



## ОБУЧЕНИЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНИ ИНСТАЛАТОРИ

Определяне на професионалната работна  
рамка и развитие на методика за обучение на  
инсталатори

***Каталог на обичайните повреди и грешни  
практики при инсталиране и поддръжка на PV  
инсталациите  
(WP2 - D2.6, **Вар.** 1)***



Issued by EPIA, June 11 , Revised Sep 11  
IEE/09/928/SI2.558379

Contract N°:



**PVTRIN:** Обхватът на PVTRIN проекта е разработването на програма за обучение и сертифициране на техници, съгласно общоприети критерии и стандарти, фокусирани върху инсталацията и поддръжката на малки фотоволтаични системи.

Очакваните резултати са: Акредитирани учебни курсове и действаща сертифицирана програма за PV инсталатори в 6 страни участнички в проекта; практически учебен материал/програма за инсталаторите и техните преподаватели; Web портал с достъп до техническа информация за инсталиране/интегриране на PV системи; 8 пълни начални курса за обучение, сдружение на опитни/сертифицирани PV инсталатори; пътна карта за приемане на сертификационни програми в Европа.

Дългосрочно, PVTRIN ще способства за разрастването на пазара на PV системи и такива интегрирани в сгради в страните участнички в проекта, ще осигури средство за страните-членки на ЕС да изпълнят задълженията си за въвеждане на признати сертификати за инсталатори на ВЕИ до 31/12/2012г. и да подкрепи усилията им да достигнат задължителната цел от 20% дял на енергията от ВЕИ в общата енергийна консумация на ЕС до 2020г. PVTRIN е съфинансиран от Програма Интелигентна Енергия – Европа (IEE).

### **КООРДИНАТОР НА ПРОЕКТА**

Доцент Теохарис Цуцос, Лаборатория за Възобновяеми и Устойчиви Енергийни Системи,  
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ НА КРИТ (TUC)

### **УЧАСТНИЦИ В ПРОЕКТА**

Агенция на Брашов за Управление на Енергията & Околната среда (ABMEE)	Румъния
Научен строителен институт (BRE)	Великобритания
Енергиен Институт Hrvoje Požar (EINP)	Хърватска
Европейска Асоциация на Фотоволтаичната Индустрия (EPIA)	ЕС
Научно-Техническа Камара на Кипър (ETEK)	Кипър
Енергиен Център София (SEC)	България
Техническа Камара на Гърция – Западен Крит (TEE)	Гърция
Техналия Роботикер (TECNALIA)	Испания

### **РЪКОВОДИТЕЛ НА РАБОТНИЯ ПАКЕТ**

Лаборатория за Възобновяеми и Устойчиви Енергийни Системи,  
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ НА КРИТ (TUC)

### **РЪКОВОДИТЕЛ НА ЗАДАЧАТА – РЕДАКТОР НА МАТЕРИАЛА**

Европейска Асоциация на Фотоволтаичната Индустрия (EPIA)  
Работен екип: Пиетержан Фанбугенхут, Мануел Рекингер, Гаетан Масон (EPIA)

### **СЪАВТОРИ**

Доцент Теохарис Цуцос, Захариас Гкусос, Ставрула Турнаки (TUC)



### **ЗАБЕЛЕЖКА**

Цялата отговорност за съдържанието на тази публикация носят авторите. Не е задължително то да отразява мнението на Европейската Общност. Европейската Комисия не е отговорна за каквато и да е употреба на тук съдържащата се информация.

Размножаването е разрешено при условие, че е посочен източника.

## Съдържание

1	Обхват на материала .....	4
2	Въведение – PV като надеждна технология .....	4
2.1	Малко история.....	4
2.2	Малко аварии в стари инсталации .....	4
2.3	Бързо подобрене на качеството на оборудването .....	5
2.4	Заключение .....	5
3	PV в цялото им разнообразие .....	5
3.1	Голямо разнообразие на местоположения и приложения.....	5
3.2	Голямо разнообразие от компоненти .....	6
3.3	Голямо разнообразие от национални изисквания.....	7
4.1	Избор на местоположение .....	10
4.2	Проектиране на системата.....	10
4.3	Инсталиране на компонентите .....	11
4.4	Безопасност .....	11
4.5	Обслужване, включително контрол и поддръжка .....	14
5	Списък на често срещани грешки и лоша практика .....	15
6	Референции .....	18

## 1 Обхват на материала

На базата на информацията събрана от главните участници в PV индустрията, инженери, конструктори, и опита на собствениците на PV, е създаден този каталог с най-честите грешки и неправилни действия. Той ще се осъвременява периодично по време на проекта, с включването на индустриалните асоциации.

Целта на този каталог е да консолидира най-важните грешки, които могат да се появят по време на инсталирането на дадена PV система така, че инсталаторите да могат да ги разпознаят и избегнат. Така, че каталогът ще е полезен не само за обучението, но и като справка за инсталаторите, при необходимост.

Това издание беше разработено със съдействието на производителите и подкрепата на група членове на EPIA<sup>1</sup>.

Като общ коментар, повечето грешки не се дължат на лоши практики на определен етап, а са комбинация или натрупване на неблагоприятни действия на различни етапи или просто на лоша и неадекватна комуникация между проектантите и инсталаторите.

За да се избегне този вид грешка, PV секторът се нуждае от разнообразна и квалифицирана работна сила. Опитната работа ръка изисква подходящо програма за обучение и сертификация.

## 2 Въведение – PV като надеждна технология

### 2.1 Малко история

Първите земни PV приложения започнаха едва в началото на седемдесетте години – основно малки самостоятелни системи. До края на миналото столетие мащабът на PV пазар остана незначителен и чак през 2004г. бе достигнат годишен инсталиран капацитет на PV над 1 GW.

Затова фотоволтаиците PV могат да се считат за доста „млада“ технология в сравнение с традиционните източници за производство на енергия. Въпреки това, фотоволтаичният ефект е бил открит още през 1839г. и оттогава е непрекъснато проучван. Първото изследване е било посветено на зараждането на наистина световно приложение (космическо и по-късно земно), докато по-късно фокусът се поставя върху подобряване на качеството, изправността и сигурността на технологията. И днес фотоволтаичната PV индустрия инвестира голяма част от приходите си в изследване и развитие.

### 2.2 Малко аварии в стари инсталации

Института Фраунхофер ISE и KfW са анализирали грешките, появяващи се в системите, които са били инсталирани в рамките на програмите „1,000 и 100,000 покрива“ в Германия. Анализите са сумирани от Германското Енергийно Дружество (DGS). На първо място те открили, че цялостните аварии на PV системите са изключително редки. Нещо повече, в повечето случаи на авария, тя несъмнено е била свързана с оборудването.

---

<sup>1</sup> Асоциацията на Европейската Фотоволтаична Индустрия е най-голямата в света, с активни членове по цялата PV верига от полисиликонова продукция до проектиране на PV система.

## 2.3 Бързо подобрение на качеството на оборудването

Днес повечето от оборудването е претърпяло невероятни подобрения от гледна точка на качество и сигурност. Също изискванията за тестване са по-добре дефинирани, отколкото преди и процесите на тестване стават все по-стандартизирани. Списъкът по-долу (Таблица 1) дава някои примери на зони, където са се появили проблеми. Обяснено е също как е подобрена надеждността в тези зони – чрез стандартизиране, гаранции или подобрение на продуктите:

**Таблица 1:** Проблеми с качеството на PV системи, Германска Енергийна Асоциация (DGS, 2008г.)

Проблеми, касаещи PV оборудването		
PV модули	DC кабели и връзки	PV инвертори
IEC стандартизация (IEC 61215, IEC 61646, IEC 62108 & IEC 61730)	Подобрена стандартизация	IEC стандартизация (IEC 62109)
Гарантиран живот от производителите на PV модула (90% след 10 години и 80% след 25 години)	Контактните връзки са широко разпространени сега	
	Физическият живот на кабелите сега е 45 години	
	На пазара има кабелна защита	
	Автоматично наблюдение на инверторите	
	Превключватели (AC or DC)	
Проблеми, касаещи проектирането, разработката и инсталацията		
Няма разширителни фуги: на пазара има нови монтажни структури & гъвкави фуги		
Несъвместими метали		
Грешно оразмеряване на PV инвертора/кабелите : сега има средства за проектиране и симулация		

## 2.4 Заключение

Това ясно показва, че когато говорим за аварии, свързани с PV системите, днес фокусът се е изместил от компонентите. Сега по-скоро проектирането, разработването и физическата инсталация на системата се нуждаят от по-нататъшно подобрение, отколкото надеждността и производителността на самите компоненти.

## 3 PV в цялото им разнообразие

По време на инсталация на PV система значителен брой елементи трябва да се вземат предвид.

### 3.1 Голямо разнообразие на местоположения и приложения

На първо място, голямо разнообразие на местоположения – има готови покривни покрития за малки покривни системи: скатни или плоски, с различна ориентация, наклон и др. Освен това, като се има в пред вид, че някои правителства субсидират интегрираните фотоволтаици (BIPV), се развиват нови концепции. Днес PV могат да бъдат внедрени във фасадите на сградите; продуктите могат да имат форма на керемиди, стъклени стени, прозорци и др. Следователно спецификата на

всяко място определя планирането и проектирането на PV системата. Таблицата по-долу очертава различните типове на приложение и ги организира съгласно различните пазарни сегменти. Малките системи, посочени в член 14 от Директивата за ВЕИ (RES) (2009/28/EC) – и съответно в обхвата на PVTRIN Проекта трябва да определени като покривни (BAPV) – втори ред и всички интегрирани системи (BIPV) – трети ред от Таблица 2. Разбира се това разделяне е само индикативно и е базирано на наличните на пазара възможности за приложения и размери на системите.

**Таблица 2:** Разделяне на пазара на PV по различни типове приложения и пазарни сегменти (EPIA, 2010г.)

Пазарни сегменти Тип на приложение	Жилищно	Търговско	Индустриално	Помощен мащаб
	< 10 kWp	10kWp - 100kWp	100kWp - 1MWp	>1MWp
Монтирани на терена			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Покривни (BAPV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Интегрирани във фасадата/ покрива (BIPV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

### 3.2 Голямо разнообразие от компоненти

На второ място, има също и голям брой компоненти за изграждане на PV система. Основните части от системите за производството на слънчева енергия са:

- Фотоволтаични модули за събиране на слънчева светлина
- Инвертори за трансформиране на правия ток (DC) в променлив (AC)
- Комплект батерии за самостоятелни PV системи
- Поддържащи конструкции за ориентиране на PV модулите към слънцето

Компонентите на системата, с изключение на PV модулите, са дадени като баланс на системните (BOS) компоненти.

На пазара могат да се намерят **PV модули** произведени по различни технологии. Те са класифицирани като първо, второ или трето поколение. Технологията първо поколение е базисна кристално-силиконова (c-Si). Второ поколение включва Тънкослойни технологии, докато Трето поколение включва сборни фотоволтаици, органични и други технологии, които още не са популярни в такава степен. Таблица 3 сумира различните PV технологии и тяхната степен на ефективност (данни от февруари 2011г.). Всяка PV технология има своите предимства и затова може да бъде използвана за едно или друго приложение. Още повече, тъй като проектът на PV системата е силно повлиян от избора на PV технология, процесът на подбор на PV технологията и типа на PV модулите е важен и изисква достатъчно знание за PV технологиите.

**Таблица 3:** Преглед на търговските PV технологии (EPIA, 2010г.)

Ефикасност на търговския модул							
Технологии	Тънкослойни					Кристален силикон	
					Светлочувств.	Моно	мулти
	(a-Si)	(CdTe)	Cl(G)S	a-Si/ μc-Si	Dye s. cells	Mono	Multi
							
Ефикасност на клетката	4-8%	10-11%	7-11%	7-9%	2-4% (LAB)	13-19%	11-15%
Ефикасност на модула							
Необходима площ/kW (на модул)	~15m <sup>2</sup>	~9 m <sup>2</sup>	~10 m <sup>2</sup>	~12 m <sup>2</sup>		~7 m <sup>2</sup>	~8 m <sup>2</sup>

За системи, свързани в мрежа, инверторът е устройството, което трансформира правия ток DC, произведен на модулно ниво, в променлив ток AC за изпращане в електрическата мрежа. Така той е важен елемент за свързаните в мрежа PV системи без значение на размера им. PV инверторът осигурява електрическа връзка и също има многобройни решения на пазара не само по отношение на размера му, но и по начина на прилагане: централен, многоредов или даже на модулно ниво – интегриран в модул или не. В добавка, все повече допълнителни средства, като енергиен оптимизатор, ключове и др. са били интегрирани в PV системите, за да подобрят производителността и сигурността им при определени условия. Ясно може да се разбере, че за да се вземат предвид всички тези елементи и да е възможно да се отговори на променящите се потребителски нужди, повлияни от политически решения и общественото мнение, инсталаторът/проектантът на PV системи трябва добре да знае кои продукти са налични на пазара.

Същото се отнася до **монтирането** на модулите и **свързването** им. Много компании са ангажирани в проектиране на монтажни конструкции, кабели и интерконектори. С бързи темпове се разработват иновативни решения. Инсталаторите трябва да са наясно със спецификата на най-новите продукти, за да могат да отговорят на нуждите на клиентите. Затова обучението е решаващо.

### 3.3 Голямо разнообразие от национални изисквания

На трето място, има различни национални изисквания и много участници, които трябва да бъдат взети предвид. Инсталаторите не само трябва да бъдат способни физически да инсталират отлично работеща PV система, но и да се справят с клиентите по време на търговския процес (напр. съветвайки ги за различните подходящи поддържащи механизми), с **административните власти** по време на вземането на разрешение, с операторите на мрежата и други участници за **свързването** на PV системата. Инсталаторите трябва да могат да помагат на крайния клиент в



цялостния процес до завършване на инсталирането и свързването с мрежата, а и след това (поддръжка).

Това отговаря на изискванията на **Анекс IV на Директивата за ВЕИ (RES)** която изисква обучението на инсталаторите да включва *“пазарната ситуация на соларните продукти и цени, и сравнение на доходността, екологическите аспекти, компонентите, характеристиките и оразмеряването на соларните системи, подборът на точната система и оразмеряването на компонентите, определянето на топлинните нужди, защитата от пожар, свързаните разходи, проектирането, инсталирането и поддръжката на соларните фотоволтаични системи”*.

Затова фотоволтаичната индустрия смята, че *“съобразявайки се с разнообразието на сгради и изисквания в различните страни-членки на ЕС, ще бъде много трудно да се създаде една хармонизирана сертификационна програма. Все пак принципите на взаимното признаване на различните национални сертификационни програми изисква от тях да имат общи допирни точки. Затова трябва да се начертаят някакви минимални изисквания и специализиран орган да осигури изпълнението им във всички национални програми”* (Официално становище на EPIA – 2010г.).

И така, индустрията поддържа идеята за създаването на обща **база – минимални изисквания – за всички страни-членки**. Така осъществяването на учебните програми ще бъде определено и адаптирано на национално ниво. В момента изискванията за строителство, административните процедури и свързването към мрежата са различни в повечето страни-членки на ЕС. Така би било трудно да се развият учебни програми, които да решат всички въпроси във всички страни-членки, без адаптиране към националното законодателство и правна рамка.

Друга насока е рационализирането на административните процедури за свързването с националната електро-преносна мрежа. За преглед на настоящите административни бариери в страните-членки на ЕС, моля вижте проекта PV LEGAL ([www.pvlegal.eu](http://www.pvlegal.eu)). Асоциацията на Европейската Фотоволтаична Индустрия е разработила препоръки за постоянен растеж на пазара, в които дава съвети относно модернизирането на административните процедури и тези по свързването с мрежата. Моля, отнесете се към Фотоволтаичната Обсерватория – Препоръки за политика ([www.epia.org/publications](http://www.epia.org/publications)).

## 4. Обичайни аварии и лоши практики

При наличието на огромно разнообразие и приспособяемост на PV системите, очевидно е, че могат да се допуснат много грешки в случай на недостатъчна подготовка на инсталаторите относно наличието и техническите параметри на различните PV компоненти, както и за националните изисквания относно административните процедури, свързването с мрежата и строителните норми.

Има много етапи в изпълнението на PV системите, при които могат да възникнат грешки:

- Избор на местоположение
- Проектиране на системата
  - Подбор на компоненти



- Механични повреди
- Електрически повреди
- Инсталиране на компонентите
  - Механични повреди
  - Електрически повреди
- Безопасност (персонална безопасност, както и безопасност на инсталацията, напр. от излагане на външни условия)
- Обслужване, включително наблюдение и поддръжка (недостатъчно)

Например, много инсталационни грешки с различна сериозност бяха намерени в 200 инспектирани системи, изградени по Програма “1000-Покрива”. Таблица 4 дава преглед на видовете дефекти и честотата им на проявление.

**Таблица 4:** Вид и честота на инсталационния дефект (IEA –PVPS Задача 7, 2002)

Инсталационни грешки	
Кабелът на соларния генератор не е свързан механично	24 %
Недостатъчно топлинно разпръскване от веригата диоди	60 %
Хлабави терминални връзки	5 %
Незапечатан кабелен вход отгоре на свързващата кутия	-
Счупена запечатана ел. верига в съединителната кутия	-

Разхлабените или счупени връзки може да се дължат на недоброкачествена работа по време на инсталирането и рядко е докладвано за счупена ел. верига в съединителната кутия, което да причинява волтова дъга в пукнатината.

Възможно е пукнатините да се дължат на прекалено усукване или натиск, дължащи се на лошо проектиране на системата. В зависимост най-вече от работния волтаж, тези грешки могат да доведат до електрическа волтова дъга и последващо разушаване на модулната свързваща кутия.

Най-често срещаните аварии са не от лоша практика на една определена фаза, а са комбинация или натрупване на неблагоприятни действия на различни етапи или просто се дължи на грешно или недостатъчно сътрудничество между проектантите и инсталаторите.

За да се избягнат този вид грешки, секторът се нуждае от разнообразна и квалифицирана работна сила. Качествената работа изисква правилна програма за обучение и сертификация.

#### 4.1 Избор на местоположение

Изборът на местоположение включва очевидни аспекти като ориентация, наклон и засенчване (включително предвиждане на слънчевото греене), но също и елементи, които са по-малко ясни, такива като оценка на влиянието на околната среда, когато става дума за големи инсталации, монтирани на терена.

Чести грешки в областта на първоначалния подбор на място за **покривните системи** са много редки. Повечето инсталатори (както и крайните потребители) са наясно с важността на ориентацията и наклона на PV инсталацията. Почти не може да се видят инсталации на жилищни покриви, ориентирани на север.

За съжаление, **засенчването** не винаги се взема предвид и много лесно се пренебрегва от проектантите/инсталаторите. Затова е важно да се представи детайлна прогнозна справка за слънчевото греене, обръщайки внимание на ориентацията, наклона и всички възможни засенчвания от околните дървета и/или сгради.

При по-големите PV системи, монтирани на терена, важно е да се анализира потенциалното им влияние върху биоразнообразието. Затова трябва да се представи **оценка на въздействието върху околната среда** и резултатите ѝ да бъдат широко обсъдени с обществото, политиките и всички останали участници. Въпреки, че решението да се върви към такъв проект трябва да се взема индивидуално за всеки случай, Германската Асоциация за Възобновяема енергия е издала доклад “Соларни паркове – Възможности за биоразнообразието”.

#### 4.2 Проектиране на системата

Фазата на проектиране включва всички взети решения за подходящ размер на системата, както и избор на различните компоненти. Важно е да се вземат предвид изчисленията за базовото натоварване от конструкцията и вятъра. Нещо повече, трябва да се наблегне върху оразмеряването, включително размера и избора на подходящ инвертор, кабели, оптимизатор на мощността и прекъсвачи, както и комбинаторни кутии и трансформатори. Тази задача обикновено завършва с моделиращи упражнения на бъдещата работа на PV системата и поради това включва също познания за софтуеъра и средствата за симулация за моделиране на системата.

За жилищни системи е от критично значение да **спазват строителните норми и нормите за сигурност**, включително и мерките за вентилация на сградата, осигуряването на достъп за противопожарната служба, максималното натоварване и т.н. Когато покривът не е подходящ за инсталиране на PV система, това просто трябва да бъде отчетено.

Нещо повече, **изборът на компоненти** е критичен; особено когато става дума за PV системи с неподходящо разположение, като западни покриви или плоски покриви, на които не може да става дума за монтиране на модули поради ограничения в натоварването. Решаващо е вземането предвид на най-новите постижения, напр. специални продукти, предназначени за източни и западни покриви, леки подвижни PV модули и др.

Трябва да се признае, че без достатъчно обучение, възможността от грешки по време на тази фаза може да бъде значителна.

**Обичайните грешки, които могат да се срещнат на тази фаза, са:**

- Неточна прогноза за произвежданата енергия от системата
- Различни азимуту или наклони в една и съща редица
- Редици модули с различна мощност
- Стабилност: непълни изчисления на конструктивното натоварване
- Оразмеряване: напр. недобре оразмерени кабели
- Проблеми на засенчването, недостатъчно взети предвид
- Несъвместимост: напр. инверторът не е подходящ или електромера не съответства на мощността на инвертора
- Неправилна защита на електрическата верига
- Липса на мълниезащита, заземяване и защита от токов удар
- Нормативите за строителство и електрическите нормативи за свързване с мрежата не са взети под внимание
- Липсваща документация на късни етапи на проектирането (несъобразени със стандарт IEC)

Още нещо - ясно е, че всяка **промяна в последния момент в някоя от проектните фази** засяга цялостния проект на PV системата и може да окаже пагубен ефект на производителността или сигурността на крайната инсталация.

#### **4.3 Инсталиране на компонентите**

Тази стъпка нормално изисква комбинирана работа на специалисти по покривите и електричари. Отново е ясно, че без достатъчна подготовка за спецификите на PV, вероятността от грешки по време на този процес може да бъде голяма.

**Обичайни грешки, срещани се на тази фаза, могат да бъдат:**

- Инсталаторът не спазва проекта на системата
- Недостатъчна вентилация на инвертора и модула (площта около инвертора трябва да се пази свободна, за да позволява добър въздушен поток за правилно охлаждане)
- Покривна перфорация без адекватно уплътняване
- Некачествена електрическа инсталация: стегнати или разхлабени кабели
- Липсващо или неточно означение
- Няма заземяване или мълниезащита
- Няма мерки против ръжда
- Лошо разположени сензори

#### **4.4 Безопасност**

Безопасността включва едновременно персоналната сигурност (на работника), както и на продукта (сигурност на инсталацията).

**Безопасност на работника:**

Теоретично, екипът инсталиращ PV системата, трябва да е съставен от **електротехник** и **покривен специалист**. Електротехникът трябва да се справи с електрическите връзки, както и със свързването с мрежата, докато покривният специалист трябва да има достатъчно опит да се справи

с механичното инсталиране на панелите върху покрива и да направи връзките между модулите. Теоретично; електротехниците, покривните и другите строителни работници трябва да приложат колективно знанията си в нов вид работа, която би трябвало да се нарича “соларен инсталатор”.

#### **Безопасност на инсталацията:**

Важен елемент, който също е бил дискутиран нашироко в някои европейски страни, е **пожарната безопасност**. Първо е важно да се разбере, че в случай на пожар на място където има PV система, пожарите са причинени главно от външни източници на пожар и само в редки случаи е докладвано, че самата PV система е била източник на пожара (неправилна полярност може да причини сериозна авария на редица модули и на електрониката на системата и е била съобщена като причинител на пожари в някои системи). Затова въпросът не е в качествата на самата PV система, а в сигурността на пожарогасителите при гасене на пожар в сграда с PV система. В това отношение 4 елемента са от голямо значение: проектът на PV системата, качеството на PV компонентите, качеството на инсталацията и връзката между отговорните лица (напр. пожарната служба). Също така трябва да бъде подчертано, че има много решения на всички фази на проекта и инсталацията в съответствие с изискванията за сигурност, като избор и проектиране на мястото по начин, който да не възпрепятства достъпа на пожарната служба, да се предвидят достатъчно означения и правилното им поставяне, проектирането на електрочастта (за кабели и друго електрическо оборудване) и т.н. ...

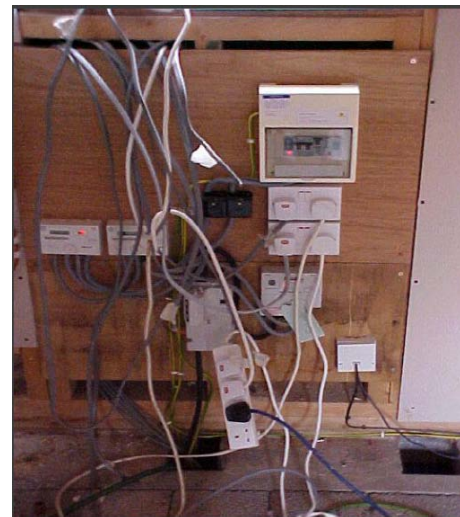
Скорошен проект **“PV защита от пожар и мерки за гасене”** координиран от BSW (Германската Асоциация на Соларната Индустрия) доведе до публикуването на комплект от технически ръководства за инсталатори. Той формулира, че *“Непокътнатите PV системи не представляват риск. По време на пожар персоналната сигурност може да се спазва чрез следване на основните принципи за електрически инсталации, тъй като те са заложили в указанията MLAR и в съответните Държавни Строителни Норми”*. Тази защита може да се постигне чрез:

- Организационни мерки, като
  - Означения по PV системата в сградната съединителна кутия и главния разпределител във вид на указателен знак
  - Общи чертежи за аварийните служби
  - Приложения към противопожарния проект
- Строителни мерки като
  - Пожаро-безопасно полагане на кабелите за прав ток (DC) или
  - Провеждане на кабелите за прав ток (DC) извън сградата или
  - Инсталиране на инвертора извън сградата или в мястото на влизане, така, че само кабели за променлив ток (AC) да трябва да се полагат в сградата
- Технически мерки като
  - Прекъсвач за прав ток (DC) с дистанционно командване от пожарната служба в зоната на таблото с главния сграден предпазител за изключване на главния кабел на правия ток (DC) или редицата от модули.





**Снимка 1:** Собствениците трябва да стоят далеч от PV системата по време на пожар и след него, и да уведомяват бригадата за особени рискове в PV системата.



**Снимка 2:** Неправилно окабеляване



**Снимка 3:** Късо съединение и претоварен конвертор



Снимка 4: Повреди от пукнатини на конструкцията



Снимка 5: Модули, повредени от буря

#### 4.5 Обслужване, включително контрол и поддръжка

Инсталаторът е не само техник, а и търговец. Затова са необходими основни търговски умения. Необходимо е добро познаване на ползите за околната среда, финансови и др. икономически ползи от PV.

Често срещани грешки в това отношение са:

- Наръчници, гаранции, сертификати за тестване, документация за връзките с мрежата не са предадени на собственика/обслужващия
- Недоставена информация за последните нововъведения и специализирани приложения (BIPV)
- Недоставена информация за административните изисквания, процедурите за свързване с мрежата, субсидии и други свързани ползи
- Твърде агресивно пазарно поведение
- Липса на бързи и адекватни контрол и обслужване

Поддръжката на PV система включва поддръжка на всички части на системата и изисква малка поддръжка, с изключение на батериите при автономни системи. Поддръжката на батериите зависи от типа и циклите на зареждане/разреждане. Тя трябва да се извършва поне веднъж годишно, но инсталаторът трябва допълнително да уведоми собственика на системата да наблюдава работата ѝ. Най-общо, поддръжката се изразява в почистване на стъклото от прах и боклук, което може да се извърши чрез измиване на модулите с вода. То е необходимо през дългите сухи периоди, когато дъждът не може да осигури естествено почистване. Модулите трябва да се чистят, когато не са прекалено нагорещени.

## 5 Списък на често срещани грешки и лоша практика

ПОКАЗАТЕЛИ	ГРЕШКИ / ЛОША ПРАКТИКА
<b>1. Избор на място</b>	
Ориентация	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разположение север / запад на инсталацията</li> </ul>
Наклон	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разлика в азимута или наклона в една и съща редица</li> <li>– редицата не е наклонена с ъгъла на географската ширина (за най-добра производителност през годините)</li> </ul>
Засенчване	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разполагане на системата в среда, обградена с дървета и/или сгради</li> <li>– сезонното засенчване не е взето под внимание</li> </ul>
Корозия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– модулите са изложени на влиянието на солени води</li> </ul>
Биоразнообразие (за големи системи, монтирани на терена)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– пренебрегнато е евентуално влияние върху дивата природа</li> </ul>
<b>2. Проектиране на системата</b>	
Строително натоварване	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не са взети предвид възрастта и състоянието на покрива</li> <li>– не е използвана специална конструкция, водещо до проблеми в стабилността на системата</li> <li>– не са спазени строителните норми за сгради</li> </ul>
Натоварване от вятър	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неправилно монтиране</li> <li>– системата не е монтирана на бетонова основа</li> </ul>
Местоположение	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Не са спазени нормите за строителство и безопасност (напр. прекомерно натоварен покрив, няма достъп за пожарникарите)</li> <li>– Баланса на системата не е разположен в устойчиви на атмосферни влияния или водонероницаеми обвивки</li> </ul>
Оборудване	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неправилен инвертор, маломерни кабели, оптимизатор на мощността и прекъсвачи, както и съединителни кутии и трансформатори</li> </ul>
Мълниезащита/заземяване	<ul style="list-style-type: none"> <li>– няма мълниезащита, заземяване и защита от токов удар</li> <li>– PV система, разположена на незащитено място</li> <li>– Допуснат контакт на мед (заземителен проводник на оборудването) с алуминиевите релси и модулните рамки</li> </ul>
Електрически връзки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неправилна полярност</li> <li>– неправилна защита на веригата</li> <li>– несъответствие: напр. несъответствие на инвертора или неизправен измервател на отделената енергия</li> <li>– дължините на електрическата инсталация не са минимализирани</li> <li>– нормативите за свързване с мрежата не са взети предвид</li> </ul>



ПОКАЗАТЕЛИ	ГРЕШКИ / ЛОША ПРАКТИКА
– 3. Инсталация на компонентите	
Засенчване	– не е спазено разстоянието между редиците модули
Повреда на покрив	– перфориране без съответното уплътняване
Корозия	– материалите, използвани на открито, не са слънце-устойчиви
Редица модули и конфигурации	<ul style="list-style-type: none"> <li>– модулите са подложени на прекомерни сили, дължащи се на топлинно разширение на носещата конструкция</li> <li>– залагане на прекалено малко модули в серии за правилна работа на инвертора по време на високите летни температури на редиците</li> <li>– недостатъчна вентилация на модулите</li> <li>– модули с различна конфигурация и различно ниво на номинална мощност са използвани в една и съща редица</li> </ul>
Инвертори	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разположени на места, изложени на директно слънчево греене</li> <li>– недостатъчна вентилация</li> <li>– разположени на голямо разстояние от PV редица/съединителна кутия</li> <li>– инсталирани близо или върху лесно запалили повърхности</li> </ul>
Окабеляване	<ul style="list-style-type: none"> <li>– много стегнати или разхлабени кабели</li> <li>– неправилна кабелна поставка с излагане на физически увреждания</li> <li>– множество кабели влизащи в един проводник</li> </ul>
Проводници	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разстояние между подпори на повече от 30см от кутии или прибори</li> <li>– чупки на проводници твърде близо до свързките</li> </ul>
Батерии	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не инсталирани в отделно ограждение от контролни или други компоненти на PV системата</li> <li>– инсталирани в близост до радиоактивни или горими материали</li> <li>– изложени на директна слънчева светлина</li> <li>– изложени на високи температури</li> </ul>
Надписи и предупредителни знаци	– липсващи или неправилно положени
Сензори	– лошо разположени
Кутии или изолационни тръби	– покриването им ги прави почти недостъпни за обслужване

ПОКАЗАТЕЛИ	ГРЕШКИ/ ЛОША ПРАКТИКА
<b>4. Безопасност</b>	
Безопасност на техника	<ul style="list-style-type: none"> <li>- предпазно оборудване против падане не е използвано, макар, че е необходимо</li> <li>- неспазване на нормите за безопасност</li> <li>- работа в неблагоприятни условия: влага, силен вятър или замръзнали покривни повърхности</li> <li>- инсталаторът стъпва по панелите</li> <li>- инверторът е инсталиран след окабеляването</li> </ul>
<b>В случай на пожар</b>	
Организационни мерки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необозначена PV система в сградната свързваща кутия и главен разпределител с указателен знак</li> <li>- липса на основни чертежи за аварийните работници</li> </ul>
Строителни мерки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- липса на пожароустойчиво трасе на прав ток (DC)</li> <li>- липса на кабели за прав ток (DC) извън сградата или</li> <li>- инверторът е инсталиран вътре в сградата</li> </ul>
Технически мерки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостиг на прекъсвачи за прав ток ( DC) в зоната на централното табло на сградата</li> </ul>
<b>Поддръжка/ Контрол</b>	
Техник	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нередовна ежегодна поддръжка на механичните и електрически връзки (токови вериги и волтажи, електролити на батериите и т.н.)</li> <li>- лицевата страна на PV модулите не е покрита по време на поддръжката</li> <li>- огънати, корозирали или с друга повреда монтажни елементи не са подменени</li> <li>- хлабави елементи не са осигурени или затегнати</li> <li>- пожарогасителите не са разположени в близост до батерията</li> <li>- собственикът не е уведомен/научен редовно да наблюдава работата на системата</li> </ul>

<p>Собственик <i>(PV инсталаторът трябва да посъветва собствениците да спазват някои мерки за поддръжка)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- произведените kWh не се отчитат редовно (отклонението от очакваните стойности може да предизвика проверка на системата)</li><li>- панелите не са добре измити, когато е необходимо</li><li>- панелите са издраскани по време на почистването (използвани са четки и груби почистващи препарати)</li><li>- не са подрязани добре дървета в близост до системата</li><li>- повърхностите на батериите не са поддържани чисти</li><li>- не е проверено нивото на електролита в батериите</li></ul>
--	---

## 6 Референции

### Европейски Проекти

- PV LEGAL: <http://www.pvlegal.eu>
- Qualicert Project <http://www.qualicert-project.eu/>

### Уебсайтове

- Федерално Политехническо Училище на Лозана, Институт по Химически Науки & Техника, [http://photochemistry.epfl.ch/EDEY/PV\\_history.pdf](http://photochemistry.epfl.ch/EDEY/PV_history.pdf)
- PV източници: [www.pvresources.com](http://www.pvresources.com)
- KYOCERA монтаж на соларни модули и инструкции за поддръжка, април 2011г. [http://www.kyocerasolar.de/index/products/download/English.-cps-34501-files-80034-File.cpsdownload.tmp/Manual\\_Eng\\_KD\\_all\\_110426.pdf](http://www.kyocerasolar.de/index/products/download/English.-cps-34501-files-80034-File.cpsdownload.tmp/Manual_Eng_KD_all_110426.pdf)

### Книги и други публикации

- Слънчева генерация VI (EPIA и Грийнпийс, 2011г.): <http://www.epia.org/publications/>
- Фотоволтаична Обсерватория – Препоръки за законодателство (EPIA, 2011г.): <http://www.epia.org/publications/>
- Ръководство за контрол на място на PV системи, Международен Съвет за Възобновяема Енергия, 2010г., наличен на [www.irecusa.org](http://www.irecusa.org)
- Соларни Паркове – Възможности за биоразнообразие (Германска Агенция за Възобновяема енергия, 2011г.): [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/45\\_RenewsSpezial\\_Biodiv-in-Solarparks\\_ENGL.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/45_RenewsSpezial_Biodiv-in-Solarparks_ENGL.pdf)
- Канадиън Солар, наръчник за инсталиране на соларни модули, [www.canadian-solar.com](http://www.canadian-solar.com)
- Солар Фронтierer К.К, Ръководство за инсталация и поддръжка, <http://www.solar-frontier.com/>

- DGS LV Берлин BRB, Германска Енергийна Асоциация (Deutsche Gesellschaft fur Sonnenenergie), Планиране и инсталиране на фотоволтаични системи – Ръководство за инсталатори, архитекти и инжебери, второ издание, Earthscan, UK, 2008.
- NABCEP, Североамерикански Съвет на Сертифицираните енергийни специалисти (NABCEP) учебно ръководство за инсталатори на фотоволтаични системи , USA 2009г.
- Dunlop J. P., Батерии и контрол на зареждането при самостоятелни PV системи, Теория и практика. Национални Лаборатории Sandia USA, 1997г.
- Проучване благонадеждността на свързаните в мрежа PV системи, полеви опит и препоръчителен проектантски опит (IEA-PVPS Задача 7)

**Други източници:**

- PV Magazine (октомври 2011 – стр. 84-87), <http://www.pv-magazine.com/>
- BRE, <http://www.bre.co.uk>
- 3E, <http://www.3e.eu>
- Bundesverband Solarwirtschaft, [www.bsw-solar.de](http://www.bsw-solar.de)
- UNIQA, [www.uniqagroup.com](http://www.uniqagroup.com)
- VdJ and BRJ insurance
- European Commission, <http://ec.europa.eu>