

## KLEINE FOTOVOLTAÏSCHE ZONNESYSTEMEN

### Onderhoudsgids voor particulieren



Versie juli 2010

Meer informatie :  
<http://www.leefmilieubrussel.be>  
> Particulieren

Leefmilieu Brussel  
02 775 75 75

ÉNERGIE



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT





# KLEINE FOTOVOLTAÏSCHE ZONNESYSTEMEN

Onderhoudsgids voor particulieren

## INHOUDSTAFEL

HOOFDSTUK I : INLEIDING .....	4
HOOFDSTUK II : DE ELEMENTEN VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM (FV) .....	5
HOOFDSTUK III : VERWACHTE PRODUCTIE VAN EEN FV SYSTEEM.....	7
HOOFDSTUK V : OPVOLGEN VAN DE EIGEN INSTALLATIE.....	9
HOOFDSTUK IV : DE MOGELIJKE VERLIEZEN VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM .....	11
HOOFDSTUK VI : ONDERHOUD VAN UW FV-INSTALLATIE .....	13
BIJLAGE 1 : PANNES VAN CATEGORIE 1.....	17
BIJLAGE 2 : PANNES VAN CATEGORIE 2.....	18
BIJLAGE 3 : PANNES VAN CATEGORIE 3.....	19
INHOUDSTAFEL.....	20

## INHOUD

Deze gids bevat tips voor een optimale werking en adviezen voor een correct onderhoud van kleine fotovoltaïsche installaties, dat wil zeggen installaties met een maximaal omvormervermogen van 5 kVA. De gids geeft ook een overzicht van de nodige documentatie, die ter beschikking moet liggen van de gespecialiseerde vakman bij nazicht en onderhoudsbeurten.

## DOEL

Deze gids is bedoeld als technische steun voor de particuliere eigenaar van een fotovoltaïsche installatie om de dialoog met specialisten (studiebureau, installateurs, onderhoudspersoneel) te vergemakkelijken. Verder biedt hij een overzicht van aanbevelingen en adviezen voor een optimale werking en een correct onderhoud van het fotovoltaïsche systeem.

## DOELPUBLIEK

Particuliere eigenaars van een fotovoltaïsch systeem.

## LEXICON VAN ACRONIEMEN

FV fotovoltaïsch  
kWp kilowattpiek  
MWu megawattuur  
GSC groenestroomcertificaten  
AC wisselstroom  
DC gelijkstroom



# HOOFDSTUK I : INLEIDING

## Enkele kerncijfers

Het elektriciteitsverbruik van een gemiddeld Brussels gezin vertegenwoordigt 9 tot 13% van het totale energieverbruik, d.w.z. tussen 2.000 en 3.100 kWh per jaar, afhankelijk of er elektrisch wordt gekookt,.

De zon levert jaarlijks 1.000 kWh op een horizontale oppervlakte van 1 m<sup>2</sup>.

In het Brusselse gewest installeerden de voorbije 5 jaar meer dan 1.500 gezinnen een fotovoltaïsch systeem.

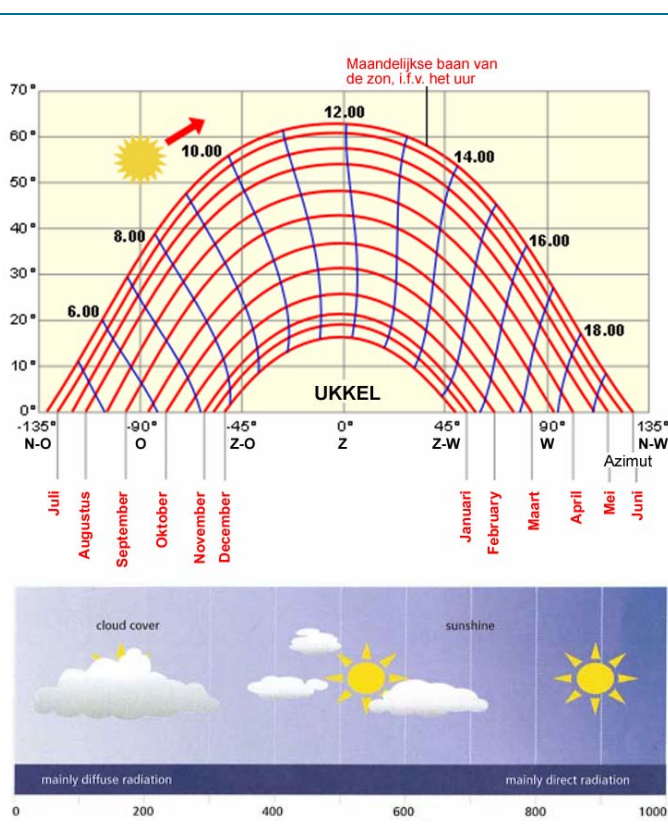
## 1. ZONNESTRALING IN BRUSSEL

De jaarlijkse algemene zonnestraling is samengesteld uit 60% verstrooide straling (door wolken en nevel) en 40% directe straling (blauwe en open hemel).

De kracht van de zonnestraling en de hoeveelheid zonnenergie varieert in de loop van het jaar met:

- de duur van de straling
- het uur van de dag
- de dikte van het wolkendek

Bronnen : IRM, Solar Thermal Systems



Het prestatievermogen van een fotovoltaïsch systeem hangt af van de zonnestraling, maar ook van andere parameters:

- het materiaal waaruit het is vervaardigd en de kwaliteit van de installatie;
- het onderhoud.

In de volgende hoofdstukken gaat deze gids op beide punten dieper in.



## HOOFDSTUK II : DE ELEMENTEN VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM (FV)

Het fotovoltaïsche systeem bestaat uit volgende onderdelen:

### 1. FOTOVOLTAÏSCHE PANELEN

Een fotovoltaïsche cel produceert een spanning van tenminste 1 volt en een vermogen van 1 tot 3 watt (afhankelijk van het gebruikte materiaal). Men behaalt een hoger vermogen door verschillende cellen te koppelen. Door de cellen lekdicht in te kapselen en samen te brengen in een kader, dat ze tegen schokken en slijtage beschermt, verkrijgt men een **fotovoltaïsche module of paneel**.



Op de markt vindt men **panelen met verschillende vermogens**. Het rendement is afhankelijk van de kwaliteit van het zonlicht, de oriëntatie, de hellingsgraad en het materiaal waaruit ze zijn vervaardigd. De panelen kunnen in serie of parallel worden geschakeld (we spreken van een string).

Als enkele panelen vaak overschaduwd worden, heeft de parallelschakeling de voorkeur. Een andere mogelijkheid is te werken met verschillende strings.

### 2. ONDERBREKER OP HET GELIJKSTROOMGEDEELTE (DC)

Een onderbreker kan worden geïntegreerd in de omvormer (ESS handgreep) of men kan kiezen voor een externe behuizing. Zijn functie is de stroomdoorgang van de panelen te stoppen, bijvoorbeeld in het geval de omvormer onderhouden moet worden. Een onderbreker is verplicht volgens de norm IEC 60364-7-712.



ESS handgreep op omvormer



Onderbreker in externe behuizing

### 3. OMVORMER

De omvormer zet de gelijkstroom, die door de panelen wordt opgewekt, om in wisselstroom. Over het algemeen is hij uitgerust met een display waarop eventuele fouten van het fotovoltaïsche systeem kunnen worden afgelezen.

### 4. GROENESTROOMTELLER

Deze telt de elektriciteit die door de installatie is opgewekt en verrekent hierbij het eigen verbruik van de verschillende onderdelen, zoals de omvormer. Om in aanmerking te komen voor groenestroomcertificaten (GSC) moet de teller door de Brusselse Reguleringscommissie voor energie (BRUGEL) worden gecertificeerd.

Er bestaan verschillende tellers op de markt: elektromechanische, mechanische en digitale (zie foto). Elektromechanische tellers gaan veel langer mee dan de kleine digitale. In het geval van een panne valt het mechanische display niet uit en de horizontale aflezing is erg gemakkelijk.



Elektromechanische teller



Mechanische teller



Digitale teller



## 5. SCHAKELBORD OF ELEKTRICITEITSKAST

Het schakelbord bevat alle zekeringen en schakelaars van het huishoudelijke elektrische circuit. Er dient een afzonderlijke schakelaar te worden voorzien voor de fotovoltaïsche installatie.

Om te worden goedgekeurd, dient een schakelbord bovendien een differentieelschakelaar van 300 mA te bevatten, die de hele elektrische installatie beschermt.

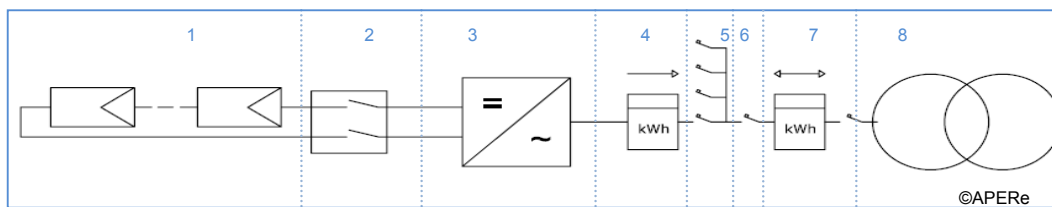


## 6. METER VOOR VERBRUIK EN LEVERING (BIDIRECTIONELE TELLER A+/A-)

Deze telt afzonderlijk het energieverbruik dat afkomstig is van het net en het eventuele surplus van de eigen elektriciteitsproductie dat naar het net gaat. Er bestaan tellers voor enkel- en dubbeltarief.

Alle opgesomde onderdelen moeten worden beschreven (merk, type en eventueel serienummer) in een eendraadsschema, dat in de nabijheid van de omvormer ter beschikking moet liggen en dat door het controleorganisme moet worden goedgekeurd. Bovendien is het een goede hulp tijdens onderhoudsbeurten. Op dit schema moeten eveneens de isopotentiale verbindingen (aardingspunten) worden aangeduid.

**Voorbeeld van een eendraadsschema :**



1. Modules
2. DC onderbreker
3. omvormer
4. Groenestroomteller

5. Schakelbord met 1 FV schakelaar
6. Differentieelschakelaar 300 mA
7. Bidirectionele elektriciteitsmeter A+/A-
8. Elektriciteitsnet

## 7. SYSTEEMDOCUMENTATIE

Zoals bij elk ander elektrisch systeem hoort er bij de fotovoltaïsche installatie een documentatiedossier dat minstens het volgende omvat:

- de technische fiches van het geïnstalleerde materiaal (panelen, omvormer, meter);
- de gebruiksaanwijzing van de omvormer (in de taal van de gebruiker);
- het gelijkvormigheidsattest van de omvormer voor norm DIN VDE 0126;
- de bedradingsschema's: eendraadsschema en het plaatsingsschema van de FV installatie;
- het attest van de AREI-keuring.

Dit documentatiedossier is absoluut noodzakelijk om de goede werking van het systeem te garanderen en het onderhoud ervan te vergemakkelijken.

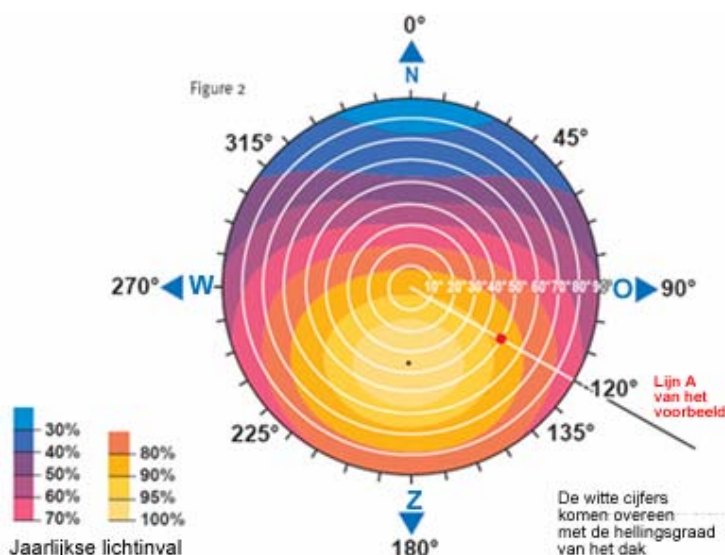


# HOOFDSTUK III : VERWACHTE PRODUCTIE VAN EEN FV SYSTEEM

## 1. BREEDTEGRAAD, ORIËNTATIE EN HELLINGSGRAAD

Algemeen wordt gesteld dat in België gedurende 850 uur per jaar aan alle standaard testcondities (STC) is voldaan.

De productie van een systeem hangt af van de breedtegraad, oriëntatie en hellingsgraad. Met onderstaande zonnenschijf kan men de correctiefactor (CF) vinden, uitgedrukt in %, die het verlies aan straling uitdrukt. Deze factor varieert van geel (100%) tot blauw (30%). De dunne concentrische cirkels komen overeen met de hellingsgraad van het dak en gaan van 0° in het centrum tot 90° aan de buitenkant van de figuur.



Jaarlijkse straling in Ukkel in functie van de oriëntatie (poolcoördinaten) en de hellingsgraad (radiale coördinaten)

Deze grafische voorstelling maakt duidelijk dat de beste oriëntatie zich situeert tussen het oosten en het westen, gaande over het zuiden. Op te merken valt dat een een helling van 10° op het noorden toch nog meer lichtinval krijgt (±80%) dan een opstelling van 90° op het oosten (tussen 50 en 60%).

De aangepaste conversieformule geeft de totale productie van het systeem (exclusief het effect van schaduw):

$$\text{Vermogen (Wp)} \times 0,85 \times \text{CF} / 100 = \text{Energie (kWh/jaar)}$$

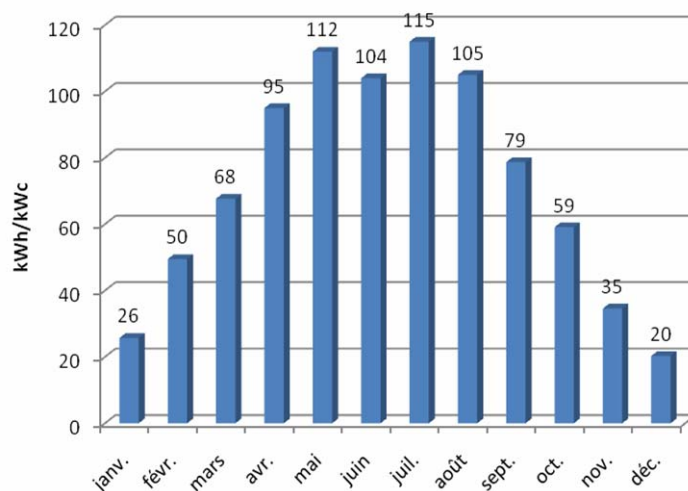
Voorbeeld : Uw systeem van 2.600 Wp staat op een dak met een hellingsgraad van 50° en georiënteerd op 120° oost. Uit de zonnenschijf leiden we de correctiefactor af : 85%. De minimale productie die moet worden behaald is:

$$2600 \times 0,85 \times 85\% / 100 = 1878,5 \text{ kWh/jaar.}$$

**Opgelet** : Door schaduw kan de productie van elektriciteit drastisch lager uitvallen. Daarom is het belangrijk dat de verschillende elementen die schaduw kunnen veroorzaken, worden geïdentificeerd en het effect ervan op de productie wordt geminimaliseerd. Een regelmatige opvolging (trimestrieel, maandelijks, wekelijks of zelfs dagelijks) vormt de beste garantie voor een goede werking van uw installatie.



## 2. GEMIDDELDE PRODUCTIE VAN EEN INSTALLATIE



*De gemiddelde maandelijkse productie van een Brusselse installatie van 1 kWp die is georiënteerd op het volle zuiden en met een hellingsgraad van 35°.*

Het is overduidelijk dat de hoogste productie wordt bereikt in de lente (36%) en de zomer (34%). De herfst (14%) en de winter (16%) zijn samen goed voor een derde van de jaarproductie.

Een installatie met een hellingsgraad van meer dan 35° produceert in de zomer minder en in de winter meer kWh dan de referentie-installatie. Daarentegen, bij een installatie met een lagere hellingsgraad vallen de zonnestrallen in de zomer gedurende een langere periode loodrecht op de panelen en daardoor produceert de installatie meer kWh dan de referentie-installatie.





## HOOFDSTUK IV : OPVOLGEN VAN DE EIGEN INSTALLATIE

Dit hoofdstuk beschrijft de methode om uw meterstanden af te lezen en om uw groenestroomproductie, verbruik en elektriciteitsfactuur eruit af te leiden.

Er bestaan twee methoden om de fotonvoltaïsche productie af te lezen:

- Automatische bewakingssystemen. De gegevens worden via wifi of het internet doorgegeven. Zo kan men dag na dag, kwartier na kwartier zijn systeem opvolgen;
- Manuele meteropname.



### 1. DE OPVOLGING VAN DE METERSTANDEN

#### - De fotonvoltaïsche productie op het niveau van de omvormer:

Van de omvormer kan men over het algemeen de volgende informatie afleiden:

- de hoeveelheid energie (in kWh) die op een dag werd geproduceerd
- het vermogen (in W) en de momentane spanning (in V)
- het totaal aantal uren in werking
- de totale hoeveelheid geproduceerde energie (in kWh) sinds de inwerkingstelling van de omvormer (in kWh). Dit laatste is het belangrijkste cijfer.

Tijdens de eerste dagen of weken na de inwerkingstelling is het van essentieel belang de meter van de omvormer te controleren. Zo kunnen snel eventuele storingen worden opgespoord, die het gevolg kunnen zijn van een slechte installatie of een defect paneel.

In de gebruiksaanwijzing van de omvormer kan men terugvinden op welk probleem een bepaald alarmsignaal wijst.

#### - De groenestroommeter :

Men dient regelmatig deze stand te vergelijken met die van de omvormer om zich ervan te vergewissen dat het verschil tussen beide ongeveer stabiel blijft (1-2%) in de loop van de tijd. Een geregelde controle maakt het mogelijk om snel in te grijpen, mocht de groenestroommeter geblokkeerd zijn en bovendien kan zo het energieverbruik van de omvormer zelf worden afgeleid.

Normalerweise wordt het verschil tussen beide meterstanden dus steeds groter (stand omvormer > stand groenestroommeter).



#### **Wat moet ik doen indien mijn groenestroommeter geblokkeerd of defect is?**

**! Breng onmiddellijk BRUGEL op de hoogte, als u geen groenestroomcertificaten wilt missen.**

- Als de meterstand zichtbaar is, maak er dan een foto van. Contacteer uw installateur om de meter te vervangen.
- Als de meterstand niet meer zichtbaar is, stuurt men de meter terug naar de producent, omdat het voor bepaalde types mogelijk is om de laatste stand ervan toch nog terug te vinden.

#### - De stand van de bidirectionele meter A+/A- :

Hier kunnen de meterstanden slechts manueel worden afgelezen. Deze meter registreert de hoeveelheid elektriciteit die u van het net gebruikt en de hoeveelheid die u weer terug op het net injecteert.



## 2. HOE BEREKEN IK MIJN PRODUCTIE, VERBRUIK EN ELEKTRICITEITSFACTUUR ?

Voorbeeld :

Een systeem van 2.600 Wp, gericht op het volle zuiden, met een verwachte productie van 2.210 kWh/jaar (2600 x 0,85) (zie hoofdstuk 3.1), met volgende meterstanden

Meterstanden	Openingsstand * (kWh)	Stand na 1 jaar (kWh)
Meterstand van de omvormer	150	2360
Groenestroommeterstand	155	2345
Stand A+ (verbruikte energie van het net)	1500	2700
Stand A- (niet verbruikte groene energie die op het net is geïnjecteerd)	20	812

\*Op datum van de certificering van de installatie (max. 2 maanden na de inwerkingstelling)

Op volgende manier berekent men de netto-productie van de installatie, die geldt als basis voor de berekening van de groenestroomcertificaten, het elektriciteitsverbruik en de factuur.

	Berekening	Resultaat
Productie van de installatie (A)	2360 - 150	2210 kWh
Groenestroomproductie (B)	2345 - 155	2190 kWh
Elektriciteit gefactureerd door de leverancier (C)	(2700-1500) – (812-20)	408 kWh
Werkelijk verbruikte elektriciteit (D = B + C)	2190 + 408	2608 kWh

Om de netto-productie van een installatie (A) te berekenen, moet men eenvoudig het verschil maken tussen de stand van de omvormer op twee verschillende dagen. In het voorbeeld werd de stand opgetekend bij de ingebruikname (datum van certificering door BRUGEL) en een jaar later.

De berekening van de groenestroomproductie (B) gebeurt op een gelijkaardige wijze met de standen van de groenestroommeter. De productie in het voorbeeld geeft recht op 15,92 GSC (7,27 x 2,19 MWu). Die kunnen worden verkocht voor 85 à 92 €, wat neerkomt op een totale opbrengst van 1.353 € à 1.465 €.

De omvormer en de groenestroommeter hebben na een jaar 20 kWh (2210-2190) verbruikt, ofwel ongeveer 1% van de productie.

Om de hoeveelheid te berekenen die de leverancier factureert (C), maakt men het verschil tussen de hoeveelheid die werd verbruikt van het net en de hoeveelheid die weer op het net werd geïnjecteerd.

Voor dit jaar factureert de leverancier dus een verbruik van 408 kWh.

Om de werkelijk verbruikte hoeveelheid elektriciteit te kennen (D), telt men de groenestroomproductie (B) op bij de hoeveelheid die werd gefactureerd door de leverancier (C).

→ De fotovoltaïsche installatie heeft dus 84% (2190/2608) geproduceerd van de totale hoeveelheid elektriciteit van dit gezin. Met een kleine inspanning zou het gezin volledig in zijn eigen behoeften kunnen voorzien (zie hoofdstuk 7).



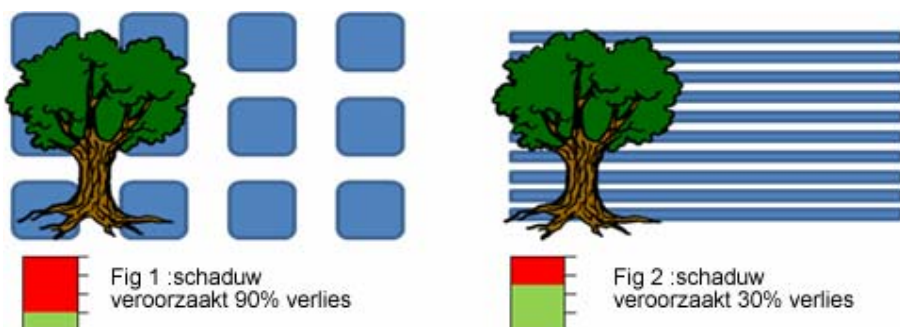
# HOOFDSTUK V : DE MOGELIJKE VERLIEZEN VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM

## 1. VERLIEZEN ALS GEVOLG VAN SCHADUW

Schaduw van objecten vlakbij of verderaf kunnen het rendement van een fotovoltaïsch systeem aanzienlijk negatief beïnvloeden. In de fase van het voorontwerp moet de installateur de schaduwzones duidelijk identificeren en hiermee rekening houden voor de berekening van de optimale grootte en configuratie.

Als de productie van een systeem in werking lager uitvalt dan verwacht, kan dat het gevolg zijn van schaduw. Men dient er dus op toe te zien dat er zich geen nieuwe schaduwplekken vormen (ongesnoeide bomen, nieuwe gebouwen,...).

Hoe nadelig het effect van éézelfde schaduw is, is afhankelijk van de technologie. Bepaalde technologieën zijn beter bestand tegen schaduwvorming. De figuur links stelt een klassieke kristallijne technologie voor, de figuur rechts de zogenaamde "dunnefilmtechnologie" (CIS, CIGS,...)



Schaduwvorming kan ook het gevolg zijn van de weersomstandigheden. Zo kan de ophoping van sneeuw onderaan het paneel de productie behoorlijk negatief beïnvloeden, maar gelukkig komt die situatie uitsluitend in de winter voor, wanneer de mogelijk haalbare productie toch al laag is.

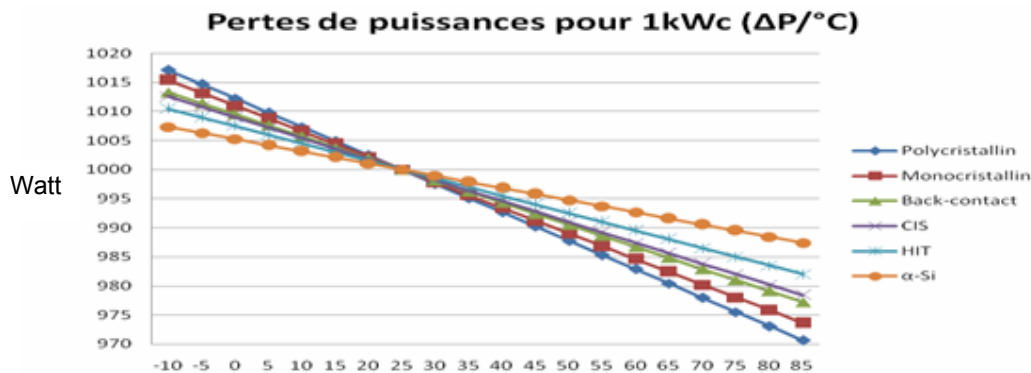


## 2. VERLIEZEN ALS GEVOLG VAN DE TEMPERATUUR

De efficiëntie van het paneel en de omvormer is omgekeerd evenredig met de temperatuur van de module. Afhankelijk van de gebruikte technologie zijn de verliezen al dan niet aanzienlijk te noemen. Zo heeft de amorfe technologie ( $\alpha$ -Si) een lagere temperatuurscoëfficiënt dan de kristallijne technologie (c-Si).

Op daken waar de panelen in opbouw zijn, is er een natuurlijke ventilatie die voor afkoeling zorgt. Bij geïntegreerde systemen is dat niet het geval en daardoor zijn de verliezen door een temperatuurstijging hier groter. Een toename van de temperatuur beïnvloedt de ingangsspanning van de omvormer en daardoor de productiviteit en het rendement ervan.





### 3. VERLIEZEN IN DE OMFORMER

#### - Zonnestraling :

Als de panelen onvoldoende zonnestraling krijgen (begin of einde van de dag, sneeuw, betrokken hemel, ...), blijft de omvormer in wachtstand tot de weersomstandigheden verbeteren. Het interne verbruik van de omvormer (ongeveer 5W) moet immers worden bereikt voor het systeem productief wordt. De omvormer start automatisch op het ogenblik dat de externe omstandigheden weer gunstig zijn.

#### - Verliezen door de temperatuur :

De omvormer moet op een droge en geventileerde plaats worden geïnstalleerd. De efficiëntie die is beschreven in de technische fiches, is uitsluitend gegarandeerd indien de installatie gebeurde volgens de handleiding. Om de warmteafvoer mogelijk te maken, is gewoonlijk een ruimte van ongeveer twintig cm nodig, voornamelijk langs de kant van de ventilatieroosters (in- en uitgang).

Op plaatsen waar de temperatuur kan oplopen (niet geïsoleerde zolder), neemt het rendement af en verkort de levensduur van de omvormer.

### 4. OHMSE VERLIEZEN (DC-BEDRADING)

Een systeem van goede kwaliteit is zodanig geconcentreerd dat het de ohmse verliezen in de gelijkstroombedrading (DC) beperkt tot een spanningsval van maximum 2% tussen de modules en de omvormer. Indien de spanningsval groter is dan 2% (als gevolg van een te lange draad bijvoorbeeld), moeten er elektrische draden met een grotere diameter worden gebruikt om een oververhitting van de DC-bedrading te vermijden.

De eigenaar kan steeds aan zijn installateur een berekening vragen voor de juiste dimensionering van de bedrading.

### 5. VERLIEZEN DOOR HET OPENBARE ELEKTRICITEITSNET

Statistisch gezien is het openbare elektriciteitsnet vaak de oorzaak van een productiedaling in een fotovoltaïsch systeem. Daarvoor kunnen verschillende redenen zijn :

- De spanning van het net is te hoog (> 245 V) of fluctueert teveel;
- De verschillen in interne weerstand zijn te groot;
- De frequentieschommelingen op het net zijn te groot in verhouding tot de standaardwaarde.

Bovenstaande omstandigheden veroorzaken tijdelijke onderbrekingen van de omvormer en hebben dus een productieverlies tot gevolg.





## HOOFDSTUK VI : ONDERHOUD VAN UW FV-INSTALLATIE

In theorie heeft een huishoudelijk fotovoltaïsch systeem geen onderhoud nodig. Een dergelijke installatie heeft een minimum levensduur van 25 jaar; er is geen enkel beweeglijk onderdeel en omdat de panelen meestal schuin staan opgesteld en bedekt zijn met een uiterst glad glas, wordt het oppervlak op een natuurlijke wijze schoongemaakt.

Vooraf in een stedelijke omgeving is het aangewezen om toch regelmatig de productie van het fotovoltaïsche systeem te controleren en eventueel de panelen schoon te maken. Bij een hellingsgraad van 10° bijvoorbeeld is de afwatering onvoldoende. Vettige stofdeeltjes die afkomstig zijn van uitlaatgassen, kunnen aan het glas blijven kleven, zelfs als dat erg glad is. Verder moet men er rekening mee te houden dat de omvormer na 10 tot 15 jaar vervangen dient te worden.

### 1. PREVENTIEF ONDERHOUD

Een goed preventief onderhoud is gebaseerd op een regelmatige controle en analyse van de rendementen (zie hoofdstuk 3). Als u een onder-productie vaststelt, tracht dan op basis van de beschrijving in het volgende punt (herstellingen) en de tabellen in de bijlagen uit te maken wat de oorzaak is.

Mogelijke acties voor een goed preventief onderhoud	
Opvolging (wat?)	Controle (Hoe en wanneer?)
<p><b>Schaduw</b>: Snoeien van bomen, struiken en planten die schaduw zouden kunnen veroorzaken</p>	Visueel, jaarlijks in het voorjaar
<p><b>Vuilafzetting op de panelen</b>: door een ophoping van vuil kunnen de panelen geheel of gedeeltelijk van het licht worden onttrokken; dat kan het gevolg zijn van bijvoorbeeld pollen in het voorjaar, gevallen bladeren in de herfst, sneeuw in de winter, te hoog gras (als de modules op de bodem staan) of uitwerpselen van vogels. Ook het vuil op het kaderwerk kan een gedeeltelijke schaduw werpen op de nabijgeleden zonnecellen.</p> 	Visueel, om de 3 maanden. Als de panelen niet eenvoudig toegankelijk zijn, kan u de hulp inroepen van gespecialiseerde bedrijven. Het schoonmaken gebeurt met zuiver water zonder zeep en nooit met een hogedrukspuit.
<p><b>Draden</b> die hangen, loszitten of die beschadigd zijn, kunnen het gevolg zijn van weersomstandigheden of veroorzaakt zijn door dieren (vogels, knaagdieren). Om dat te vermijden is het beter om de bedrading niet aan regen en zon bloot te stellen (stevig vastmaken onder de panelen).</p> <p><b>Elektrocutiegevaar</b>: Raak nooit beschadigde draden aan. Er bestaat zelfs gevaar in de nabijheid van deze draden (als gevolg van overspanning). Neem zo vlug mogelijk contact op met uw installateur om de bedrading te laten herstellen.</p>	Visueel, jaarlijks 
<p><b>Omvormer</b>: neem het stof weg van het ventilatierooster van de omvormer</p>	Visueel, om de 6 maanden tot 1 jaar (als de omvormer buiten staat: om de 6 maanden)
<p><b>Na een storm</b>: voer een visuele controle uit en kijk na of de beschermingsmaatregelen tegen overspanning functioneren.</p>	Na elk onweer/storm



### **Sneeuw: een catastrofe voor de fotovoltaïsche installatie?**



Sneeuw op de modules kan een erg negatieve invloed hebben op de productie. Niettemin is de globale impact ervan over een heel jaar beschouwd verwaarloosbaar klein voor huishoudelijke installaties. In Brussel sneeuwt het gemiddeld tussen 15 en 20 dagen per jaar en dat komt overeen met maximaal 3 % van de totale productie.

## **2. HERSTELLINGEN**

Herstellingen zijn nodig, indien de productie van het systeem onverwacht terugvalt of wanneer door een onverwacht voorval het systeem niet meer betrouwbaar functioneert.

We onderscheiden drie categorieën van pannes:

*In de bijlagen vindt u voor elke categorie de kenmerken en de mogelijke oorzaken en oplossingen.*

- *Categorie 1 : De installatie levert geen stroom overdag (Bijlage 1)*

Als het weinig bewolkt is en de panelen zijn sneeuwvrij, dan zou de installatie overdag elektriciteit moeten leveren. De omvormer geeft aan dat de spanning onvoldoende is om alleen de eerste en de laatste uren van de dag op te starten. 's Nachts slaat de omvormer volledig af.

- *Categorie 2 : De installatie levert minder stroom dan andere installaties in de buurt (Bijlage 2)*

Het is niet abnormaal dat twee nabijgelegen installaties niet dezelfde productie opleveren, omdat die afhankelijk is van oriëntatie, hellingsgraad en schaduw. Pas wanneer twee installaties die werken met hetzelfde type technologie, in exact dezelfde omstandigheden, een verschillende productie vertonen, moet men ze aan een nader onderzoek onderwerpen.

### **Vergelijken van systemen op het internet**

Bepaalde producenten van omvormers bieden aan hun klanten een dienst aan om hun productiegegevens automatisch op het internet op te laden, waardoor het mogelijk wordt om de productiecijfers met andere installaties te vergelijken.

Op de Franse site [www.bdpv.fr](http://www.bdpv.fr) kan men zijn eigen gegevens automatisch vergelijken met die van installaties in de omgeving, ook als de oriëntatie en hellingsgraad verschillen. De gegevens moeten manueel worden ingegeven.

Met automatische opvolgsystemen is het mogelijk om uw gegevens op een site van een bepaald systeem in te voeren en aldus de productie te vergelijken met nabijgelegen installaties.

- *Categorie 3 : De installatie levert minder stroom dan voordien (Bijlage 3)*

De productie van een bepaalde installatie kan van jaar tot jaar erg variëren in functie van de zonnestralingomstandigheden. Volgens bepaalde bronnen kan de variatie oplopen tot meer dan 30%. Als u zeker bent dat de productiever verschillen in uw installatie niet het gevolg zijn van variaties in de zonnestralingomstandigheden - door uw cijfers te vergelijken met die van installaties in de buurt - dan geeft tabel 3 in de bijlage een overzicht van de mogelijke oorzaken.



## HOOFDSTUK VII : ZIJN ZONNEDEKKING VERHOGEN

Als de productie van uw fotovoltaïsche installatie niet toereikend is om uw totale jaarlijkse elektriciteitsverbruik te dekken, dan hebt u er baat bij om uw verbruik in te perken en op die manier uw elektriciteitsfactuur te verlagen.

Het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van een alleenstaande Brusselaar is gemiddeld 2.100 kWh en dat van een Brussels gezin van twee à drie personen tussen 3.000 en 3.500 kWh. Dat wil zeggen dat een fotovoltaïsch systeem van minder dan 2.500 Wp volstaat om 100% van de behoeften te dekken van een gezin dat rationeel energiegebruik heeft ingevoerd, terwijl er meer dan 4.100 Wp nodig is voor een normaal gezin. Dit hoofdstuk geeft enkele trucjes om het verbruik te beperken.

### **Dubbeltarief : niet zinvol voor een fotovoltaïsche installatie**

Op basis van simulaties is gebleken dat eigenaars van fotovoltaïsche installaties er baat bij hebben om over te schakelen van een dubbeltariefsysteem naar een enkeltarief. Omdat de elektriciteitsproductie immers automatisch wordt teruggekocht aan verkoopprijs, wordt de productie van het weekend minder gevalideerd<sup>1</sup>.

## 1. ELEKTRISCHE TOESTELLEN

### - Elektrische huishoudapparaten

Na elektrische radiatoren en waterverwarmers zijn dit de grootste elektriciteitsverbruikers van een gezin. Koelkasten en diepvriezers werken onafgebroken, dus is het aangewezen om toe te kijken op de energie-efficiëntie ervan. Het Europese energielabel is een goede hulp bij de aankoop van een nieuw apparaat: men ziet onmiddellijk in welke energieklasse een toestel valt en men weet aldus of het al dan niet zuinig is. De meest zuinige apparaten hebben tegenwoordig een A+ of zelfs A++-label.



### - Verlichting

De energiebehoefte van spaarlampen is vijf maal kleiner dan die van klassieke gloeilampen, terwijl ze toch dezelfde lichtintensiteit opleveren.

Op plaatsen waar een lamp langer dan een half uur onafgebroken brandt, is het interessanter om ze te vervangen door een spaarlamp: ze warmt minder op en gaat tot acht maal langer mee. De energiebesparing bedraagt 75 tot 80%. Op die manier is de hogere aankoopprijs snel terugverdiend.

In vele gevallen is het zinvol om halogeenschermers met indirecte verlichting te vermijden. Halogeenschermers zijn echte energievreters en kunnen 50 tot 80 € per jaar kosten (voor een staande halogeenscherm van 300 Watt). Zulke schermers bestaan ook in uitvoeringen met spaarlampen.



### - Slaapstand

Bepaalde toestellen verbruiken "stiekem" energie.

We onderscheiden twee vormen van "onzichtbaar" energieverbruik:

- **Het verbruik in "slaapstand"**: slaat op toestellen die onnodig in de "slaapstand" worden gezet, terwijl ze kunnen worden uitgeschakeld met de on/off-hoofdschakelaar. Dit is typisch voor tv, cd- en dvd-speler, hifi-keten, computer enz..

<sup>1</sup> Op de site van Brugel kunnen simulaties worden gemaakt: <http://www.brugel.be>



- **Het echte verborgen verbruik:** slaat op toestellen die op het elektriciteitsnet aangesloten blijven en die men niet kan of vergeet uit te schakelen: wasmachine, gsm-lader, koffiezetapparaat, printer, halogeenschermelamp, elektrische tandenborstel enz.

U kan in de doe-het-zelfzaak (voor 15 à 35 €) een kleine energiemeter kopen, waarmee u zelf kan meten of uw elektrische toestellen een verborgen verbruik hebben. Niet alleen ziet u dan hoe groot het onmiddellijke verbruik is, maar ook hoe het verbruik gedurende een bepaalde periode fluctueert. Op basis hiervan kan u het jaarverbruik extrapoleren en de energetische en financiële impact berekenen.



Er bestaan verschillende oplossingen om verborgen verbruik tegen te gaan:

- Stopcontactenblok met schakelaar: snijdt de stroomtoevoer naar de elektrische apparaten af.



- Domotica: een computer controleert de elektrische installatie en stuurt elektriciteit uitsluitend naar de toestellen die het nodig hebben, zodat er geen verborgen verbruik kan zijn. Domotica is alleen te overwegen indien de elektrische installatie wordt gerenoveerd.

## 2. MEER WETEN

U vindt meer informatie over rationeel energiegebruik op onze site [www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be)

- De infochies Energie:

[Startpagina](#) > [Particulieren](#) > [Thema's](#) > [Energie: Infochies "Energiebesparingen"](#)

- Brochure "100 tips om energie te besparen":

[Startpagina](#) > [Particulieren](#) > [Praktische zaken](#) > [Mijn woning](#) > [Bespaar energie: Gebaren voor elke dag](#)





## BIJLAGE 1 : PANNES VAN CATEGORIE 1<sup>2</sup>

De meter toont een nulrendement. Overdag geeft de omvormer geen ingangsspanning (komende van de generator) en er is geen uitgaande stroom.

Kenmerk	Probleem/Mogelijke oorzaak/oplossing ( <i>indien de tekst schuin gedrukt staat, dient u hiervoor de hulp van een installateur in te roepen</i> )
<p>Geen ingangsspanning bij de omvormer op de hoofdlijn van de gelijkstroom</p>	<p>Betrokken hemel. Controleer opnieuw wanneer de zonnestraling intenser is.  <i>Anders =&gt;</i>  <i>De generator* is niet meer verbonden met de onderbreker van de gelijkstroom ? Panne van de onderbreker ? De ingangsspanning controleren en de onderbreker aanschakelen.</i>  <i>Anders =&gt; Gesmolten zekering (bijvoorbeeld als gevolg van een bliksem).Controleer de zekeringen.</i>  <i>Anders =&gt;</i>  <i>De overspanningsafleider heeft de fotovoltaïsche generator kortgesloten via de aarde. De overspanningsafleider controleren.</i>  <i>Anders =&gt;</i>                      Panne of kortsluiting in de generator. Visuele controle, zoek zichtbare problemen (losse draden en beschadigde panelen).  <i>Anders =&gt;</i>  <i>Open de verbindingsdoos en meet elke lijn afzonderlijk.</i></p>
<p>Er is ingangsspanning bij de omvormer op de hoofdlijn van de gelijkstroom, maar de omvormer meet niets.                      Overdag geeft de omvormer een ingangsspanning (komende van de generator), maar er is geen uitgaande stroom.</p>	<p>Betrokken hemel / De spanning is te zwak. Controleer opnieuw wanneer de zonnestraling heviger is.  <i>Anders =&gt;</i>                      Defect in de omvormer; verwittig de fabrikant.                      Elektriciteitspanne op het openbare net. Controleer of het om een stroompanne gaat (door bijvoorbeeld een lichtschakelaar te proberen), de omvormer schakelt vanzelf weer aan na een stroompanne.  <i>Anders =&gt;</i>                      Het uitschakelmechanisme van een van de volgende elementen treedt in werking: de maximumschakelaar, de automatische differentieelschakelaar of de zekeringen van de meter tussen de omvormer en het net. Controleer de schakelaars en de zekeringen.  <i>Anders =&gt;</i>                      De omvormer wijst op een probleem in de generator (een isolatieprobleem bijvoorbeeld) en als gevolg daarvan functioneert de installatie niet. Controleer de foutboodschappen op de omvormer. <i>Ontkoppel de lijnen een voor een in de verbindingsdoos en controleer telkens of de installatie functioneert.</i>  <i>Anders =&gt;</i>                      De omvormer heeft een probleem op het net gedetecteerd en daardoor werkt de installatie niet. Controleer de foutboodschappen op de omvormer. De omvormer schakelt vanzelf weer aan na een stroompanne. Contacteer SIBELGA als zich dit vaak voordoet.</p>

\*Generator = geheel van fotovoltaïsche panelen

<sup>2</sup> Bron : *Le photovoltaïque pour tous*, Observ'ER, 2006

## BIJLAGE 2 : PANNES VAN CATEGORIE 2<sup>3</sup>

Bij eenzelfde oriëntatie en hellingsgraad levert de installatie minder stroom dan verwacht / dan installaties in de buurt (per kWp)

Kenmerk	Probleem/Mogelijke oorzaak/oplossing (indien de tekst schuin gedrukt staat, dient u hiervoor de hulp van een installateur in te roepen)
Tekortkoming in het ontwerp op het vlak van optimalisatie	De omvormer en de generator zijn niet voldoende aangepast. Anders => <i>De verliezen op de lijnen zijn te hoog. Maak de berekeningen opnieuw en plaats, indien nodig, draden met een grotere diameter.</i>
Tekortkoming op het vlak van de installatie	<i>Een van de lijnen is niet correct aangesloten (de connectoren zijn niet juist verbonden), de contacten zitten los of de polen van een van de panelen zijn omgekeerd, waardoor de lijn geen stroom levert. Controleer de connectoren en alle andere mogelijke oorzaken afzonderlijk.</i>
De panelen staan niet in lijn; ze hebben een verschillende oriëntatie of hellingsgraad	<i>Verschuivingen als gevolg van een tekortkoming in het ontwerp of een probleem bij de montage; visuele controle. Installeer een andere omvormer (multistring) of een groter aantal omvormers.</i>
Tekortkoming in het ontwerp op het vlak van schaduwvorming	Verwijder of verklein de voorwerpen die schaduw werpen. Anders => <i>Installeer een andere omvormer (multistring) of een groter aantal omvormers.</i>
Geen enkel bijzonder kenmerk	De omvormer warmt op als gevolg van een ophoping van vuil of een ontoereikende ventilatie: maak de omvormer vrij en reinig eventueel de ventilatieroosters. Anders => <i>De omvormer op een andere plaats zetten.</i> Anders => <i>Verifieer hoe de omvormer reageert op een incident op het openbare net. Controleer de werking van de omvormer in het geval van een abrupte stroompanne. Neem contact op met de fabrikant van de omvormer of met Sibelga.</i> Anders => <i>Het vermogen van de fotovoltaïsche panelen is lager dan wat door de fabrikant werd gegarandeerd. Meet het piekvermogen met behulp van gespecialiseerde apparatuur. Dien eventueel een klacht in en vervang de panelen</i>

\*Generator = geheel van fotovoltaïsche panelen

<sup>3</sup> Bron : *Le photovoltaïque pour tous*, Observ'ER, 2006



## BIJLAGE 3 : PANNES VAN CATEGORIE 3<sup>4</sup>

De installatie levert minder stroom dan voordien.

Kenmerk	Probleem/Mogelijke oorzaak/oplossing <i>(indien de tekst schuin gedrukt staat, dient u hiervoor de hulp van een installateur in te roepen)</i>
De generator levert minder stroom dan voordien of de maximale stroom op het ogenblik dat de straling het sterkst is, is lager dan voordien.	<p>Controleer of er schaduw valt op de installatie of dat ze vuil is; eventueel de installatie reinigen of de begroeiing snoeien of maaien.</p> <p>Anders =&gt;</p> <p>Controleer de panelen, de paneellijnen en de bedrading op defecten (die het gevolg kunnen zijn van bijvoorbeeld storm of bliksem). Voer een visuele controle uit en <i>meet de karakteristieke waarden voor elke lijn op het niveau van de verbindingsdoos: nullastspanning, kortsluitstroom, MPP-stroom. Meet tegelijkertijd de intensiteit van de straling en tracht de metingen steeds te doen bij constante stralingsomstandigheden, dus niet bij wisselvallig weer. Idealiter meet u ook het piekvermogen met behulp van gespecialiseerde apparatuur en vergelijkt u dit met de waarden die u hebt opgetekend bij de ingebruikname.</i></p> <p>Anders =&gt;</p> <p><i>Defecte bypassdioden van een paneel (als gevolg van een indirecte blikseminslag of van overspanning). De dioden sluiten een rij cellen kort en verminderen het vermogen van het paneel. Meet eerst de volledige lijnen afzonderlijk om de plaats van het defect af te bakenen. Ontkoppel daarna de panelen en vervolg de metingen.</i></p> <p>Anders =&gt;</p> <p><i>De panelen of cellen zijn beschadigd door een directe blikseminslag die niet werd opgemerkt (onzichtbare schade). Meet de panelen en vervang ze indien nodig.</i></p> <p>Anders =&gt;</p> <p><i>Is er een kortsluiting in de verbindingsdoos als gevolg van waterinsijpeling? Open de doos en verwijder het water. Leg de draden in een zwanenhalsvorm.</i></p> <p>Anders =&gt;</p> <p><i>“Versleten” fotovoltaïsche panelen: meet de rijen en de panelen en vergelijk met de waarden die de fabrikant garandeert.</i></p>
De karakteristieke waarden van de generator zijn niet veranderd.	<p>De omvormer warmt op als gevolg van een ophoping van vuil of een ontoereikende ventilatie: maak de omvormer vrij en reinig eventueel de ventilatieroosters.</p> <p>Anders =&gt;</p> <p>Verifieer hoe de omvormer reageert op een incident op het openbare net. Controleer de werking van de omvormer in het geval van een abrupte stroompanne. Neem contact op met de fabrikant van de omvormer of met Sibelga.</p>

\*Generator = geheel van fotovoltaïsche panelen

<sup>4</sup> Bron : *Le photovoltaïque pour tous*, Observ'ER, 2006



# INHOUDSTAFEL

<b>HOOFDSTUK I : INLEIDING</b> .....	<b>4</b>
1. ZONNESTRALING IN BRUSSEL .....	4
<b>HOOFDSTUK II : DE ELEMENTEN VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM (FV)</b> .....	<b>5</b>
1. FOTOVOLTAÏSCHE PANELEN .....	5
2. ONDERBREKER OP HET GELIJKSTROOMGEDEELTE (DC) .....	5
3. OMVORMER .....	5
4. GROENESTROOMTELLER .....	5
5. SCHAKELBORD OF ELEKTRICITEITSKAST .....	6
6. METER VOOR VERBRUIK EN LEVERING (BIDIRECTIONELE TELLER A+/A-) .....	6
7. SYSTEEMDOCUMENTATIE .....	6
<b>HOOFDSTUK III : VERWACHTE PRODUCTIE VAN EEN FV SYSTEEM</b> .....	<b>7</b>
1. BREEDTEGRAAD, ORIËNTATIE EN HELLINGSGRAAD .....	7
2. GEMIDDELDE PRODUCTIE VAN EEN INSTALLATIE .....	8
<b>HOOFDSTUK V : OPVOLGEN VAN DE EIGEN INSTALLATIE</b> .....	<b>9</b>
1. DE OPVOLGING VAN DE METERSTANDEN .....	9
2. HOE BEREKEN IK MIJN PRODUCTIE, VERBRUIK EN ELEKTRICITEITSFACTUUR ? .....	10
<b>HOOFDSTUK IV : DE MOGELIJKE VERLIEZEN VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM</b> .....	<b>11</b>
1. VERLIEZEN ALS GEVOLG VAN SCHADUW .....	11
2. VERLIEZEN ALS GEVOLG VAN DE TEMPERATUUR .....	11
3. VERLIEZEN IN DE OMVORMER .....	12
4. OHMSE VERLIEZEN (DC-BEDRADING) .....	12
5. VERLIEZEN DOOR HET OPENBARE ELEKTRICITEITSNET .....	12
<b>HOOFDSTUK VI : ONDERHOUD VAN UW FV-INSTALLATIE</b> .....	<b>13</b>
1. PREVENTIEF ONDERHOUD .....	13
2. HERSTELLINGEN .....	14
1. ELEKTRISCHE TOESTELLEN .....	15
2. MEER WETEN .....	16
<b>BIJLAGE 1 : PANNES VAN CATEGORIE 1</b> .....	<b>17</b>
<b>BIJLAGE 2 : PANNES VAN CATEGORIE 2</b> .....	<b>18</b>
<b>BIJLAGE 3 : PANNES VAN CATEGORIE 3</b> .....	<b>19</b>
<b>INHOUDSTAFEL</b> .....	<b>20</b>

INFOS



02 775 75 75  
[www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)

Redactie : APERe vzw

Leescomité : APERe vzw, An VERSPECHT

Verantwoordelijke uitgevers : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledelle 100 – 1200  
Brussel

Fotorechten : APERe vzw

