



## INSTRUIREA INSTALATORILOR DE SISTEME FOTOVOLTAICE

**Definirea contextului profesional al instalatorilor  
și dezvoltarea metodologiei de instruire**

***Catalogul defectelor frecvente și a practicilor  
incorecte privind instalarea și întreținerea PV  
(PL 2 – ML 2.6, ver. 1)***



**PVTRIN:** Scopul proiectului PVTRIN este dezvoltarea unei scheme de instruire și certificare pentru tehnicieni, în conformitate cu criteriile și standardele unanim acceptate, în instalarea și întreținerea sistemelor fotovoltaice solare de mici dimensiuni.

Rezultate așteptate: Cursuri de instruire acreditate și o schemă de certificare operațională pentru instalatorii PV în cele 6 țări participante în proiect; Materiale/instrumente practice de instruire pentru instalatori și formatorii lor; Portal web cu acces la informații tehnice privind instalarea/integrarea sistemelor fotovoltaice; O foaie de parcurs pentru adoptarea schemei de certificare în întreaga Europă.

Pe termen lung PVTRIN va contribui la creșterea pieței de sisteme PV/BIPV în țările participante în proiect, va furniza un instrument de sprijin pentru ca statele membre ale UE să își poată îndeplini obligațiile privind certificarea instalatorilor din domeniul RES până la 31/12/2012 și va susține eforturile Statelor Membre în atingerea țintei obligatorii de 20% pondere energie din RES în consumul total de energie al UE până în 2020. Proiectul PVTRIN este cofinanțat prin programul Intelligent Energy Europe (IEE).

### COORDONATOR PROIECT

Prof. conf. Theocharis Tsoutsos, Laboratorul de Sisteme Energetice Regenerabile și Durabile, Departamentul de Ingineria Mediului, UNIVERSITATEA TEHNICĂ din CRETA

### PARTENERI ÎN PROIECT

Agencia pentru Managementul Energiei și Protecția Mediului Brașov (ABMEE)	România
Societatea Building Research Establishment (BRE)	Marea Britanie
Institutul Energetic Hrvoje Požar (EIHP)	Croația
Asociația Europeană a Industriei Fotovoltaice (EPIA)	UE
Camera de Știință și Tehnică din Cipru (ETEK)	Cipru
Sofia Energy Centre (SEC)	Bulgaria
Camera Tehnică a Greciei - Filiala Creta de Vest (TEE)	Grecia
Tecnalia Robotiker (TECNALIA)	Spania

### COORDONATOR PACHET DE LUCRU (PL)

Laboratorul de Sisteme Energetice Regenerabile și Durabile,  
Departamentul de Ingineria Mediului, UNIVERSITATEA TEHNICĂ din CRETA

### COORDONATOR ACTIVITATE - REDACTOR MATERIAL

Asociația Europeană a Industriei Fotovoltaice (EPIA)  
Echipa de lucru: Pieterjan Vanbuggenhout, Manoël Rekingier, Gaetan Masson (EPIA)

### COAUTORI

Prof. conf. Theocharis Tsoutsos, Zacharias Gkouskos, Stavroula Tournaki (TUC)

### AVIZ JURIDIC

*Întreaga responsabilitate pentru conținutul acestei publicații aparține autorilor. Aceasta nu reflectă în mod necesar opinia Comunității Europene. Comisia Europeană nu răspunde de modul în care sunt utilizate informațiile incluse aici. Reproducerea este autorizată cu condiția menționării sursei.*

## Cuprins

<b>1</b>	<b>Scopul materialului.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Introducere – instalațiile fotovoltaice, o tehnologie fiabilă.....</b>	<b>5</b>
2.1	Câteva date istorice.....	5
2.2	Câteva erori în vechile instalații PV.....	5
2.3	Evoluția calității echipamentelor.....	5
2.4	Concluzie .....	6
<b>3</b>	<b>Instalațiile fotovoltaice – în întreaga lor varietate .....</b>	<b>6</b>
3.1	O largă varietate de locații și amplasamente.....	6
3.2	O mare varietate de componente.....	6
3.3	O mare varietate de cerințe la nive național .....	8
<b>4</b>	<b>Greșeli frecvente și practici incorecte.....</b>	<b>8</b>
4.1	Alegerea amplasamentului.....	9
4.2	Proiectarea și planificarea sistemului PV .....	10
4.3	Montarea componentelor.....	11
4.4	Siguranța.....	11
4.5	Service, incluzând inspecția și întreținerea .....	14
<b>5</b>	<b>Lista greșelilor frecvente și a practicilor incorecte .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Referințe .....</b>	<b>18</b>

## 1 Scopul materialului

Acest material include cele mai frecvente greșeli și practici incorecte culese de la actorii cheie ai industriei fotovoltaice, de la ingineri și constructori, precum și din experiența proprietarilor de sisteme PV. Acest catalog va fi actualizat periodic, pe durata de viață a proiectului, prin implicarea asociațiilor industriale.

Scopul catalogului este de a sintetiza cele mai importante greșeli care pot apărea în timpul instalării unui sistem PV, astfel încât instalatorii să le poată recunoaște și evita. În consecință, acest catalog se va dovedi util nu doar pentru cursurile de instruire, ci mai ales ca document la îndemna instalatorilor atunci când este nevoie.

Materialul a fost elaborat pe baza datelor primite de la actorii din industrie și cu sprijinul unui grup de membri ai EPIA<sup>1</sup>.

Ca observație generală, defectele cele mai frecvente nu se datorează unor practici incorecte într-o anumită etapă. Ele se datorează unei combinații sau cumulări de acțiuni imperfecte în diferite stadii, sau pur și simplu sunt rezultatul unei comunicări deficitare între proiectanți și instalatori.

Pentru a evita acest tip de neajunsuri, sectorul PV are nevoie de forță de muncă diversificată și calificată. Calificarea forței de muncă presupune o pregătire și un sistem de certificare adecvat.

---

<sup>1</sup> EPIA - Asociația Europeană a Industriei Fotovoltaiice este cea mai mare asociație a industriei fotovoltaice, cu membri activi de-a lungul întregului lanț valoric al sistemelor fotovoltaice solare, de la producția de siliciu policristalin până la proiectarea sistemului PV.

## 2 Introducere – instalațiile fotovoltaice, o tehnologie fiabilă

### 2.1 Câteva date istorice

Primele aplicații terestre de sisteme PV au fost realizate abia la începutul anilor 1970 - în principal sisteme de sine stătătoare și în volum redus. Numai la sfârșitul secolului trecut piața de sisteme PV a început să devină semnificativă, și abia în anul 2004 s-a ajuns la o capacitate PV instalată de peste 1 GW.

Ca atare, tehnologia PV poate fi considerată o tehnologie destul de "tânără", în comparație cu tehnologiile convenționale de producere a energiei. Cu toate acestea, efectul fotovoltaic a fost descoperit în 1839, iar de atunci au fost efectuate cercetări extinse. Prima cercetare a fost dedicată realizării de aplicații practice (întâi în spațiu și ulterior terestre), iar mai târziu accentul a fost pus pe îmbunătățirea calității, fiabilității și siguranța tehnologiei. Chiar și astăzi, industria PV investește o mare parte a veniturilor sale în cercetare și dezvoltare.

### 2.2 Câteva erori în vechile instalații PV

Analiza realizată de Fraunhofer ISE și KfW cu privire la defecțiunile care au apărut în sistemele instalate în cadrul programului „1.000 și 100.000 de acoperișuri” din Germania a fost sintetizată de Societatea Germană pentru Energie Solară (DGS). S-a descoperit pentru început că defecțiuni totale ale sistemelor fotovoltaice sunt extrem de rare. Mai mult decât atât, se pare că în majoritatea cazurilor în care au fost înregistrate defecțiuni, acestea au fost clar legate de echipamente.

### 2.3 Evoluția calității echipamentelor

În prezent, majoritatea echipamentelor au cunoscut îmbunătățiri considerabile din punct de vedere al calității și siguranței. De asemenea, cerințele de testare sunt mai bine definite decât înainte, iar procesele de testare devin din ce în ce mai standardizate. Lista de mai jos (Tabelul 1) oferă câteva exemple de zone în care au apărut probleme. Este, de asemenea, explicat modul în care fiabilitatea s-a îmbunătățit în aceste zone – fie prin standardizare, garanții sau îmbunătățirea produselor:

**Tabel 1:** Probleme de calitate a sistemelor PV (DGS, 2008)

Probleme legate de echipamentele PV		
Module PV	Cabluri și conexiuni DC	Invertor PV
Standardizare IEC (IEC 61215, IEC 61646, IEC 62108 & IEC 61730)	Standardizare îmbunătățită	Standardizare IEC (IEC 62109)
Durată de viață garantată de producătorii modulelor PV (90% după 10 ani și 80% după 25 de ani)	Conectorii tip mufa sunt acum larg răspândiți	
	Durata de viață a cablurilor este în prezent de 45 de ani	
	Pe piață se găsesc protecții pentru cabluri	
	Monitorizare automată a izolației realizată de invertoare.	
	Întreprupătoare (c.a. sau c.c.)	
Probleme legate de planificare, proiectare și instalare		
Fără îmbinari de extensie: sunt disponibile structuri noi de montaj și racorduri flexibile		
Metale incompatibile		
Dimensionare greșită a invertorului/cablurilor PV: în prezent sunt disponibile instrumente de proiectare și simulare		

## 2.4 Concluzie

În mod cert, în ceea ce privește erorile sistemelor fotovoltaice, accentul s-a mutat în zilele noastre de pe partea de componente. Astăzi, planificarea, proiectarea și instalarea propriu-zisă a sistemului necesită îmbunătățiri, mai degrabă decât fiabilitatea și performanța componentelor.

## 3 Instalațiile fotovoltaice – în întreaga lor varietate

În timpul instalării unui sistem PV, un număr considerabil de elemente trebuie luate în considerare.

### 3.1 O largă varietate de locații și amplasamente

În primul rând, există o gamă largă de amplasamente – a se citi acoperișuri în cazul aplicațiilor de scară redusă: înclinate sau plane, cu orientări și înclinații diverse, etc. În plus, având în vedere atenția pe care anumite guverne o acordă sistemelor fotovoltaice integrate în clădire (BIPV), noi concepte sunt în curs de dezvoltare. În prezent, sistemele PV pot fi integrate în fațada clădirilor; produsele pot avea formă de țigle, pereți de sticlă, ferestre, etc. Prin urmare, este evident că specificul fiecărei amplasări definește planificarea și proiectarea sistemului PV. Tabelul de mai jos prezintă diferitele tipuri de aplicații și le încadrează în funcție de diferite segmente de piață. Sistemele la scară mică aflate sub incidența articolului 14 din Directiva RES (2009/28/CE) – și în consecință, în domeniul de aplicare al proiectului PVTRIN, sunt identificate în tabelul 2 ca toate acoperișurile (BAPV) – rândul 2 și toate sistemele integrate în clădire (BIPV) – rândul 3. Desigur, această împărțire este numai orientativă și se bazează pe aplicațiile și dimensiunile sistemelor ce pot fi găsite în prezent pe piață.

**Tabel 2:** Împărțirea pieței actuale de PV pe diferite tipuri de aplicații și segmente de piață (EPIA, 2010)

Segment de piață Tip de aplicație	Rezidențial	Comercial	Industrial	La nivel de utilitate
	< 10 kWp	10kWp - 100kWp	100kWp - 1MWp	>1MWp
Montat la sol			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acoperiș (BAPV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Integrat în fațadă / acoperiș (BIPV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

### 3.2 O mare varietate de componente








În al doilea rând, pentru a construi un sistem fotovoltaic este necesar un număr mare de componente. Componentele cheie ale unui sistem PV sunt:

- Module fotovoltaice pentru captarea razelor solare
- Invertor pentru transformarea curentului continuu (CC) în curent alternativ (AC)
- Set de baterii pentru sistemele fotovoltaice independente
- Structuri de suport pentru orientarea modulelor fotovoltaice spre soare.

Componentele sistemului, cu excepția modulelor PV, sunt denumite balanța componentelor sistemului (BCS).

Pe piață se găsesc **module fotovoltaice** de tehnologii diferite. Acestea sunt clasificate ca: prima, a doua și a treia generație. Tehnologia de primă generație este bazată pe siliciu cristalin (c-Si). A doua generație include tehnologia pe film subțire, în timp ce a treia generație include fotovoltaice concentratoare, organice, și alte tehnologii care nu au fost comercializate încă la scară largă. Tabelul 2 sintetizează diferitele tehnologii PV și gama lor de eficiență (la nivelul lunii februarie 2011). Fiecare tehnologie PV are avantajele sale specifice și în consecință, poate fi folosită într-o aplicație sau alta. Mai mult, deoarece proiectarea instalației este puternic influențată de alegerea tehnologiei PV, procesul de selecție a tehnologiei și a tipului de modul fotovoltaic este critic și necesită cunoștințe suficiente despre tehnologiile PV.

**Tabelul 3:** Prezentare generală a tehnologiilor PV comerciale (EPIA, 2010)

Eficiența modulelor comerciale							
Tehnologie	Film Subțire					Siliciu Policristalin	
	(a-Si)	(CdTe)	Cl(G)S	a-Si μc-Si	Dye s. cells	Mono	Multi
							
Eficiența celulei							
Eficiența modulului	4-8%	10-11%	7-11%	7-9%	2-4% (LAB)	13-19%	11-15%
Spațiu necesar /kW (pentru module)	~ 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>

La sistemele conectate la rețea, **invertorul** este dispozitivul care transformă curentul continuu în curent alternativ pentru injectarea în rețea a energiei electrice produse. Prin urmare, acesta este un element esențial pentru sistemele conectate la rețea, indiferent de dimensiunea sistemului fotovoltaic. Invertorul asigură conectarea la rețea, și din nou, există mai multe soluții disponibile pe piață, nu doar din punct de vedere al mărimii invertorului, cât și din punct de vedere al modalității în care acesta poate fi instalat: central, în șiruri multiple sau chiar la nivel de modul – integrate în modul sau nu. În plus, tot mai multe instrumente suplimentare, precum optimizatoarele de putere, comutatoare etc. sunt integrate în sistemele fotovoltaice cu scopul de a spori performanța și siguranța acestora în anumite condiții. Este clar că, pentru a lua în considerare toate aceste elemente și pentru a fi în stare să se adapteze la cerințele în schimbare ale clienților, cerințe influențate de deciziile politice și opinia publică, instalatorii și proiectanții de sisteme fotovoltaice trebuie să fie bine informați cu privire la produsele disponibile pe piață.

Același lucru este valabil cu privire la **montarea** modulelor și **conectarea** acestora. Numeroase companii sunt angajate în proiectarea structurilor de montare, a cablurilor și a interconectărilor. Soluțiile inovatoare sunt dezvoltate într-un ritm rapid, iar instalatorii trebuie să fie informați cu privire la specificațiile celor mai noi produse, pentru a putea răspunde la nevoile clienților. Instruirea este prin urmare esențială.

### 3.3 O mare varietate de cerințe la nive național

În al treilea rând, există cerințe la nivel național diferite și multe părți implicate care trebuie luate în considerare. Instalatorii trebuie să fie capabili nu doar să monteze un sistem care să lucreze perfect, ci trebuie să fie capabili să se ocupe de clienți în timpul procesului de vânzare (spre exemplu, de consilierea acestora cu privire la diferitele mecanisme de ajutor care există), de autoritățile **administrative** în timpul procesului de autorizare și de operatorii de rețea și alte părți implicate în vederea **conectării** sistemului PV. Instalatorii trebuie să fie capabili să asiste clientul final pe parcursul întregului proces, până la finalizarea instalării și conectării la rețea și chiar mai departe (în întreținerea sistemelor).

Acest lucru este în conformitate cu **Anexa IV a Directivei RES**, care pledează ca instalatorii să fie instruiți cu privire la *"situația pieței de produse fotovoltaice, comparații de cost și profitabilitate, aspecte ecologice, componente, caracteristicile și dimensionarea sistemelor PV, selectarea de sisteme precise și dimensionarea componentelor, determinarea necesarului termic, protecția împotriva incendiilor, subvenții aferente, proiectare, instalare și întreținerea sistemelor fotovoltaice solare"*.

Prin urmare, industria PV consideră că *"prin prisma diversității clădirilor și a cerințelor specifice pentru instalațiile PV din diferitele state membre, va fi foarte dificilă crearea unui sistem de certificare armonizat la nivelul UE. Cu toate acestea, principiul recunoașterii reciproce a diferitelor sisteme de certificare naționale presupune existența unor principii comune. În consecință, este necesară elaborarea unor cerințe minime, iar un organism de specialitate trebuie să se asigure că toate sistemele naționale îndeplinesc aceste cerințe."*(Poziția oficială EPIA – 2010).

Ca atare, industria sprijină ideea creării unor **principii comune - cerințe minime - pentru toate Statele Membre**. Punerea în aplicare a programelor de formare profesională va fi prin urmare stabilită și adaptată la nivel național. În momentul de față reglementările din domeniul construcțiilor, procedurile administrative și de conectare la rețea sunt diferite în majoritatea Statelor Membre ale UE. Așadar va fi dificilă dezvoltarea unor cursuri de instruire care să abordeze toate aspectele din Statele Membre, fără adaptări ale legislației naționale și a cadrului normativ.

O altă problema constă în **simplificarea procedurilor administrative și de conectare la rețea**. Pentru o imagine de ansamblu a barierelor administrative existente în Statele Membre ale UE, poate fi consultat proiectul PV LEGAL ([www.pvlegal.eu](http://www.pvlegal.eu)). Asociația Europeană a Industriei Fotovoltaice a elaborat recomandări cu privire la susținerea creșterii durabile a pieței în care sunt furnizate sugestii de simplificare a procedurilor administrative și de conectare la rețea. Vă rugăm să consultați Recomandările de Politică - Observatorul Fotovoltaic ([www.epia.org/publications](http://www.epia.org/publications)).

## 4 Greseli frecvente și practici incorecte

Având în vedere varietatea de sisteme fotovoltaice, este evident că un număr semnificativ de greșeli se pot face ca urmare a pregătirii insuficiente a instalatorilor cu privire la disponibilitatea și parametrii tehnici ai diferitelor componente fotovoltaice, precum și cu privire la cerințele naționale atunci când vine vorba de procedurile administrative, cerințele de conectare la rețea și reglementările din domeniul construcțiilor.



Există un număr de etape în dezvoltarea unui sistem fotovoltaic în care pot să apară greșeli:

- Alegerea amplasamentului
- Proiectarea și planificarea sistemului
  - Alegerea componentelor
  - Defecțiuni mecanice
  - Defecțiuni electrice
- Montarea componentelor
  - Defecțiuni mecanice
  - Defecțiuni electrice
- Siguranță (siguranța personalului precum și a instalației)
- Service, incluzând inspecție și întreținere (insuficiente)

Spre exemplu, multe defecte de instalare cu grad diferit de pericolozitate au fost identificate la cele 200 de sisteme inspectate în cadrul programului „1.000 și 100.000 de acoperișuri” din Germania. Tabelul 4 oferă o imagine de ansamblu cu privire la tipul de defect și gradul de apariție.

**Tabelul 4:** Tipul și frecvența defectelor de instalare (IEA - PVPS Activitatea 7, 2002)

Defecte de instalare	Procentul sistemelor afectate
<b>Cablurile nu sunt ancorate mecanic</b>	<b>24 %</b>
<b>Insuficienta de disipare a căldurii diodelor de sir</b>	<b>60 %</b>
<b>Conexiuni slăbite ale terminalelor</b>	<b>5 %</b>
<b>Intrarea neetanșată în caseta de joncțiune a cablului</b>	-
<b>Placi de circuite integrate (PCB) defecte în cutia de joncțiune</b>	-

Conexiunile slăbite sau rupte pot fi cauzate de manopera deficitară din timpul instalării, iar în câteva cazuri s-au raportat plăci de circuite integrate (PCB) defecte în cutiile de joncțiune, care au determinat formarea de arc electric de-a lungul fisurilor. Probabil că fisurile au fost cauzate de strângerea cu un cuplu sau cu o presiune mult prea mare datorită proiectării deficitare a sistemului. În funcție de tensiunea de funcționare, aceste defecte pot produce arc electric și distrugerea cutiei de joncțiune a modulului.

Cele mai frecvente defecte nu se datorează unor practici incorecte într-o anumită etapă. Ele se datorează unei combinații sau cumulări de acțiuni mai puțin favorabile în diferite stadii, sau pur și simplu sunt rezultatul unei comunicări deficitare între proiectanți și instalatori.

Pentru a evita acest tip de neajunsuri, sectorul PV are nevoie de forță de muncă diversificată și calificată. Calificarea forței de muncă presupune o pregătire și un sistem de certificare adecvat.

#### **4.1 Alegerea amplasamentului**

Alegerea amplasamentului cuprinde aspecte evidente precum orientarea, înclinarea și umbrirea (inclusiv prognoza intensității radiației soarelui), dar și elemente mai complexe, precum evaluarea impactului asupra mediului în cazul instalațiilor mari montate la sol.

Greșeli frecvente în amplasarea **sistemelor fotovoltaice pe acoperiș** sunt foarte rare. Majoritatea instalatorilor (precum și clienții) sunt conștienți de importanța orientării și înclinării instalației fotovoltaice. Nu vom vedea aproape nici o instalație montată pe acoperiș orientată spre nord.

Din păcate, umbrirea nu este întotdeauna luată în considerare și este mult mai ușor trecută cu vederea de către proiectant/installator. Prin urmare, este importantă efectuarea unor prognoze detaliate asupra potențialului energetic al soarelui, luând în considerare orientarea, înclinarea și potențialul de umbrire a copacilor și/sau clădirilor din jur.

În ceea ce privește sistemele fotovoltaice instalate la sol, este necesară analiza impactului potențial asupra biodiversității. Prin urmare, este importantă efectuarea unei analize de impact asupra mediului, iar rezultatele acesteia trebuie discutate public, cu factorii politici decizionali și cu toate părțile implicate. Deși hotărârea de a implementa astfel de proiecte ar trebui să fie analizată de la caz la caz, Agenția Germană pentru Energii Regenerabile a emis un raport privind "Parcurile solare – Oportunități pentru biodiversitate".

#### **4.2 Proiectarea și planificarea sistemului PV**

Etapele de proiectare și planificarea includ toate deciziile privind dimensiunea sistemului și selecția diferitelor componente. Este important să se țină cont de încărcarea de bază a structurii și de încărcarea sub acțiunea vântului. Accentul trebuie pus pe dimensionare, incluzând aici gabaritul, selecția corespunzătoare a invertorului, cablurilor, optimizatorului de putere, întrerupătoarelor, precum și a cutiilor de colectare și transformatoarelor. În mod normal această activitate se finalizează cu o operație de modelare privind performanțele viitoare ale sistemului fotovoltaic, și prin urmare presupune cunoștințe de software și sisteme de simulare pentru obținerea estimărilor cu privire la producția de energie electrică.

În cazul sistemelor rezidențiale este esențială respectarea **normativelor de construcție și de securitate a clădirii**, inclusiv măsurile de ventilație, căile de acces pentru pompieri, sarcina maximă, etc. Atunci când acoperișul nu este adecvat pentru instalarea unui sistem PV, acest lucru ar trebui să fie pur și simplu recunoscut.

În plus, **alegerea componentelor** este critică, mai ales în cazul sistemelor fotovoltaice amplasate în locații mai puțin favorabile, cum ar fi acoperișuri orientate spre vest sau acoperișuri plate unde montarea modulelor nu este o opțiune datorită limitărilor de sarcină. De asemenea, o importanță majoră o au cele mai recente inovații (ex: produsele specializate pentru acoperișurile orientate spre est-vest, module PV ușoare și flexibile etc.).

Fără o pregătire suficientă, probabilitatea de a greși în această etapă este foarte mare.

**Greșeli frecvente** întâlnite în această etapă:

- Estimarea greșită a producției de energie
- Azimuturi sau înclinații diferite în același șir
- Șiruri de module cu puteri diferite
- Stabilitate: calcule insuficiente de încărcări asupra structurii de rezistență
- Dimensionare: spre exemplu cabluri subdimensionate

- Problema umbririi nu este suficient luată în considerare
- Nepotrivire: spre exemplu invertor gresit dimensionat sau racordarea greșită pe ieșirea invertorului a contorului de energie generată
- Protecția incorectă a circuitului
- Absența paratrăsnetului, împământării și protecției la suprasarcini
- Ignorarea normativelor pentru construcții și a normativelor electrice pentru conectarea la rețea
- Lipsa documentației în etapele avansate de proiectare (neconformă cu standardul IEC)

În plus, este evident că orice **modificări de ultim moment într-una din etapele de proiectare** va afecta întreaga configurație a sistemului PV și poate avea un impact negativ asupra performanțelor sau siguranței instalației finale.

### **4.3 Montarea componentelor**

Acest pas necesită în mod normal colaborarea unui constructor de acoperișuri și a unui electrician. Este evident că fără o pregătire suficientă cu privire la caracteristicile specifice ale PV, probabilitatea de a comite erori în această etapă este foarte mare.

**Greșelile frecvente** întâlnite în această etapă:

- Instalatorii nu respectă proiectul sistemului
- Ventilația insuficientă a invertorului și a modului (zona din jurul invertorului trebuie lăsată liberă pentru a permite o răcire adecvată)
- Perforarea acoperișului fără metode de etanșarea corespunzătoare
- Legături deficitare: cabluri prea strânse sau prea slăbite
- Etichetare incorectă sau inexistentă
- Absența împământării sau paratrăsnetului
- Lipsa intervenției în caz de rugină
- Senzori amplasați necorespunzător

### **4.4 Siguranța**

Problemele de siguranță apar atât la nivel de personal (siguranța instalatorului), precum și la nivel de produs (siguranța instalației).

**Siguranța instalatorului:**

În mod normal, o echipă responsabilă de instalarea unui sistem PV ar trebui fie alcătuită **dintr-un electrician și un constructor de acoperișuri**. Electricianul ar trebui să gestioneze conexiunile electrice de curent alternativ, precum și conectarea la rețea, în timp ce constructorul de acoperișuri ar trebui să aibă suficientă experiență pentru a gestiona montarea panourilor pe acoperiș și să facă interconexiunile dintre module pe partea de curent continuu. Ideal ar fi ca electricienii, constructorii de acoperișuri și lucrătorii în construcții să colaboreze pentru crearea unui nou tip de ocupație, care ar putea fi denumită "instalatori de sisteme solare".

**Siguranța în instalare:**

Un element important care este discutat pe larg în anumite țări ale UE este **protecția împotriva incendiilor**. În primul rând trebuie menționat că deși au fost raportate incendii în amplasamente în care

erau prezente sisteme PV, acestea au fost cauzate în principal de surse externe de foc și numai în câteva cazuri sistemele PV au fost principala sursă de incendiu (conectarea incorectă din punct de vedere polaritate poate provoca daune severe matricii de module PV și dispozitivelor electronice, putând provoca incendii în anumite sisteme). Prin urmare, preocupările nu sunt legate de calitatea sistemelor PV în sine, ci de siguranța pompierilor atunci când intervin la stingerea unui incendiu într-o clădire în care este prezentă o instalație PV. În consecință, patru elemente sunt de o importanță maximă, respectiv: proiectarea sistemului PV, calitatea componentelor PV, calitatea instalării și comunicarea cu celelalte părți interesate (cum ar fi pompierii). De asemenea, trebuie subliniat faptul că sunt disponibile mai multe soluții în etapele de proiectare și instalare, cum ar fi selectarea și amenajarea amplasamentului pentru a nu bloca accesul pompierilor, asigurarea unei etichetări suficient de detaliată și aplicarea corectă a acesteia, elaborarea schemei electrice (pentru cablurile electrice și alte echipamente) în conformitate cu cerințele de siguranță, etc.

Un proiect recent "**Măsuri de prevenirea și stingere a incendiilor în instalațiile PV**", condus de BSW (Asociația Germană a Industriei Solare), a contribuit la publicarea unui set de recomandări tehnice pentru instalatori. Acesta prevede că *"Sistemele PV intacte nu prezintă risc. În caz de incendiu, siguranța personală poate fi menținută urmând principiile de bază pentru instalațiile electrice, după cum sunt prevăzute în recomandările MLAR și în regulamentele de construcții"*. Acest obiectiv de protecție poate fi atins prin:

- Măsuri organizatorice precum:
  - etichetarea cu un indicator a sistemului PV la nivelul cutiei de conexiuni a clădirii și a tabloului principal de distribuție
  - planuri generale pentru echipele de intervenție în caz de urgență
  - indicații suplimentare atașate planului de intervenție în caz de incendiu
- Măsuri structurale precum:
  - cabluri de curent continuu pozate în spații rezistente la foc
  - montarea cablurilor de curent continuu în afara clădirii
  - instalarea invertorului în afara clădirii sau la punctul de intrare în clădire, astfel încât doar cablurile de curent alternativ să rămână în interiorul clădirii
- Măsuri tehnice precum:
  - întrerupător de curent continuu operat de la distanță ce poate fi acționat de pompieri din zona tabloului principal de alimentare a clădirii, pentru a întrerupe linia principală de curent sau componentele modulului.



**Imaginea 1:** Proprietarii ar trebui să stea deoparte în timpul sau după incendiu și să informeze unitatea de pompieri privind riscurile particulare ale sistemului PV.



**Imaginea 2:** Cablare incorectă



**Imaginea 3:** Scurt circuit și supra-tensiune



**Imaginea 4:** Crăpătură – sistem de fixare



**Imaginea 5:** Module PV dărâmate de furtună

#### **4.5 Service, incluzând inspecția și întreținerea**

Deoarece un instalator trebuie să fie atât tehnician cât și agent de vânzări, cunoștințele de marketing reprezintă o necesitate. O bună cunoaștere a beneficiilor pe care le aduc sistemele fotovoltaice din punct de vedere al protecției mediului, financiar și alte avantaje economice este indispensabilă.

##### **Greșeli frecvente în acest domeniu sunt:**

- Nu au fost furnizate proprietarilor/operatorilor manuale, garanții, certificate de testare, scheme electrice
- Incapacitatea de a pune la dispoziție informații privind ultimele inovații și aplicații de specialitate (BIPV)
- Incapacitatea de a transmite informații cu privire la cerințele administrative, proceduri de conectare la rețea, scheme suport sau alte beneficii
- Atitudine de vânzare prea agresivă
- Incapacitatea de a furniza servicii corespunzătoare de inspecție și de mentenanță

Întreținerea sistemelor PV include întreținerea tuturor componentelor sistemului și necesită o mentenanță redusă, cu excepția bateriilor în cazul sistemelor autonome. Întreținerea bateriilor depinde de model și de numărul de cicluri de încărcare/descărcare. Întreținerea ar trebui să fie efectuată cel puțin o dată pe an, și în plus, instalatorul ar trebui să informeze proprietarul sistemului cu privire la necesitatea monitorizării periodice a performanței acestuia. Cea mai frecventă problemă de întreținere o reprezintă curățarea panourilor PV pentru a îndepărta murdăria și praful. Curățarea modulelor se poate face prin spălare cu apă. Această metodă este necesară în timpul perioadelor lungi de secetă atunci când ploaia nu poate oferi o curățare naturală. Modulele trebuie spălate atunci când nu sunt încălzite excesiv.

## 5 Lista greșelilor frecvente și a practicilor incorecte

PARAMETRII	GREȘELI / PRACTICI INCORECTE
<b>1. Alegerea amplasării</b>	
Orientare	- amplasarea către nord/vest
Înclinație	- azimut și înclinații diferite în același șir - modulele nu sunt înclinate la unghiul optim (pentru cea mai bună performanță pe tot parcursul anului)
Umbrire	- instalarea panourilor într-un loc înconjurat de copaci și /sau clădiri - umbrirea de sezon nu a fost luată în considerare
Coroziune	- modulele sunt situate în zone expuse la apa sărată
Biodiversitate (pentru sistemele mari montate la sol)	- impactul potențial asupra faunei sălbatice este neglijat
<b>2. Proiectarea și planificarea sistemului</b>	
Incărcări asupra structurii de rezistență	- vârsta și starea acoperișului nu sunt luate în considerare - neutilizarea modulelor specificate poate conduce la probleme de stabilitate - nerespectarea normativelor în construcții
Incărcări asupra structurii de rezistență datorita vântului	- montaj necorespunzător - modulele nu au fost instalate pe o bază solidă
Locație	- nerespectarea normativelor în construcții și a siguranței (supraîncărcarea acoperișului, lipsă acces pentru echipele de pompieri) - elementele auxiliare ale sistemului (invertor, cabluri, etc.) nu sunt amplasate în carcase rezistente la intemperii sau etanșe la ploaie
Echipament	- cabluri subdimensionate, invertore, optimizatoare de putere, întrerupătoare precum și cutii de conexiune și transformatoare necorespunzătoare
Împământare/paratrăsnet	- lipsă paratrăsnet, împământare sau protecție la suprasarcini - sistem PV instalat într-o locație expusă descărcărilor electrice - conductorii din cupru (cablul folosit pentru împământare) intră în contact cu șinele din aluminiu și cadrele modulelor
Conexiuni electrice	- polaritate necorespunzătoare - protecția incorectă a circuitului - incompatibilitate: nepotrivirea invertorului sau contorul nu este legat în mod corect la ieșirea din invertor - lungimea cablurilor electrice nu este redusă la minim - normativele privind conectarea la rețea nu sunt luate în considerare

PARAMETRII	GREȘELI / PRACTICI INCORECTE
<b>3. Instalarea componentelor</b>	
Umbrire	- distanțele între rândurile modulelor nu sunt păstrate
Distrugere acoperiș	- perforare fără a utiliza ulterior metode adecvate de etanșare
Coroziune	- materialele utilizate în are liber nu sunt rezistente la radiațiile solare/UV
Ansamblul de module și configurații	- modulele sunt supuse unor forțe excesive datorită dilatării structurii de sprijin - punerea în serie a unui număr redus de module pentru o bună funcționare a inverterului în timpul verii când temperatura ansamblului de module este ridicată - ventilația insuficientă a modulelor - module de diferite configurații și puteri nominale diferite sunt folosite în același ansamblu de module
Inverterul	- amplasat într-o poziție unde este expus direct la razele soarelui - ventilație insuficientă - poziționat la o distanță prea mare de cutia ce concentrează cablurile ce vin de la ansamblul de module - instalat pe/în apropierea unei suprafețe inflamabile
Cablarea	- cabluri prea mult sau prea puțin strânse - suport de cablu necorespunzător cu expunere la șocuri fizice - mai multe cabluri introduse într-o singură presetupă
Conductori	- nefixate la cel puțin 30 de cm de cutii sau accesorii - conductori îndoiți prea aproape de conectori
Baterii	- nu sunt instalate într-o incintă separată - instalate lângă materiale radioactive sau inflamabile - expuse la lumina directă a soarelui - expuse la temperaturi înalte
Etichete și semne de atenționare	- nu sunt prezente sau sunt amplasate incorect
Senzori	- amplasați necorespunzător
Cutii și trasee de cabluri	- acoperirea lor împiedică accesul pentru mentenanță



PARAMETRII	GREȘELI / PRACTICI INCORECTE
<b>4. Siguranța</b>	
Siguranța instalatorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>- echipamentul de protecție la cădere nu este folosit chiar dacă este necesar</li> <li>- nerespectarea reglementarilor de prevenire a accidentelor</li> <li>- lucrul în condiții nefavorabile: condiții de umiditate, vânt puternic sau suprafețe înghețate de acoperiș</li> <li>- instalatorul calcă pe module</li> <li>- invertorul este instalat după ce au fost făcute cablajele</li> </ul>
<b>În caz de incendiu</b>	
Măsuri organizatorice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- neetichetarea sistemului fotovoltaic cu indicator corespunzător pe cutia de racordare a clădirii și la intrerupătorul principal</li> <li>- absența planurilor generale pentru echipele de intervenție în caz de urgență</li> </ul>
Măsuri structurale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- traseul de cablu de curent continuu nu este protejat la foc</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cablurile de curent continuu nu sunt pozate în afara clădirii sau,</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- invertorul este instalat în interiorul clădirii</li> </ul>
Măsuri tehnice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lipsa unui întrerupător al circuitului de c.c. la tabloul principal de alimentare al clădirii</li> </ul>
<b>Mentenanță / Inspecție</b>	
Tehnician	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absența întreținerii anuale a conexiunilor mecanice și electrice (tensiunea și voltajul circuitului, electroliții bateriilor, etc.)</li> <li>- suprafața frontală a modulelor PV neacoperită în timpul inspecției</li> <li>- neînlocuirea componentelor îndoite, corodate, sau deteriorate la montaj</li> <li>- componentele slăbite sau dispozitivele de fixare nu sunt re-asigurate sau strânse</li> <li>- stingătoarele de incendiu nu se află în imediata apropiere a bateriilor</li> <li>- proprietarul nu este informat/învățat să monitorizeze frecvent performanța sistemului</li> </ul>
Proprietar <i>(instalatorii PV vor îndruma proprietarii cu privire la măsurile de întreținere care trebuie urmate)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- producția de energie (kWh) nu este înregistrată periodic (abaterile de la valorile așteptate poate reprezenta un motiv pentru verificarea sistemului)</li> <li>- panourile nu sunt spălate atunci când este necesar</li> <li>- panourile sunt zgâriate în timpul procesului de curățare (sunt utilizate perii și detergenți abrazivi)</li> <li>- arborilor din jurul sistemului nu li se aranjează/taie ramurile pentru a nu umbri modulele</li> <li>- suprafețele bateriilor nu sunt păstrate curate</li> <li>- nivelul electrolitului din baterii nu este verificat</li> </ul>

## 6 Referințe

### Proiecte Europene

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

### Site-uri web

- Școala Politehnică Federală din Lausanne, Institutul de Științe și Inginerie Chimică, [http://photochemistry.epfl.ch/EDEY/PV\\_history.pdf](http://photochemistry.epfl.ch/EDEY/PV_history.pdf)
- Resurse PV, [www.pvresources.com](http://www.pvresources.com)
- Instrucțiunile de asamblare și întreținere a modulelor solare KYOCERA, Aprilie 2011, [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)

### Cărți și alte publicații

- Solar Generation VI (EPIA și Greenpeace, 2011), <http://www.epia.org/publications/>
- Observatorul Fotovoltaic – Recomandări (EPIA, 2011), <http://www.epia.org/publications/>
- Field Inspection Guideline for PV systems, Consiliul Interstatal în domeniul Energiei Regenerabile 2010, disponibil la [www.irecusa.org](http://www.irecusa.org)
- Solar Parks – Opportunities for biodiversity (Agenția Germană pentru Energii Regenerabile, 2011), [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)
- Canadian solar, Solar module installation manual, [www.canadian-solar.com](http://www.canadian-solar.com)
- Solar Frontier K.K. Installation and Maintenance Manual, <http://www.solar-frontier.com/>
- DGS LV Berlin BRB, Societatea Germană pentru Energie Solară (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie), and Installing Photovoltaic Systems A guide for installers, architects and engineers, Ediția a II-a, Earthscan, UK, 2008
- NABCEP, Consiliul Nord American al Practicienilor Energetici Atestați, NABCEP study guide for photovoltaic system installers, SUA 2009
- Dunlop J. P., Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic Systems Fundamentals and Application. Laboratoarele Naționale Sandia SUA, 1997
- Reliability Study of Grid Connected PV Systems, Field Experience and Recommended Design Practice (IEA-PVPS Activitatea 7)

### Alte resurse:

- PV Magazine (Octombrie 2011 – p. 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
- Comisia Europeană, <http://ec.europa.eu>