

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ

Б. Делийска<sup>1</sup>, А. Розева<sup>1</sup>, П.П. Маноилов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - ЛТУ, София

<sup>2</sup> - ТУ – София

### Резюме

В доклада се разглежда приложението на информационните и комуникационните технологии (ИКТ) в проектирането и експлоатацията на фотоволтаични системи (ФВС). Обособяват се 4 групи приложения – информационни системи и бази данни, разпространение на знания, политики и програми, софтуер за моделиране, проектиране, статистика и анализ и софтуер за слънчево-енергиен одит. Установено е, че въпреки предимствата си, методите и технологиите на Семантичната мрежа почти не се използват в тази област. Предвид това, се предлага метод и схема за извличане на знания, необходими за моделиране и проектиране за ФВС. Обсъждат се перспективите и проблемите на разработването на система за извличане на знания в областта.

**Ключови думи:** фотоволтаична система, информационни и комуникационни технологии, Семантична мрежа, извличане на знания, управление на знания

**Keywords:** photovoltaic system, information and communication technologies, Semantic network, data mining, knowledge management

### 1. Въведение

Според стратегията на ЕС до 2020 20% от енергията трябва да идва от възобновяеми източници. Електричеството е 30% от тази енергия. Всяка държава има индикативна крива с фиксирани мощности за определен период, които, ако не са изпълнени, ще трябва да се наваксват за съкратени срокове до следващата проверка. За България това означава постигане на 16% до 2020.

Един от тези източници е Слънцето, което предлага възможно най-екологичната и най-неизчерпаемата енергия. Използването на слънчевата енергия за битови и стопански цели непрекъснато се увеличава. Целта на огромните дотации за фотоволтаични системи (ФВС) е стратегическа. ФВС се класифицират според предназначението си за:

- отопление;
- външно и вътрешно осветление;
- задвижване;
- производство на електроенергия – фотоволтаични електрически централи (ФВЕЦ) и др.

Проучването, проектирането и експлоатацията на ФВС е невъзможно без прилагането на различни информационни и комуникационни технологии (ИКТ). Целта на настоящото изследване е да се направи преглед на използваните при проектирането и експлоатацията на ФВС ИКТ и да се предложи модел за извличане на знания в помощ на проектирането на такива системи.

В следващия раздел е направен преглед на ИКТ за ФВС. В раздел 3 се анализира актуалното състояние и перспективите на ИКТ за ФВС, като се предлагат метод и модел за управление и извличане

на знания за ФВС. В заключението се обсъждат перспективите и проблемите за реализирането на система за управление и извличане на знания за ФВС.

### 2. Преглед на ИКТ за ФВС

Разнообразието от ИКТ за ФВС е твърде голямо. Тук ще посочим само най-разпространените и успешни приложения в тази област. Като цяло, те могат да се разделят в следните групи:

- информационни системи и бази данни за технологии и иновации, стандарти, и експлоатационни характеристики на ФВС;
- сайтове и портали за разпространение на знания, политики и програми;
- софтуер за моделиране, проектиране, статистика и анализ;
- софтуер за слънчево-енергиен одит.

#### 2.1. Информационни системи и бази данни за ФВС

По проектите PV-UP-SCALE и IEA PVPS Task 10 [16] е създадена онлайн база данни за градски фотоволтаични системи, реализирани в Европа, Австралия, Северна Америка, Китай и Япония. В нея се поддържат данни за разположението, типа, мощността и други параметри, както и за резултатите от експлоатацията им.

Създадена е фотоволтаична ГИС (PVGIS) [8] на Европейската комисия за преглед и оценка на соларните ресурси в европейските страни.

Онлайн база данни за ФВС в САЩ е създадена и се поддържа от Open PV Project [15].

Административните процедури и закони, които трябва да се спазват при проектиране и инсталиране

на ФВС в 12-те държави на ЕС, се поддържат в база данни по проекта PV Legal [10] на Европейската комисия.

От [14] се предоставя онлайн достъп до глобална база данни за ВЕИ, предоставяща информация за множеството фирми и физически лица, пряко ангажирани с насърчаване използването на енергия от слънцето по целия свят.

## 2.2. Сайтове и портали за разпространение на знания и технологии за ФВС

Най-популярните наши и европейски сайтове с това предназначение са:

- портал за зелена енергия Green Energy Portal – Bulgaria [4] за информирани и подпомагане на проектантите на ВЕИ, включително на ФВС.

- сайт с информация за различни технологии и стандарти за производство на фотоволтаичните клетки и тяхното приложение при производство на електрическа енергия [5].

- сайтът на Европейската слънчева термална индустриална асоциация (ESTIF) [2] запознава потребителите с начините за участие в европейски програми, насърчаващи използването на слънчевата енергия, за текущи и изпълнени соларни проекти в ЕС, директиви, касаещи ВЕИ; и мн. др.

## 2.3. Софтуерни пакети за моделиране, проектиране, статистика и анализ на ФВС

Съществува голямо разнообразие от софтуерни пакети за ФВС. Част от тях са:

**PVSYST** [12] – софтуер за изследване, оразмеряване, симулиране и анализ на ФВС. Разработен е в Institut of Environmental Sciences (ISE) на Женевския университет, Швейцария.

**PV-SOL** [11] – софтуер за динамична симулация и проектиране на ФВС. **PV-SOL Expert** е вариант на този софтуер за 3D моделиране на производителността на ФВС. Произведени са от Dr. Valentin EnergieSoftware GmbH.

**PVF-Chart** [9] – софтуер за анализ и проектиране на ФВС, създаден в Университета на щата Уискънсин, САЩ.

**F-CHART** [3] – софтуер за анализ и проектиране на ФВС, създаден от S.A. Klein and W.A. Beckman

**AREP** (Assessment of Renewable Energy Potential) [17] предлага компютърен модел за оценка на теоретичния и технически енергиен потенциал на 6 вида ВЕИ на местно ниво, включително технически и икономически оценки на приложими ВЕИ технологии и оценка на спестени CO<sub>2</sub> емисии. Моделът е създаден от българската фирма И Ес Ди – България.

**PV-DesignPro** [1] е софтуер за почасово симулиране на работата на ФВС за период от една година, в зависимост от избрани географско разположение и параметри на системата, разработен по проект на Министерство на енергетиката на САЩ.

## 2.4. Софтуер за слънчево-енергиен одит

Слънчево-енергийният одит е задължителна част от предпроектните проучвания и представлява доклад за технико-икономическа оценка за наличния и прогнозния потенциал на ресурса за производство на слънчева енергия и анализ на рентабилността на технологичните варианти за осъществяване на инвестиция за ФВС на конкретен терен и с определено предназначение.

За провеждане на слънчево-енергийния одит са разработени различни софтуерни пакети. Слънчевата радиация в страните от Централна и Източна Европа е изследвана и публикувана от Institute for Environment and Sustainability, Италия. Въз основа на това е създадена web-базирана ГИС, наречена **PVGIS** (Photovoltaic Geographical Information System) [8] със слой за слънчевата радиация, както и с функции, изчисляващи прогнози за произведена от ФВС енергия на места, зададени с географски координати или наименования. В тази ГИС има данни и за България, които не са твърде точни, поради факта че са събирани преди 2000 г. и от ограничен брой станции.

Друг пакет, всепризнат световен лидер в софтуера за слънчево-енергиен одит, е **METEONORM** на швейцарската фирма Meteotest [7]. С него работи преобладаващият брой проектантите на соларни инсталации по света. Данните и алгоритмите му са много прецизни. Точността, с която е описан релефа на терена, е само 80 метра. В света няма по-добро средство за прогнозиране на слънчевата радиация в конкретна точка от земното кълбо. Но данните са средно аритметично от радиациите за последните 30-40 години, които не отчитат глобалното затопляне в последните 10 години. Поради това, действителните стойности на радиацията са по-високи от тези, дадени от **METEONORM**. Програмата **METEONORM** разполага с база данни от над 7200 МТО станции в света. Чрез сложни термодинамични модели тя изчислява слънчевата радиация на всяка една точка от земното кълбо с максимална грешка от 6%. За регионите с висока плътност на МТО станциите (както е в Европа и България) тази грешка намалява до 3-4%. **METEONORM** се използва и у нас.

## 3. Метод и модел за извличане на знания за ФВС

От горния обзор може да се заключи, че използването на ИКТ в проектирането, моделирането и експлоатацията на ФВС от различен клас и

предназначение е широко и разностранно застъпено. Характерно е масовото прилагане на конвенционалните уеб технологии – статични и динамични страници за услуги, уеб-базирани информационни системи и бази данни.

Ефективното им използване, обаче, е невъзможно без предварително натрупани систематични знания в областта. За целта е удачно разработването на системи за управление, търсене и извличане на знания от съществуващи документи, учебни помагала, бази данни и софтуерни пакети въз основа на методите и технологиите на Семантичната мрежа (Semantic Network, Semantic Web).

Приложението на методите и технологиите на Семантичната мрежа, включително откриване на връзки между факти и информация, обуславя значително подобрене на представянето, споделянето и многократното използване на информацията за поддръжане на решения в целевата предметна област.

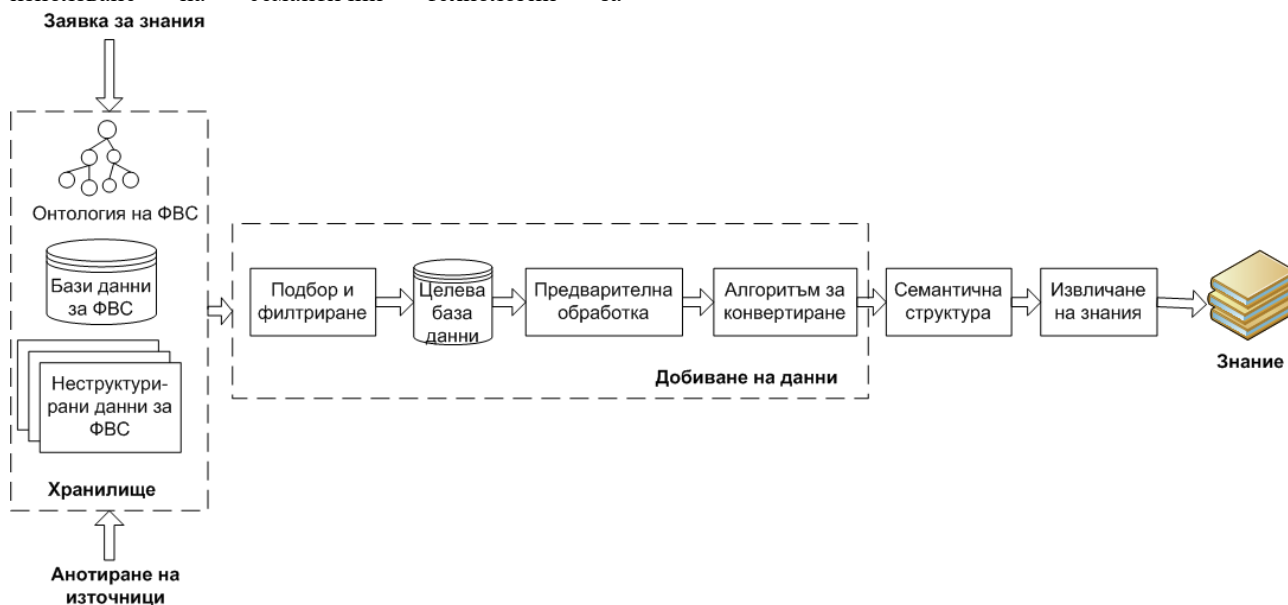
Бяха намерени твърде малко публикации за разработки, използващи тези ресурси за ФВС. Само две от тях представят реални резултати. В първата Таh и Abanda [13] предлагат онтология за ФВС, а във втората [6] се прилага методът за добиване на данни (data mining) от научни бази данни и следващо използване на семантични технологии за

прогнозиране на развитието на технологиите за ФВС.

Тези две разработки може да се разглеждат като елементи на една цялостна система за семантично управление и извличане на знания, необходими за проектиране и експлоатация на ФВС. Откриването на знания с методите и технологиите на Семантичната мрежа в която и да е област представлява процес, включващ последователност от действия (workflow) за:

- съставяне и въвеждане на заявка за семантично търсене;
- анализ и конвертиране на заявката на език, разбираем от хранилище за събиране, съхраняване и поддръжане на данни в предметната област;
- извличане на данни от хранилището;
- добиване на данни и изграждане на семантична структура на намерените концепции и характеристиките им;
- извличане на знания от структурата;
- разпространение на знанията.

Тази последователност, конкретизирана за ФВС, е представена схематично на фиг.1. Отделните действия се изпълняват от свързани софтуерни агенти, които освен това създават и поддържат елементите на системата.



**Фиг. 1. Схема на системата за управление и извличане на знания за ФВС**

По-подробно, хранилището или складът (data warehouse) обхваща таблици в бази данни, таблици в други файлови формати и неструктурирани данни (уеб страници, изображения и др.) за ФВС, които се събират и поддържат въз основа на предварителното им анотиране. Организацията на хранилището и съдържанието му са описани в онтология, която

може да се разглежда като метаданни или като ресурсе за анализ на семантичната заявка.

Процесът на добиване зависи от типа на входните данни – числови [19] или текст [21] и включва следните операции:

### 3.1. Подбор и филтриране на данни от хранилището

Извършва се идентификация на необходимите за аналитичния процес данни в съответните файлове, таблици в бази данни или многомерни структури (кубове) [20] на хранилището. Достъпът до базите данни и кубовете зависи от вида на схемата и начина на физическото съхранение. За базите данни схемата представлява нормализирани релации, докато за кубовете тя се състои от факти и дименсии, свързани в „звезда” или „снежинка” [18]. Физически кубовете могат да бъдат съхранени като релационни таблици или в многомерни масиви. След осъществяването на връзката със съответната структура в хранилището се избират необходимите обекти (таблици, дименсии, мерки или отделни полета), които представляват входните данни на заявката за знания.

### 3.2. Изграждане на целева база от намерените според заявката данни

Намерените в различни обекти на хранилището данни, съответни на заявката за знания се извличат и организират в единна структура - целева база данни. Тя представлява източник за процеса на добиване на данни.

### 3.3. Предварителна обработка за формиране на аналитична структура

Използването на данните от целевата база данни в процес на добиване на данни изисква предварителна обработка, която включва операции за тяхното изчистване, селектиране и трансформиране. Изчистването е свързано с откриване и премахване на грешните и непоследователни данни. Селектирането от своя страна отстранява данните, които не съответстват на входната заявка за знания. За откриване на данните с тези аномалии се използват статистически методи, напр. хистограми. За премахването им се прилагат техники, свързани с обработка на таблици в бази данни, като:

- Отстраняване на несъответстващите редове и получаване на т.нар. множество на случаи за анализ;
- Избор на признаците за анализ и елиминиране на колоните, които ще бъдат изключени от анализа;
- Дефиниране на нови признаци (атрибути) чрез групиране или разцепване на съществуващи в източника.

Избраните признаци за анализ може да бъдат впоследствие трансформирани с оглед удовлетворяването на специфични изисквания за прилагането на конкретен метод за добиване на знания. Трансформациите се отнасят до промяна на

типа на данните на признака – числов или текстов или промяна на характера на стойностите, а именно:

- Цифровизация – ако методът за добиване на знания работи само с данни от числов тип;
- Дискретизация – дефиниране на интервали за непрекъснати стойности на данните;
- Изчисление – създаване на нови атрибути на базата на изчисления със съществуващи.

### 3.4. Прилагане на алгоритъм за конвертиране на аналитичната структура в семантична

Добиването на данни от получената аналитична структура се извършва чрез прилагане на метод и алгоритъм [19] за генериране на семантична структура. Тези данни се наричат шаблони, мостри или закономерности. Изборът на алгоритъм зависи от вида на търсените закономерности. Най-често те са:

- **Асоциация** – налице са между атрибути, при които честотата на едновременна поява на определени техни стойности е сравнително висока;
- **Класификация** – функционална зависимост между атрибути, при която зависимият атрибут приема стойност от няколко предварително известни класа. Определят се правилата, чрез които класифицирането всеки отделен случай е положително или отрицателно;
- **Клъстериране / сегментиране** – определят се групи от случаи, които са различни. Видът и броят им е предварително неизвестен.
- **Тенденция / регресия** – прогнозиране на атрибут с непрекъснати стойности в зависимост от стойностите на друг непрекъснат атрибут.

Получената семантична структура представлява: правила за класификация, асоциативни правила, групи с определени характеристики или регресионна зависимост. Тя се представя с таблица, онтология, тезаурус, невронна мрежа и др.

### 3.5. Извличане на знания

Семантичната структура, получена чрез прилагане на специфичен алгоритъм се анализира за извличане на конкретно знание, в съответствие с подадената заявка. Заявките извличат 2 основни типа знания:

- **Прогнозиране** – клас или категория, в която попада изследвания случай (при дискретен прогнозируем атрибут) или конкретна числова стойност при непрекъснат прогнозируем атрибут;
- **Описание** – корелации, правила за асоцииране на стойности на входни атрибути.

Извлечените знания съдържат и стойност на мярка за оценка на достоверността. Тя е точност (напр. процент на верните прогнози), квадратична,

абсолютна или относителна грешка, коефициент на корелация или регресия в зависимост от типа на данните на анализирания атрибут.

#### Изводи и заключение

Предимствата на семантичните методи и технологии се състоят във възможностите им за представяне в дълбочина на предметната област. При всяка заявка за семантично търсене се конструират различни целеви бази и семантични структури, въз основа на които се извличат знания.

По-нататъшната работа е свързана с поетапно разработване на система за управление и извличане на знания за ФВС, които биха били полезни за вземането на решения, както при моделирането и проектирането, така и при експлоатацията на ФВС.

Съществен недостатък на семантичните методи и технологии понастоящем е сложното им разработване и внедряване. Но предвид големия им потенциал за практиката, те непрекъснато се усъвършенстват.

#### Литература

1. Building Energy Software Tools Directory (2011) [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/software.cfm/ID=96/](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=96/)
2. European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF) (2012). <http://www.estif.org/>
3. F-CHART (2010). <http://www.fchart.com/fchart/fchart.shtml>
4. Green Energy Portal – Bulgaria <http://green-energy-bg.com/cms/bg>
5. Lenardic, D. (2011). Photovoltaic Resources. <http://www.pvresources.com/>
6. Madnick, S., Wei Lee Woon. (2012). Technology Forecasting Using Data Mining And Semantics.

- <http://web.mit.edu/mit-tdp/projects/abu-dhabi-research-detail.html>
7. METEONORM software (2010). <http://www.meteonorm.com>
8. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). (2010). <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
9. PVF-Chart (2010). <http://www.fchart.com/pvfchart/pvfchart.shtml>
10. PV Legal (2011). <http://www.pvlegal.eu/database>
11. PV-SOL (2010). <http://www.solardesign.co.uk/pvsol.php>
12. PVSYST (2010). <http://www.pvsyst.com/5.0/>
13. Tah J.P.M., Abanda H.F. (2011). Sustainable building technology knowledge representation: Using Semantic Web techniques, J. Advanced Engineering Informatics, v. 25 Issue 3, August, 2011, pp. 547-558
14. The Global Database for Renewable Energy (2010). <http://renewablesconnection.com>
15. The Open PV Project (2012), <http://openpv.nrel.gov/>
16. Urban Scale Photovoltaic Systems (2011). <http://www.pvdatabase.org/>
17. Местно устойчиво енергийно планиране (2010). <http://lsep.esdb.bg/safire.html>
18. Rozeva, A. (2010) Analytical Models for E-Governance. Proceedings of II International Scientific Conference “E-governance”, Sozopol, Bulgaria. 17-19 June 2010, p.19-24
19. Розева, А. (2010). Управление на устойчивото развитие чрез откриване и анализ на закономерности, Управление и устойчиво развитие, т.25(1), стр.91-95
20. Розева, А., Боюкова, Е. (2011). Интелигентно управление на устойчивото развитие – аспекти и подходи за реализация, Управление и устойчиво развитие, т.28(1)
21. Rozeva, A., (2011). Approach for mining text databases. Proceedings of the III International Conference “E-governance”, Sozopol, Bulgaria, June 19-22, 2011, p. 82-87

## APPLICATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS IN DESIGN AND EXPLOITATION OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

B. Deliyska<sup>1</sup>, A. Rozeva<sup>1</sup>, P.P. Manoilov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – University of Forestry, Sofia

<sup>2</sup> – Technical University, Sofia

#### Abstract

The paper examines application aspects of information and communication systems (ICT) for the design and exploitation of photovoltaic systems (PVS). Four groups of applications are differentiated – information systems and databases; knowledge, politics and program dissemination; software for modeling, design, statistics and analysis; and solar power audit software. Despite their advantages it was found that Semantic network methods and technologies practically are not used in the area of PVS. Method and technology for semantic knowledge management and extraction necessary for modeling and design of PVS is proposed. The framework for knowledge extraction and management is presented. The perspectives and problems for facilitating semantic data processing in that area are discussed.

#### Адрес за контакти

Факултет „Стопанско управление”  
Бул. „Св. Климент Охридски” №10  
София 1756  
Bulgaria  
e-mail: delijska@gmail.com