в управлението на ФВ проекти помага за оптимизиране на поддръжката и мониторинга на инсталациите.** Системата предоставя по-добра прогноза и контрол върху операциите и производството, което води до по-ефективно управление, свързано с намаляване на времето за неизправности, увеличаване на надеждността и продължителността на експлоатацията, както и намаляване на потенциалните финансови загуби.

С оглед на *бъдещите насоки*, има няколко възможности за развитие и подобрение на DSS в управлението на ФВ проекти. Една от тях е **разработването на по-сложни алгоритми и модели, които да подобрят прогнозирането на енергийното производство и потребление.** Това би осигурило по-голяма точност и надеждност на предвижданията и би допринесло за по-ефективно планиране и управление на инсталациите.

Друга насока за бъдещо развитие на DSS е **интеграцията му със съвременни технологии като изкуствен интелект (AI) и машинно**

**самообучение (ML).** Това би позволило автоматизирано взимане на решения и по-голяма автономност на системата. Използването на AI и ML може да допринесе за развитие на интелигентни алгоритми за управление и оптимизация на проектите, които да се адаптират към променящите се условия и да постигнат по-висока ефективност и надеждност.

Евентуални следващи стъпки в развитието на DSS включват допълнителни изследвания, експерименти и приложения върху реални ФВ проекти. Това ще позволи по-широко тестване и валидиране на функционалността и ефективността на системата в различни сценарии и условия на приложение. Също така, важно е да се подкрепи активната комуникация и сътрудничество между производители, научни изследователи и управленски екипи, за да се гарантира непрекъснатото развитие и иновации в областта.

### **Заклучение**

Приведените данни изграждат обстойна и информативна основа за разбиране на приложението на DSS при управлението на ФВ проекти. Анализираният аспекти и представената информация насочват към разбирането на значимостта на системата в съвременната енергийна индустрия и нейната роля за постигане на по-ефективно и устойчиво управление на този вид инсталации.

Отчитайки предизвикателствата и възможностите, свързани с ФВ проекти, бе установено, че DSS играе ключова роля при тяхното управление. Въпреки че има постижения в тази област, все още има и възможности за бъдещо развитие и подобрене. Интеграцията на съвременни технологии като изкуствен интелект и машинно самообучение може да доведе до по-интелигентни и автономни решения, с което ще се подобри ефективността и надеждността на управлението на този вид проекти.

Осигуряването на подкрепа за допълнителни изследвания, експерименти и иновации в областта на DSS при управлението на ФВ проекти е от съществено значение. Само чрез непрекъснато развитие и подобрене на DSS може да се използва слънчевата енергия ефективно, устойчиво и с максимално положителен принос за околната среда и обществото.

Основавайки се на препоръчителните бъдещи насоки за техническо развитие и иновационен прогрес, бихме могли да работим за създаване на условия за усъвършенстване на ФВ проекти чрез изграждане на издръжливи и когнитивни управленски системи. Техният осъзнат потенциал ще ни води към енергийна ефективност и предпазване на околната среда като навлизаме в ера на интелигентни инженерни решения, които допринасят за възможно най-съгласуваното функциониране на ФВ инсталации.

Представеният анализ и изследователски данни създават градивна основа за съзнателно разбиране на приложението на DSS в управлението на ФВ проекти. Отчетеното доказва, че DSS е ключова компонента, способна да създава иновации и маркира необходимостта от по-съвършени решения и устойчиво управление в специфичната индустрия. Проучванията се доближават до бъдеще, отбелязващо перспективи за развитие и прогрес в тази сфера, като това води до преодоляване на сегашни технологични ограничения и създаване на подобрени, умни системи, насочени към постигане на енергийна ефективност и опазване на околната среда.

**Използвани източници**

1. Гочева-Илиева. (2015). *Приложни информационни системи*. Пловдив: УИ "Паисий Хилендарски".
2. инициативи, Ц. з. (2018). *Класификация на информационните системи*. Retrieved from <https://chrdri.net/sites/default/files/uploads/elibrary/02/%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%A1%D0%98%D0%A4%D0%98%D0%9A%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF-%D0%9D%D0%90-%D0%98%D0%9D%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%9E%D0%9D%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%95-%D0%A1%D0%98%D0%A1%>
3. Спасова, В. (2014). *Съвременни тенденции в развитието на информационни системи, подпомагащи вземането на решения в управлението*. Retrieved from [https://ejournal.vfu.bg/bg/pdfs/Veselina\\_Spasova-Savremenni\\_tendentsii\\_v\\_razvitiето\\_na\\_informatsionnite\\_sistemi\\_podpomagashhti\\_vzemaneto\\_naresheniya\\_v\\_upravlението.pdf](https://ejournal.vfu.bg/bg/pdfs/Veselina_Spasova-Savremenni_tendentsii_v_razvitiето_na_informatsionnite_sistemi_podpomagashhti_vzemaneto_naresheniya_v_upravlението.pdf)
4. Aziz, A., & Tajuddin, M. et al. (2022). Design and Optimization of a Grid-Connected Solar Energy System: Study in Iraq. *Sustainability*, 1-29.
5. Bazilian, M. e. (2013). Re-cosidering the economics of photovoltaic power. *Renewable Energy*, 329-338.
6. Chormanski, J. et al. (2011, 9). *Decision Support System for Biebrza National Park* . Retrieved from [https://www.researchgate.net/figure/General-system-diagram-The-main-tasks-of-DSS-is-verification-formatting-storing\\_fig1\\_221916051](https://www.researchgate.net/figure/General-system-diagram-The-main-tasks-of-DSS-is-verification-formatting-storing_fig1_221916051)
7. Choudhary, P., & Srivastava, R. (2019, vol. 227). Sustainability perspectives - a review for solar photovoltaic trends and growth opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 589-612.
8. Garcia, M. et al. (2020). Optimization of Photovoltaic System Maintenance Using Decision Support System. *International Journal of Sustainable Energy*, 234-251.
9. Haghghi, P. (2013, 2 15). *The new era of mobile dicision support systems*. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/12460125.2013.764063>
10. Iheanetu, K. (2022). Solar Photovoltaic Power Forecasting: A Review. *Sustainability*, 1-31.
11. Kim, S. et al. (2019). Forecasting Energy Production in Photovoltaic Systems Using Decision Support System. *Renewable Energy Journal*, 56-73.
12. Lee, C. (2014, 10). *Risk Management Methods Applied to Renewable and Sustainable Energy A Review*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/276271666\\_Risk\\_Management\\_Methods\\_Applied\\_to\\_Renewable\\_and\\_Sustainable\\_Energy\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/276271666_Risk_Management_Methods_Applied_to_Renewable_and_Sustainable_Energy_A_Review)
13. McGookin, C., Gallachoir, B., & Byrne, E. (2021, 11). *Participatory methods in energy system modelling and planning - A review*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121007838>
14. Mi, J., Du, J., Liu, C., & Li, X. (2023). Design and Optimization of Photovoltaic System in Full-Chain Groud\_Based Validation System of Space Solar Power Station. *Energies*, 1-19.

15. Mokarram, M., Saber, A., & et al. (2020). Determination of the optimal location for constructing solar photovoltaic farms based on multi-criteria decision system and Dempster–Shafer theory. *Scientific Reports*, 1-15.
16. Power, D. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Greenwood/Quorum.
17. Power, D. (2007). *A brief history of decision support system*. Retrieved from Academia:  
[https://www.academia.edu/1179611/A\\_brief\\_history\\_of\\_decision\\_support\\_systems](https://www.academia.edu/1179611/A_brief_history_of_decision_support_systems)
18. Sadeghian, H. A. (2017). Optimized solar photovoltaic generation in a real local distribution network. *IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT) Apr 23* (pp. 1-5). IEEE.
19. Smith, J. et al. (2021). Risk Management in Photovoltaic Projects Using Decision Support System. *Journal of Renewable Energy Finance*, 78-95.
20. Soroudi, A., Hosseinian, S., & Ghadimi, N. (2016). Optimal placement of multi-type renewable generation units including photovoltaic and wind turbines using information gap decision theory. *Renewable Energy*, 664-676.
21. Toffalis, C., & Yilmaz, M. (2018). Using data envelopment analysis for assessing the performance of photovoltaic power plants. *Renewable Energy*, 36-45.
22. Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision Support and Business Intelligence System*. Pearson.
23. Zhou, X. et al. (2018). Optimizing Panel Placement in Solar Farms Using Decision Support System. *Journal of Renewable Energy Management*, 123-140.





