

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

HERNIEUWBARE
ENERGIE

HERFST 2025

Focus op fotovoltaïsche installaties

Wet- en regelgevingskader, technologieën, integratie en beheer



- ▶ Het potentieel van een PV-installatie beoordelen.
- ▶ De verschillende mogelijke plaatsen en technische oplossingen samen bekijken.
- ▶ De bestaande steunmaatregelen en premies evenals de te ondernemen administratieve stappen opsommen.
- ▶ De verschillende uitrustingen van een PV-installatie en de ermee samenhangende aandachtspunten doorlopen.



ONTWERP

FINANCIERING

ADMINISTRATIEVE PROCEDURES

UITVOERING

VARIA



Wattpiek (Wp)

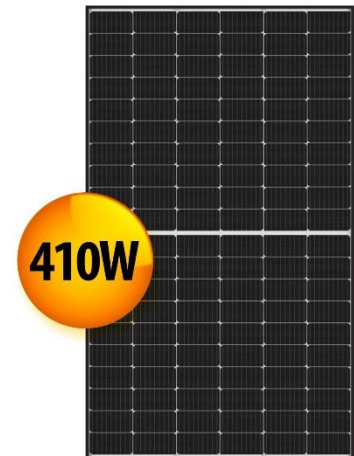
- ▶ maximaal elektrisch vermogen geleverd in standaardtestvoorwaarden (STC):
 - bezonning van 1.000 W/m^2 ;
 - temperatuur van de panelen: $25 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - spectrale verdeling van de zonnestraling, AM 1.5
(zonnestraling die de grond bereikt na in een hoek van 45° door de atmosfeer te zijn gegaan)
- Standaardpaneel $\approx 200 - 225 \text{ W/m}^2$
- BIPV-paneel $\approx 150 \text{ W/m}^2$



Wattuur (Wh)

- ▶ 1 wattuur

**= energie verbruikt of geleverd door een systeem
vermogen van 1 watt gedurende een uur.**



De elektriciteitsbehoeften ramen: hoeveel en wanneer?

- ▶ Renovatie:
 - Recuperatie lastcurve indien beschikbaar via bestaande meter
 - Profiel gereconstitueerd via facturen + typeprofielen
 - Behoeften beoordeeld via dynamische thermische simulatie

- ▶ Nieuwbouw:
 - Profiel geraamd op basis van typeprofielen
 - Behoeften beoordeeld via dynamische thermische simulatie



De elektriciteitsbehoeften ramen: hoeveel en wanneer?

- ▶ Residentieel gebouw (eengezinswoning $\approx$ 2.000 tot 3.500 kWh/jaar)
 - Welke elektrische uitrustingen?
 - WP?
 - SWW-productie: elektrisch?
 - Kleine apparatuur

	Nombre de logements équipés	Taux de pénétration	Cons. spéc. par logement	Consom. totale
	milliers	% du parc	kWh/an	GWh/an
Réfrigérateurs	245	47%	280	68
Congélateurs	150	29%	375	56
Combiné R+C	313	60%	375	118
Lave-linge	376	72%	230	87
Sèche-linge	188	36%	280	53
Lave-vaisselle	230	44%	185	43
Micro-ondes	412	79%	57	23
Télévisions	478	92%	95	45
Ordinateurs	427	82%	95	41
Eclairage	520	100%	275	143
Petit électro	520	100%	250	130
Circulateurs	424	82%	90	38
Veille	520	100%	145	75
Consommation moyenne par logement			1 770	
Consom. totale d'électricité hors chauffage cuisson et ECS				920

Tableau 49 - Estimation de l'équipement électrique des ménages en 2011

Bron: ICEDD

ENERGIEBALANS VAN HET BRUSSEL HOOFDSTEDELIJK GEWEST 2011



Elektriciteit

- ✓ Kleine verbruiker: 600 kWh (piekuren) (*Eurostat-profiel* Da)
Studio/appartement met verlichting, koelkast en beperkt gebruik van elektrische huishoudtoestellen.
- ✓ Mediane verbruiker: 2.036 kWh (piekuren)
Brusselse mediaan: matig uitgeruste woning en matig gebruik van elektrische huishoudtoestellen.
- ✓ Grote verbruiker: 3.600 kWh (piekuren) + 3.900 kWh (daluren) (*Eurostat-profiel* Da)
- ✓ Groot gezin met elektrische accumulatieboiler en groot gebruik van elektrische huishoudtoestellen.

**Grote variabiliteit, al
dan niet afgevlakt door
een groot aantal**

De elektriciteitsbehoeften ramen: hoeveel en wanneer?

- ▶ Niet-residentieel gebouw, elektriciteitsverbruik voor:

- verwarming / koeling
- ventilatie

$\approx 0,45 \text{ W/m}^3/\text{h}$

- verlichting

$\approx 1,5 \text{ tot } 2 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lux}$ voor kantoren, scholen, ateliers, ...

- burotica, server
- keukenapparatuur
- liften
- kleine apparatuur
- enz.

**Gebruiksuren zijn
bijzonder belangrijk**



De elektriciteitsbehoeften ramen

Etude sur les consommations
énergétiques spécifiques du secteur
tertiaire

Rapport Final

Mai 2021

Tableau 71 : CSP retenues - Centres de santé et services similaires

	Moyenne	Intervalle de confiance
CSP Gaz (kWh/m ²)	116	89-143
CSP Electricité (kWh/m ²)	83	17-149

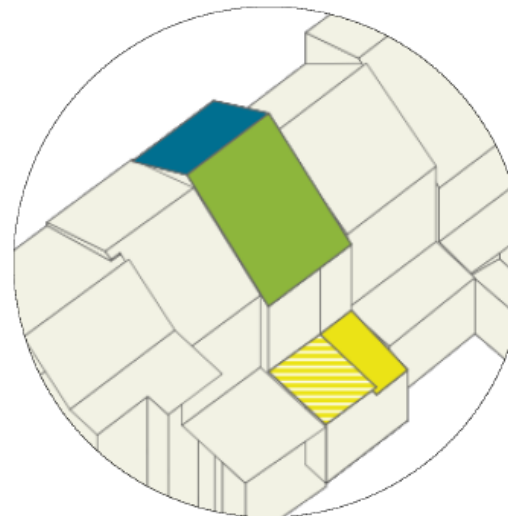
Pour le compte de :



Welk productiepotentieel?

- Beschikbare oppervlakken
- Oriëntatie, helling
- Beschaduwing
- ...

⇒ **Tool voor snelle beoordeling:**
Zonnekaart van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



- 28 m² Excellent potentiel
- 15 m² Bon potentiel
- 19 m² Faible potentiel (exclu du calcul)

Gain net sur 10 ans : 3 857 €

Ma toiture

64 m²	Surface totale
12 m²	Obstacles estimés
36 m²	Surface utilisable

Mon énergie

3 325 kWh/an	Production des panneaux
2 036 kWh/an	Consommation du ménage
36 %	Auto consommation
1,5 TCO2/an	Gain pour l'environnement

Mon installation

16	Nombre de panneaux
	Monocristallin
27 m²	Superficie installée
4,2 kWc	Puissance totale installée
25 ans	Durée de vie de l'installation

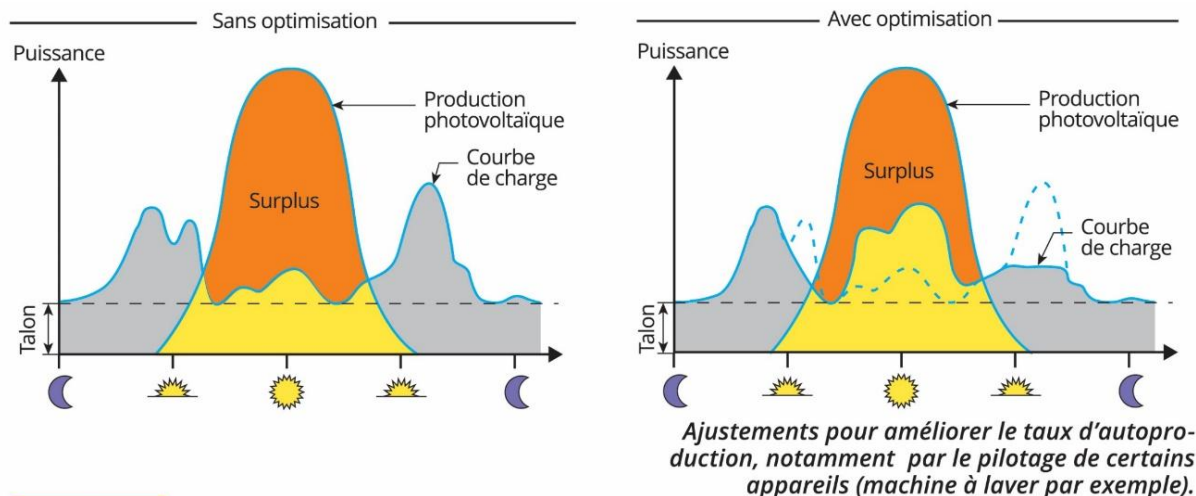
Mes finances

6 557 €	Prix d'achat TVAC
6 768 €	Gains certificat vert (10 ans)
10 673 €	Gain facture d'électricité sur 25 ans
4 326 €	Gains nets sur 25 ans
7 ans	Temps de retour actualisé



Eigenverbruik

- ▶ Superpositie van de behoefte/productie-curves
- ▶ Verbruiksgewoonten veranderen
- ▶ Overeenstemming maximaliseren: streven naar min. 65 % eigenverbruik
- ▶ Bij eigenverbruik < 50 %: het aantal panelen reduceren.
- ▶ Eigenverbruiksimulator voor residentiële gebouwen: www.autoconsommer.com



Lexique

$$\text{Taux d'autoconsommation} = \frac{\text{Production utilisée}}{\text{Production totale}} = \frac{\text{Yellow}}{\text{Orange} + \text{Yellow}}$$

$$\text{Taux d'autoproduction} = \frac{\text{Production utilisée}}{\text{Consommation totale}} = \frac{\text{Yellow}}{\text{Blue} + \text{Yellow}}$$



Op het dak?

- ▶ Hellend dak
- ▶ Plat dak

Op de grond?

- ▶ Schaduw dak (carport)
- ▶ Zonnevolger
- ▶ PV-veld

Op de gevel?

- ▶ Opake oppervlakken
- ▶ Beglaasde oppervlakken

Andere plaatsen?

- ▶ Koepel
- ▶ Borstweringen
- ▶ Zonneweringen
- ▶ ...



Opgelet voor beschaduwing

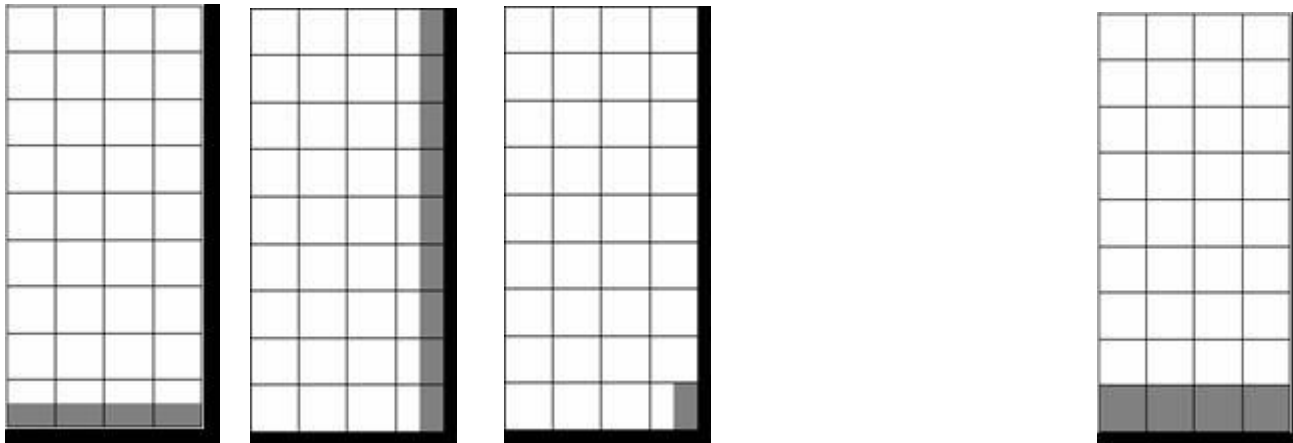
- ▶ Permanente bronnen: uitstekende gebouwelementen, aangrenzende gebouwen, schoorstenen, beplanting, opgaande dakranden, ventilatieschachten, technische uitrustingen op het dak, borstweringen, elektriciteitspalen, ...
- ▶ Toevallige bronnen (onderhoud/weersomstandigheden): vuil, dode bladeren, sneeuw, enz.
- ▶ Opgelet voor aanzienlijke slagschaduw bij strijklicht aan het begin en het einde van de dag!

⇒ **De inplanting optimaliseren d.m.v. een bezonningstudie**



Opgelet voor beschaduwing

- ▶ Niet te verwaarlozen impact
- ▶ PV-cellen meestal in serie geplaatst → de zwakste cel bepaalt en beperkt het vermogen van de andere cellen!



Voorbeelden van gedeeltelijke beschaduwing waardoor het vermogen van een module met **50 %** kan verminderen.

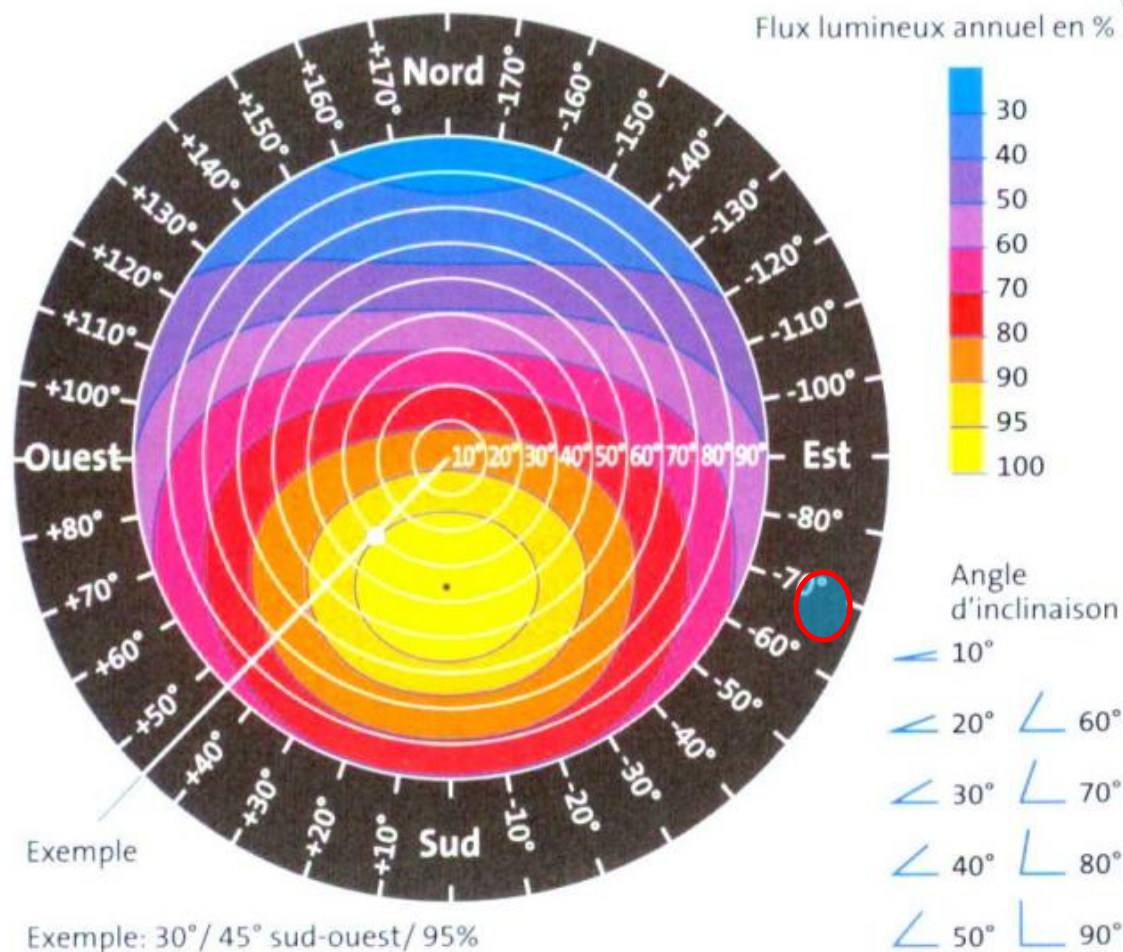
Bron: Energie Facteur 4

Voorbeeld van volledige beschaduwing van een rij cellen waardoor **het vermogen van de module kan afnemen tot ... 0!**



Invloed van de oriëntatie en helling van de panelen

- Optimum: zuiden en 35°



Bron: apere.org



Hoe groot is de beschikbare oppervlakte?

- ▶ Op het dak
 - De door de andere uitrustingen ingenomen ruimte aftrekken: luchtbehandelingscentrale (LBC), schoorsteen, lift, rookafvoer (ingenomen ruimte in open stand), ...
 - De zones die door het gebouw en de uitrustingen zoals opgaande dakranden, LBC, schoorsteen, enz. worden beschaduwd, aftrekken
 - Rekening houden met de zones voorzien voor onderhoud
 - Rekening houden met de zones voorzien voor de veiligheid: vanglijn, ...
 - Enz.
- ▶ Op de grond
 - De door de omgeving beschaduwde zones aftrekken
 - De gebruikte zones (terrassen, toegangen, ...) aftrekken
 - Enz.
- ▶ Op de gevel
 - De door het gebouw en de omgeving beschaduwde zones aftrekken
 - De openingen, ventilatieroosters enz. aftrekken
 - Enz.



Stabiliteit: draagvermogen van het dak?

- ▶ Statische belasting
 - ▶ Dynamische belasting (windbelasting)
 - Verticaal naar boven (losrukking)
 - Verticaal naar beneden (samendrukking)
 - Horizontaal (afschuiving)
- ⇒ Het dak moet in staat zijn het gewicht van de panelen en van de **ballast** / de **verankering te dragen**
-
- ▶ Ter informatie
 - Belasting door het paneel: $\sim 15 \text{ kg/m}^2$
 - Belasting door de ballast: $\sim 100 \text{ kg/m}^2$ min. (aan te passen volgens de windvang)
 - [Rekentool Buildwise - Verankering van fotovoltaïsche panelen](#)



‘Optimale’ oriëntatie

- ▶ Maximale productie per kWp
- ▶ Dekking van 55 % van de dakoppervlakte
- ▶ Hoge dakbelasting

Zuidwestelijke oriëntatie

- ▶ Maximale productie per m²
- ▶ Dekking van 85 % van de dakoppervlakte
- ▶ Lage dakbelasting



Bron: <http://groupe-electrogene.xtrmexport.com/>

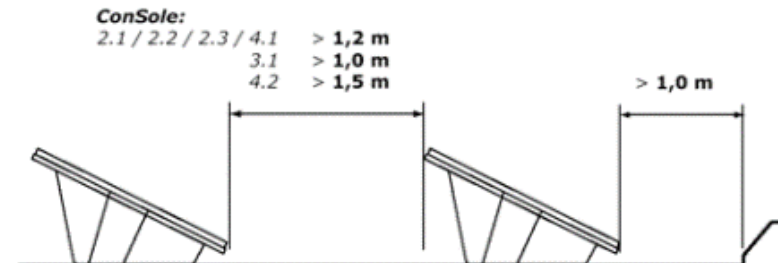


Bron: <http://mm.stedebouwarchitectuur.nl>



Plat dak

- ▶ Draagconstructie uit kunststof gevuld met grind / blokken
 - Modulair systeem met geïntegreerde helling
 - Densiteit: $\sim 50 \text{ Wp/m}^2 \text{ dak}$
 - Gemiddelde oppervlaktebelasting: $> 40 \text{ kg / m}^2$
- + Zeer eenvoudige plaatsing
- Weinig flexibiliteit (helling, aantal modules, ...)



Plat dak

- ▶ Van ballast voorziene metalen structuur

- Densiteit: $\sim 50\text{-}80 \text{ Wp/m}^2 \text{ dak}$
- Gemiddelde oppervlaktebelasting: $< 30 \text{ kg / m}^2$

+ Niet duur



Bron: Project D'leteren



Plat dak

- ▶ Aan het gebouw bevestigde metalen structuur
 - Densiteit: $\sim 50\text{-}80 \text{ Wp/m}^2 \text{ dak}$
 - Gemiddelde oppervlaktebelasting: $< 20 \text{ kg / m}^2$

⇒ ⚠ voor de dichtheid ter hoogte van de bevestigingen



Bron: Project Limburgse Tuinbouwveiling, Herk-de-Stad





Verenigbaarheid met een groendak

► Belasting

- Het groendakcomplex kan deelnemen aan het voorzien van de vereiste ballast voor de panelen!

Extensief groendak < 10 cm: 30 tot 100 kg/m²

► Oververhitting

- De groendaken, het substraat, de beplantingen en hun evapotranspiratie dragen bij tot de afkoeling van de onmiddellijke omgeving van de panelen en verbeteren hun rendement!

► Duurzaamheid van het dak

- Het groendakcomplex beschermt de dichtheid en de (elektrische en thermische) kringen tegen de zonnestraling
- De technische elementen moeten geschikt zijn voor plaatsing en werking in een vochtige omgeving

> Waterdichte afdekking voorzien, aansluitingen verzorgd uitvoeren, enz.

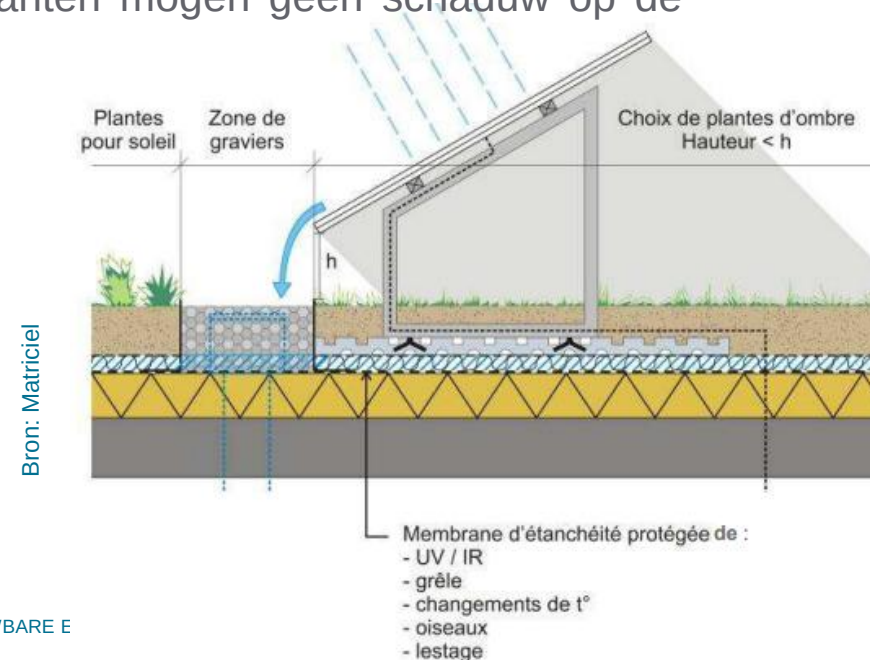




Verenigbaarheid met een groendak

► Beschaduwing

- **Panelen boven de vegetatie:** niet alle soorten planten houden van een plek in permanente schaduw
 - > Verschillende soorten planten voorzien volgens de blootstelling aan wind en zon
 - > Schaduwplanten of halfschaduwplanten kiezen voor plaatsing onder de panelen
- **Vegetatie boven de panelen:** de planten mogen geen schaduw op de panelen creëren
 - > Planten kiezen die niet te hoog worden
 - > Regelmatig onderhouden





Verenigbaarheid met een groendak

► Draagconstructie

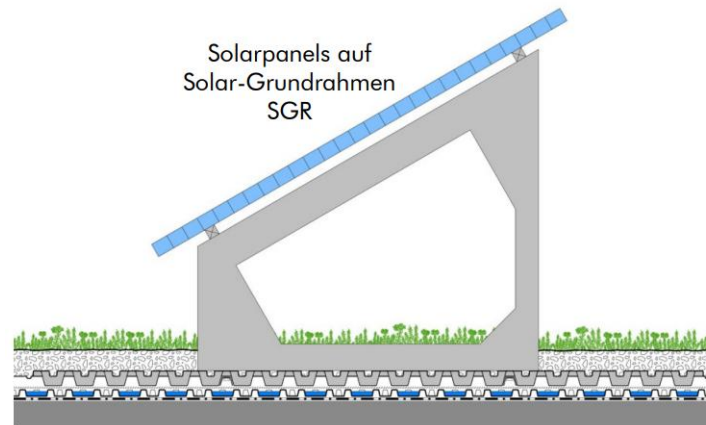
- Er bestaan draagconstructies waardoor panelen in het groendakcomplex kunnen worden geïntegreerd, met drainering en eventueel opslag (retentiegroendak)



Base en aluminium



Base en bois local résistant bien à l'humidité : robinier pseudoacacia



Bron: Zinco

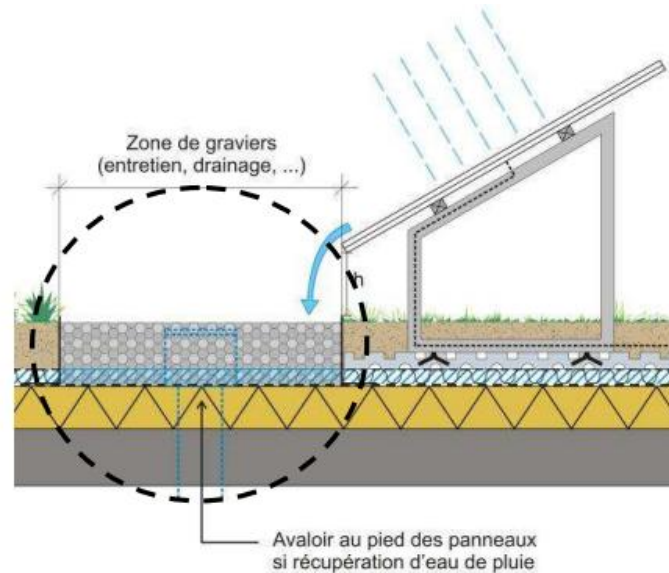




Verenigbaarheid met een groendak

► Regenwaterrecuperatie

- *Groendaken zijn interessant voor het opvangen van courante regenbuien, de opslag en de evapotranspiratie van het regenwater en de vertraagde afvoer ervan. De inplanting van zonnepanelen alleen op een dak is niet gunstig voor het hemelwaterbeheer: de zonnepanelen zouden de afwatering op het dak en naar het groendak versterken. De combinatie van groendaken en zonnepanelen is interessant voor het beheer van courante regenbuien. Dit vereist echter een verzorgd ontwerp voor de aansluitingen tussen de twee technieken.*



Voorbeeld van een detail aan de voet van panelen om het opvangen van het regenwater te vergemakkelijken en daarbij de impact van de afwatering op het groendak te beperken (gelocaliseerde erosie van het substraat)

Bron: Matriciel





Verenigbaarheid met een groendak

► Onderhoud

- Dankzij bepaalde inrichtingen kunnen mensen circuleren om de zonne-installaties te onderhouden zonder de beplanting en het groendakcomplex te beschadigen: grindzones, betontegels op dragers, houten roostervloeren op dragers, ...
- De grindzones vormen ook zones die de verspreiding van de planten naar de zonne-installaties beperken. Ze verlenen eveneens toegang tot de afvoerkolken en voorkomen dat deze verstopt raken door de vegetatie of het substraat.
- **Opgelet:** door de oppervlakte ingenomen door de zonnepanelen, de grindzones op de omtrek van het dak en op het niveau van de afvoerkolken en om toegang tot de zonne-installaties te verlenen, kan de zone voorzien voor het groendak sterk verkleinen.



Verenigbaarheid met een groendak: voordelen

De installatie van (fotovoltaïsche of thermische) zonnepanelen is niet onverenigbaar met een groendak. Deze combinatie kan zelfs bepaalde voordelen bieden:

- ▶ Integratie van de ballast van de zonnepanelen in het groendakcomplex;
- ▶ Verbetering van het rendement van de (fotovoltaïsche) zonnepanelen;
- ▶ Fysieke bescherming van de dichtingsmembranen en van de zonnekringen;

Verenigbaarheid met een groendak: aandachtspunten

- ▶ Kiezen voor een gedifferentieerde inplanting van de planten volgens de variatie in de blootstelling (planten aangepast aan een haast permanente beschaduwing onder de panelen) en volgens de nabijheid van de zonnepanelen (er dient vermeden dat de planten de panelen beschaduen);
- ▶ Zorgen voor een goede regenwaterafvoer, met name in de nabijheid van de zonnepanelen: bescherming van de afvoerkolken, goed beheer van de afwatering, verzekering van eenvoudig onderhoud van de zonnepanelen, keuze van geschikte materialen (corrosierisico's, bescherming van de leidingen, ...), enz.



Verenigbaarheid met een groendak: conclusie

- *De toepasbaarheid van de combinatie van een groendak en een (thermische of fotovoltaïsche) zonne-installatie zal beoordeeld moeten worden aan de hand van de beschikbare dakoppervlakte, de behoeften op het gebied van regenwaterrecuperatie en de omgeving waar het gebouw is ingeplant. Bij het combineren van de twee technieken moet veel aandacht besteed worden aan het ontwerp om de geïdentificeerde risico's te beperken.*

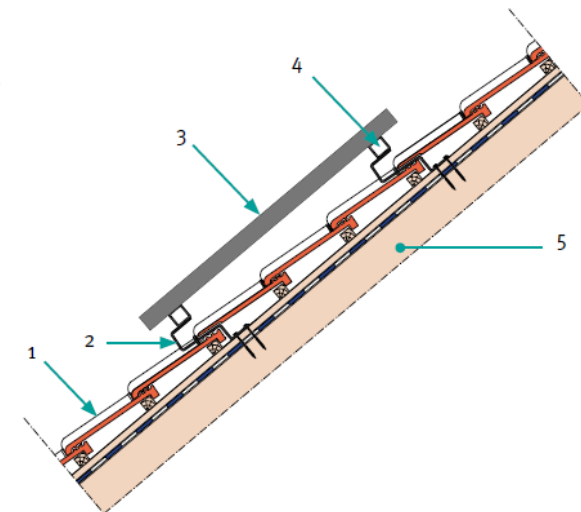
⇒ **Voor meer informatie:**

[Fiche 4.2 : Verenigbaarheid tussen zonnepanelen en het ontwerpen van groendaken](#)



Plaatsing bovenop het dak

- ▶ Bevestigingen zijn afhankelijk van het dakbedekkingstype
- ▶ 'Voldoende' ruimte voor een luchtlaag tussen de panelen en de dakbedekking
- ▶ Bevestigingssysteem omvat de leidingen voor alle kabels en toebehoren
 - IEC-normen (beschermingsgraad IP, AREI,
- ▶ Rails, haken, schroeven uit roestvast staal



- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Couverture en tuiles | 4. Rail métallique |
| 2. Crochet de fixation | 5. Charpente |
| 3. Panneau solaire | |

Fig. 2 Montage en surimposition.

Bron: Buildwise, TV 263



(Semi-)inbouw

- Vervangt een deel van de dakbedekking
- Opgelet voor de waterdichtheid
- Opgelet voor de ventilatie van de panelen (oververhitting!)



Figure 10: Modules intégrés - APERe



Fig. 10 Capteurs solaires photovoltaïques en semi-intégration.

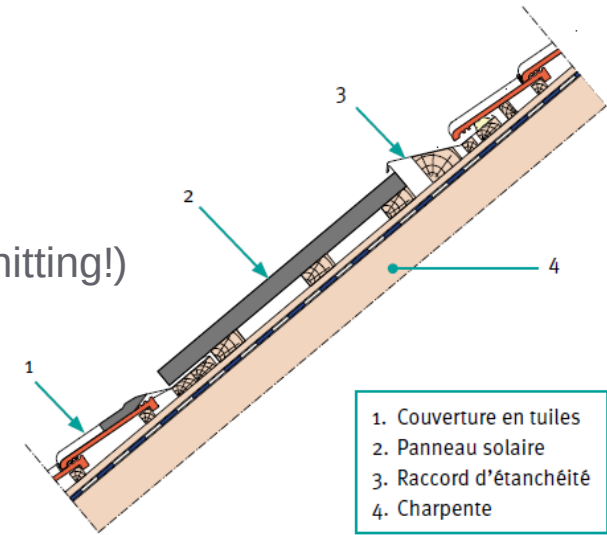


Fig. 5 Montage en intégration.

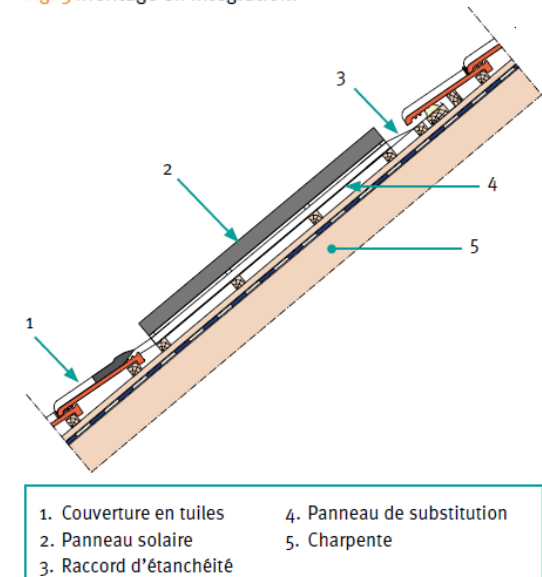


Fig. 9 Montage en semi-intégration.



Definitie:

Fotovoltaïsche installaties die de traditionele bouwelementen van huizen en grotere gebouwen vervangen.

⇒ **Vervullen een constructieve functie**

- ▶ Kunnen volgende vormen aannemen: beglazing, gordijngewel / dubbele huid / dakbedekking / buitenbekleding / zonneweringen / borstweringen / enz.

+ architecturale en esthetische integratie

Vervullen verscheidene constructieve functies

Diversiteit van de inrichtingen (vormen, functies, kleuren, ...)

- Hoge kosten (tot € 6/Wp)
Lager rendement (tot 80 Wp/m²)
Complexe installatie- en onderhoudswerken



Fotovoltaïsche beglazing

- ▶ Enkele/ dubbele / drievoudige beglazing
- ▶ Fotovoltaïsche laminering
- ▶ Densiteit PV



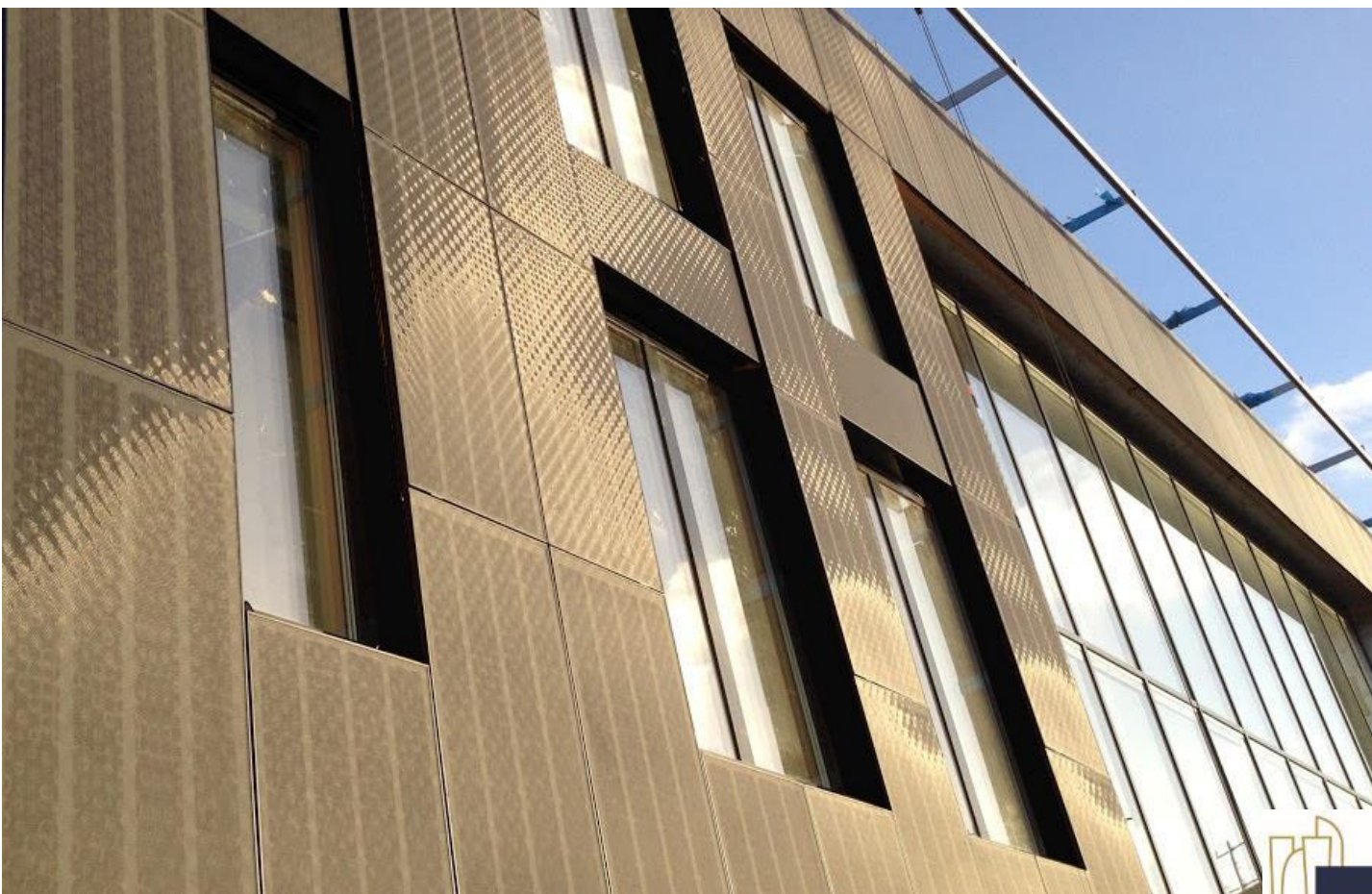
PROJECT NR. 1: TREURENBERG – KONINGSPARK BRUSSEL

- ▶ Oppervlakte: 1200 m²
- ▶ Totaal vermogen: 207 kWp
- ▶ Vermogen/m²: **172,5 Wp/m²**



Project Treurenberg Brussel – Axa – Assar Architects



PROJECT NR. 1: TREURENBERG – KONINGSPARK BRUSSEL

Project Treurenberg Brussel – Axa – Assar Architects



PROJECT NR. 2: GREENBIZZ – TIVOLI

Project Greenbizz – Architectes Associés



PROJECT NR. 2: GREENBIZZ – TIVOLI



Project Greenbizz – Architectes Associés



PROJECT NR. 3: ELIA – KANAAL

- ▶ Oppervlakte: 4250 m²
- ▶ Totaal vermogen: 434 kWp
- ▶ Vermogen/m²: **102,1 Wp/m²**



Project Elia – Architectes Associés



PROJECT NR. 3: ELIA – KANAAL



Project Elia – Architectes Associés



PROJECT NR. 4: EUROPA – EUROPESE RAAD



Project Europa – Samyn & Partners Architects



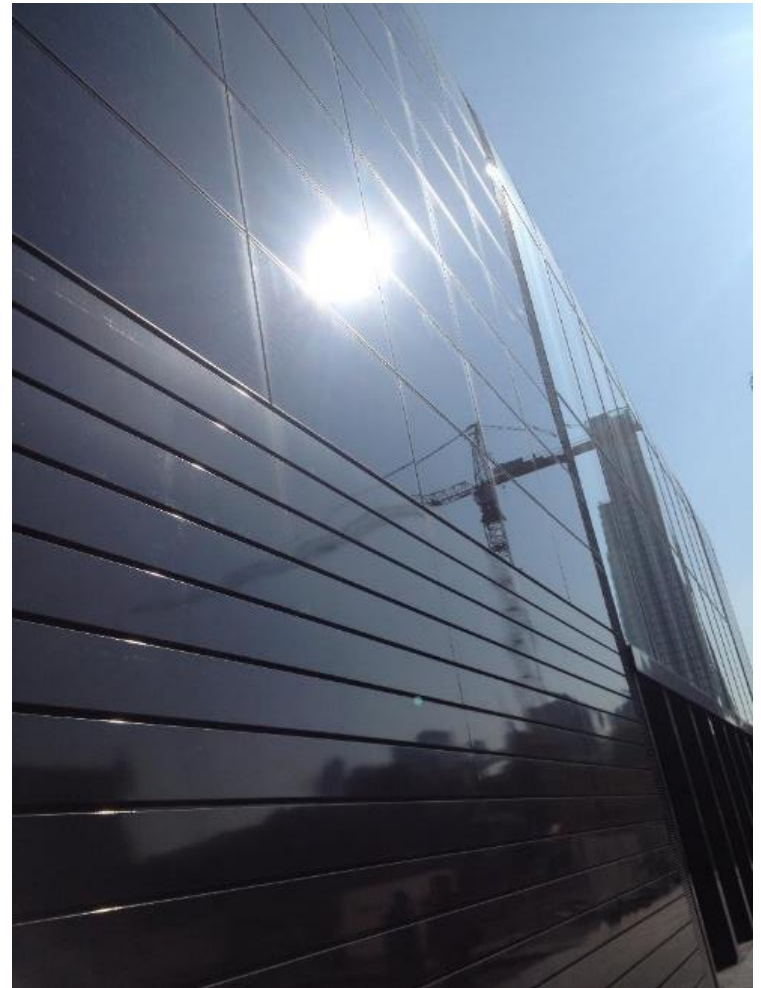
PROJECT NR. 5: HOOFDKANTOOR VAN LEEFMILIEU BRUSSEL

- ▶ Oppervlakte: 700 m²
- ▶ Totaal vermogen: 104 kWp
- ▶ Vermogen/m²: **148,5 Wp/m²**



Project BIM – CEPEZED Architects



PROJECT NR. 5: HOOFDKANTOOR VAN LEEFMILIEU BRUSSEL

Project BIM – CEPEZED Architects



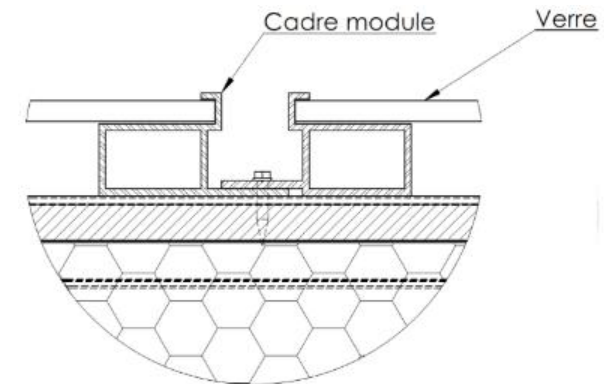
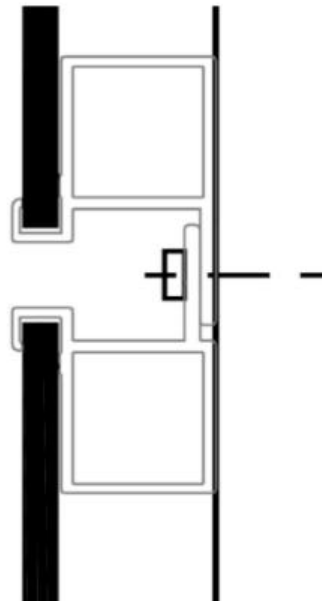
PROJECT NR. 5: HOOFDKANTOOR VAN LEEFMILIEU BRUSSEL

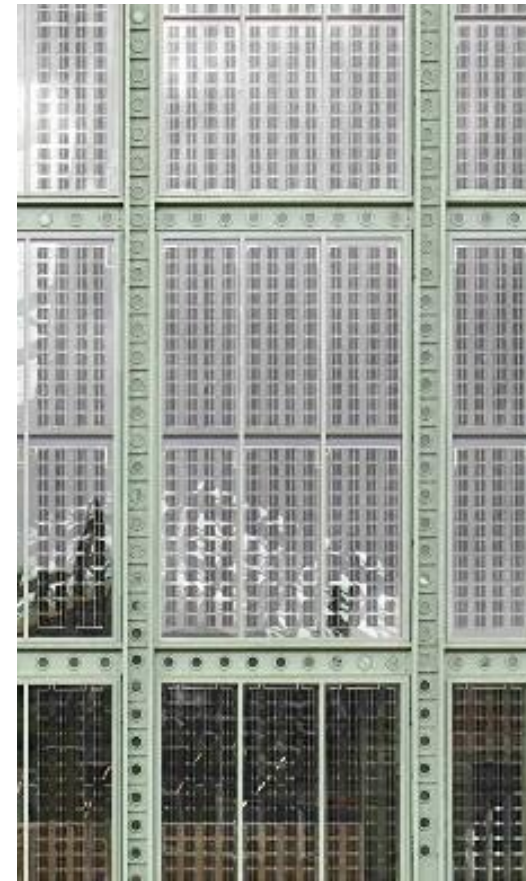
Système de fixation sans attache visible pour façade ou bac acier

Particularités :

- Installation sur une charpente métallique (type profilé oméga) ou sur bac acier
- Fixation par vis autoforantes – pas de fixation visible
- Cadre conçu sur mesure, extrudé chez Hydro Aluminium
- Module cadré sur deux côtés

Projet de référence : IBGE



PROJECT NR. 6: Gare maritime

Project Gare Maritime – Neutelings Riedijk Architects



ONTWERP

FINANCIERING

- ▶ **Groenestroomcertificaten**
- ▶ **Energiepremies**
- ▶ **Groene lening**
- ▶ **Fiscale aftrek**
- ▶ **SolarClick**

ADMINISTRATIEVE PROCEDURES

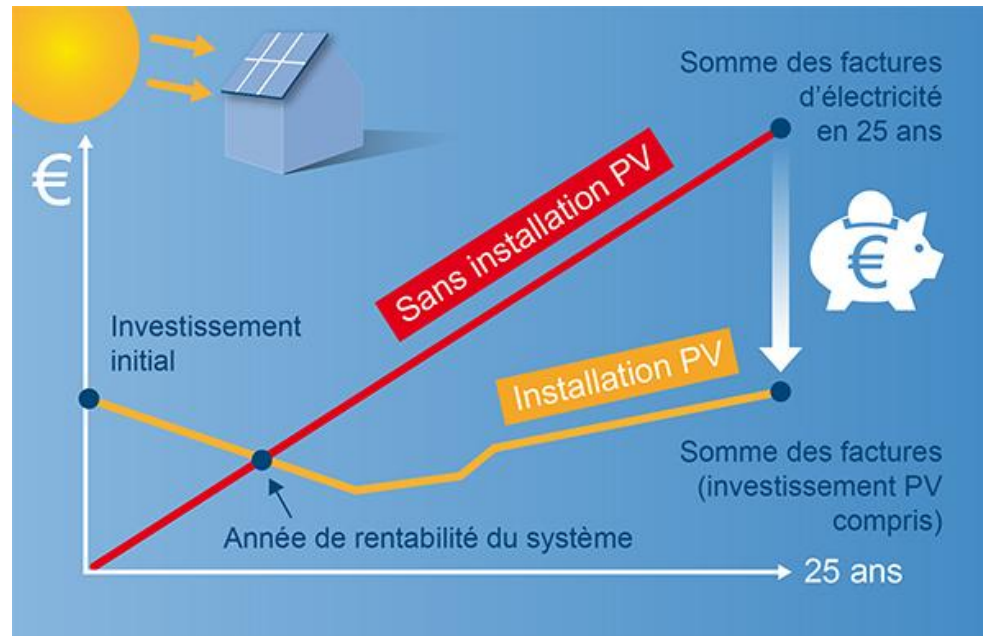
UITVOERING

VARIA



Financiële simulator

- ▶ <http://sifpv-bxl.apere.org/?lang=NL>
- ▶ Berekening van de financiële rendabiliteit van een fotovoltaïsche installatie
- ▶ Voor installaties voor particulieren, < 5 kWp



Bron: Energie Commune (vroeger APERe)



Groenestroomcertificaten

- ▶ Producenten verkrijgen groenestroomcertificaten (GC) voor hun productie:
 - 1 GC / 217 kg CO₂ uitgespaard door de productie van groene stroom
 - De toekenninggraad (GC/MWh) is afhankelijk van:
 - het type technologie
 - het maximale theoretische vermogen
 - de datum van ingebruikname
 - Groenestroomcertificaten ontvangen volgens de productie = “vouchers” die vervolgens aan de hoogst biedende elektriciteitsleverancier worden doorverkocht
 - Door ELIA gegarandeerde prijs: € 65
 - Aantal GC's/MWh vast voor de hele periode waarin men in aanmerking komt (10 jaar)

Subsidiertarieven vanaf januari 2025

Vermogenscategorie [kWp]	≤ 5	5 -36	36-100	100-250	> 250
Subsidiepercentage [CV/MWh]	2,055	1,953	1,016	0,642	0,580

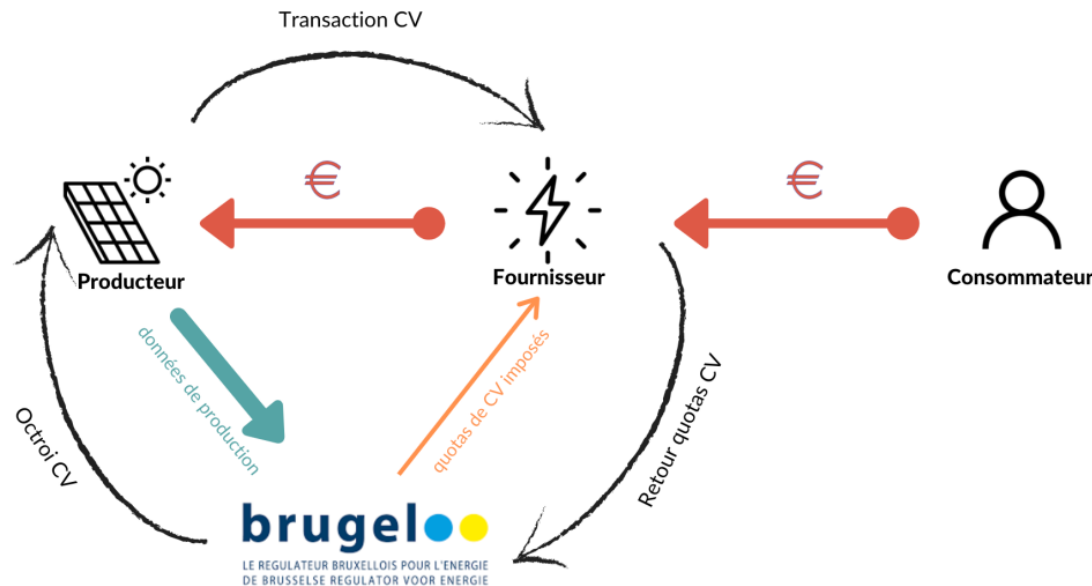


Groenestroomcertificaten

- ▶ Leveranciers moeten jaarlijks een aantal groenestroomcertificaten aangeven
 - Indien de leveranciers hun quotum niet halen > boete van € 100/GC

⇒ **De leveranciers nemen de GC's van de producenten over**

- ▶ Markt geregeld door BRUGEL



Quota	%
2013	3,5
2014	3,8
2015	4,5
2016	8,2
2017	7,8
2018	8,5
2019	9,2
2020	10,0
2021	10,8
2022	14,7
2023	17,2
2024	18,8
2025	20,1



ECORENO-krediet

- ▶ Financiering van 1,5% tot 2,5 % voor energieverbeteringswerken (woning)
- ▶ Tot € 25.000
- ▶ Voorwaarden: zie energiepremies
- ▶ Cumuleerbaar met de premies

⇒ **Meer info:**

<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/premies-en-stimuli/de-brusselse-groene-lening>

Federale steunmaatregelen

- ▶ Fiscale aftrek
- ▶ Voor ondernemingen / vrije beroepen
- ▶ % van de investering

⇒ **Meer info:**

https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/premies-en-stimuli/energiebesparende-investeringen?view_pro=1&view_school=1



ONTWERP

FINANCIERING

ADMINISTRATIEVE PROCEDURES

UITVOERING

VARIA



Vóór de werken:

Stedenbouwkundige vergunning

- ▶ Volgens de gemeentelijke reglementen
- ▶ Waarschijnlijke uitzonderingen:
 - Installatie die niet zichtbaar is vanaf de openbare weg
 - Installatie die in het dakoppervlak ingebouwd is of die parallel met dit laatste gemonteerd is

Eventuele meterversterking en stappen te ondernemen bij de distributienetbeheerder (Sibelga)

Aanvraag voor werken en studie van het net voor installatie > 5 kVA

- ▶ Zie [praktische gidsen](#) van Sibelga volgens het vermogen van de PV-installatie

Voor de werken: een erkende installateur selecteren

- ▶ Zie https://rescert.be/nl/list?res_category=2

Na de werken: elektrische aansluiting

- ▶ Conformiteit elektrische installatie (AREI)
- ▶ Installatie van tweerichtingsmeter (Sibelga)
- ▶ Certificering van de energiemeter door BRUGEL (verkrijgen van GC)
- ▶ Invoeren van de groenemeterstanden op **Green meter**



ONTWERP

FINANCIERING

ADMINISTRATIEVE PROCEDURES

UITVOERING

VARIA





	Cristallin		Couche mince	
	Mono	Poly	CIS	Amorphe
Rendement	16 – 24 %	14 – 18 %	11 – 18 %	4 – 10 %
Puissance Wc/m²	150 – 220	120 – 160	100 – 170	40 – 100
Surface nécessaire m²/kWc	4,6 – 6,6	6,2 – 8,3	6 – 10	10 – 25
Influence ombrage	☹️	☹️	😊	😊
Influence température	☹️	☹️	😊	😊



Bron: Homegrade, 2020



Strings (groep panelen)

- ▶ 1 string = 1 in serie geschakeld circuit, afhankelijk van:
 - het gewenste vermogen

Overeenstemming met het vermogen van de omvormer

- de oriëntatie van de panelen
 - de beschaduwing van de panelen
- ▶ Bij optimalisatie:
de panelen groeperen overeenkomstig hun prestaties



Strings (groep panelen)



- ▶ Transformatie DC → AC
- ▶ Synchronisatie met de frequentie van het net (50 Hz)
- ▶ Optimalisatie van de productie door MPPT
 - MPPT = Maximum Power Point Tracking
 - Compenseert de productieschommelingen

Hoek en oriëntatie van de zon

Beschaduwing: structuren (schoorstenen, ...) en
weersomstandigheden (wolken, ...)

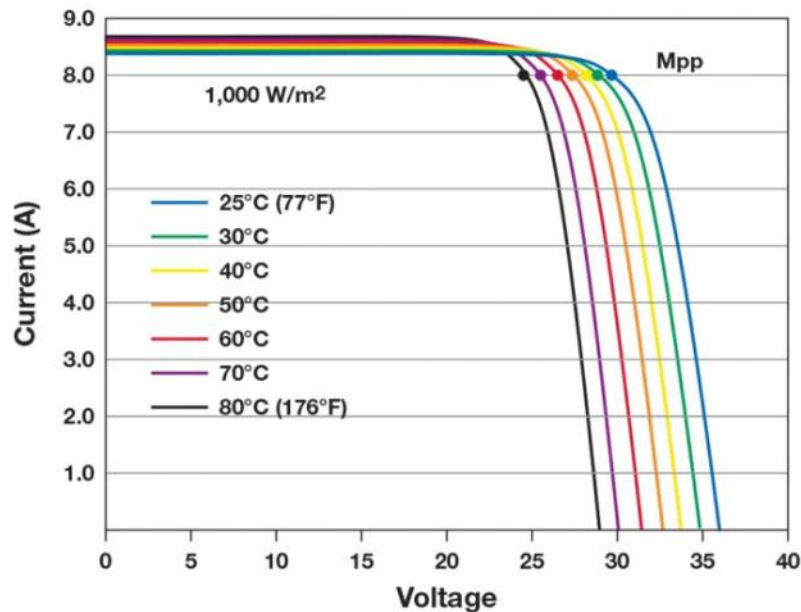
- 1, 2 of 3 MMPT → evenveel strings per omvormer



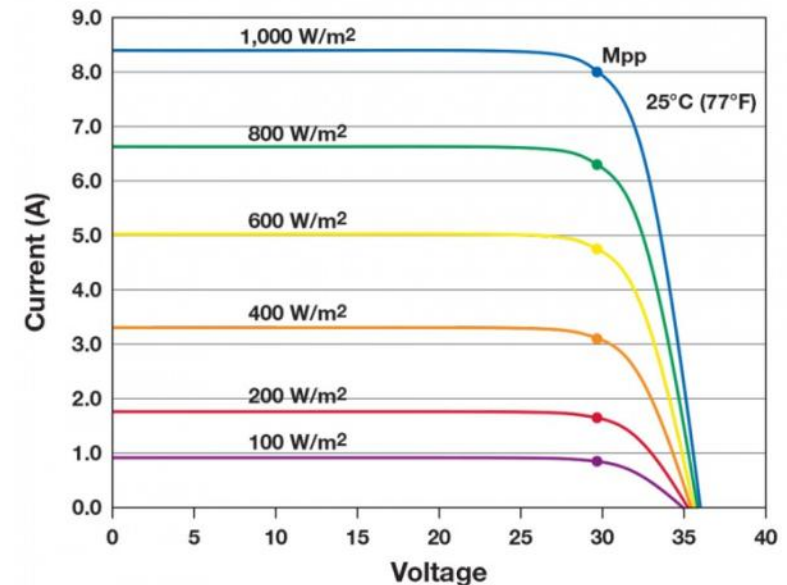
MPPT (maximaal vermogenspunt) varieert overeenkomstig:

- ▶ de bezonning
- ▶ de temperatuur

Effect of Cell Temperature on MPP



Insolation Effects on Maximum Power Point



- ▶ door wijziging van de weerstand (belasting) in de omvormer

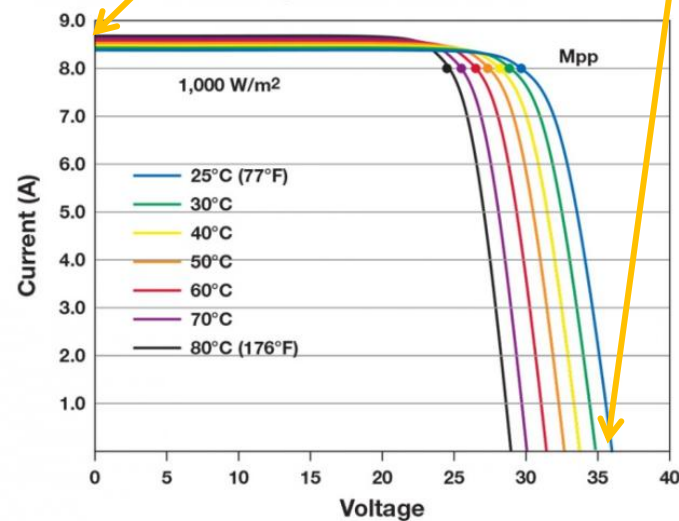


MPPT – technische fiche van module

Thermal Specifications:

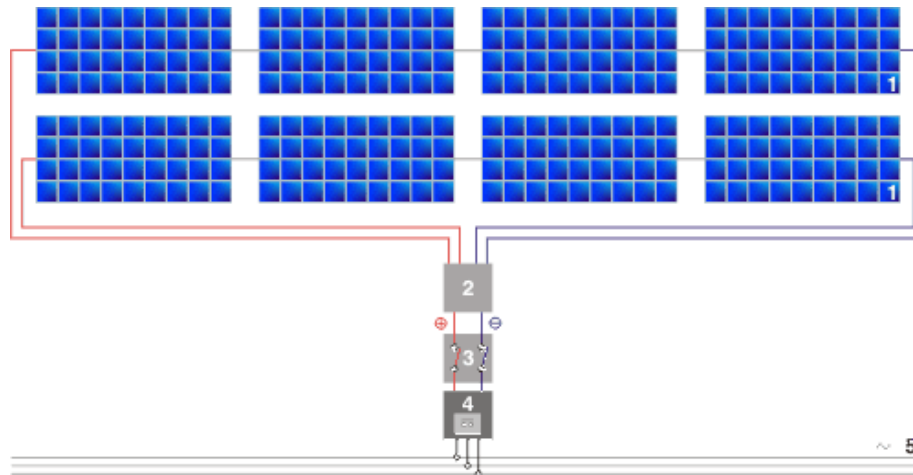
Current Temperature Coefficient	α	+ 0.046 %/K
Voltage Temperature Coefficient	β	- 0.30 %/K
Power Temperature Coefficient	γ	- 0.39 %/K
NOCT		44 °C
Temperature range		- 40 °C to + 85 °C

Effect of Cell Temperature on MPP



Centrale omvormer

- Een omvormer voor de gehele installatie



1. Champ de capteur (ou générateur).
2. Boitier de raccordement.
3. Onduleur.
4. Compteur.
5. Réseau.

Bron: Energie+



Voordeligste oplossing

Weinig onderhoud

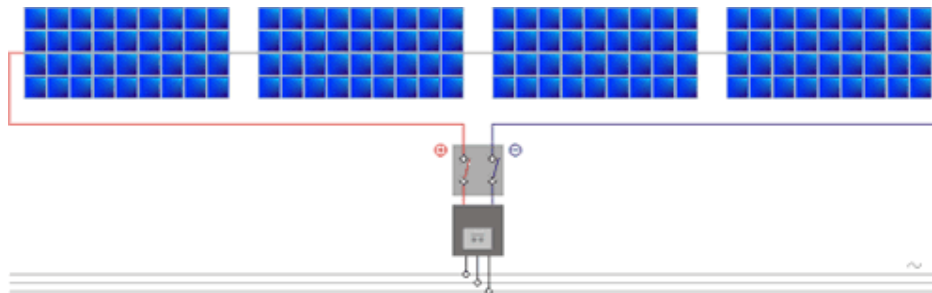
Eenvoudige en snelle montage

- Productie wordt beïnvloed door een minder gunstige string of een minder gunstig geïnstalleerd paneel → niet geschikt voor heterogene installatie (beschaduwing, oriëntatie, hellingshoek, ...)



Omvormer voor string

- Een omvormer per string (rij van modules in serie)



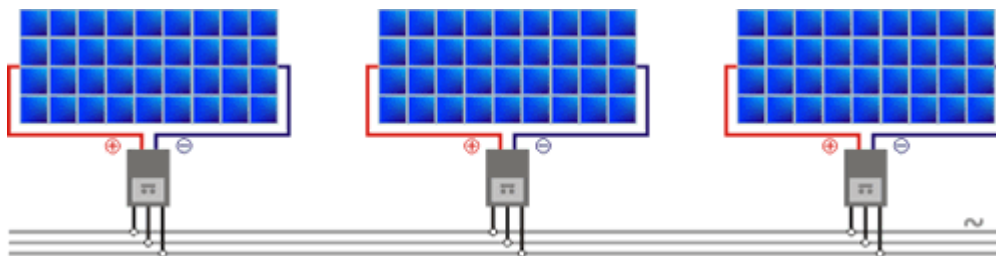
Bron: Energie+

- + Zoeken van het maximale vermogenspunt (MPP) voor elke string.
Beter rendement dan een gecentraliseerde omvormer in het geval van een heterogene installatie.
- Productie wordt beïnvloed door een minder gunstig geïnstalleerd paneel (maar beperkt tot de betreffende string)
→ Maakt meer flexibiliteit mogelijk op het niveau van de installatie dan de gecentraliseerde omvormer.
Hogere kosten dan met een gecentraliseerde omvormer.



Micro-omvormers

- Een omvormer per module



Bron: Energie+



Bron: Enphase

- + Eenvoudige en snelle montage.
Geen DC-bekabeling.
Elke module is onafhankelijk → zeer grote flexibiliteit m.b.t. de inplanting van de installatie.
- Kosten
Onderhoud



MONTAGE VAN DE OMVORMER - Algemene voorschriften

- ▶ De door de fabrikant in de installatiehandleiding opgenomen installatie-instructies (bijv. montageafstand, beveiliging/bescherming, ventilatie, enz.) moeten worden gevolgd.
- ▶ Indien de omvormers buiten worden geïnstalleerd, **mogen ze niet op het volle zuiden gericht zijn**.
Bestaat er geen alternatief, dan moeten de omvormers door een zonnescrm worden beschermd.
Een buiteninstallatie vereist minstens beschermingsgraad IP 54.
- ▶ De beschermingsgraad (IP) moet in aanmerking worden genomen volgens de gekozen montageplaats (bijv.: **IP 64** voor montage **buiten** zonder extra bescherming). De lijst van de beschermingsgraden en hun toepassingen van het **AREI** moet worden gerespecteerd.



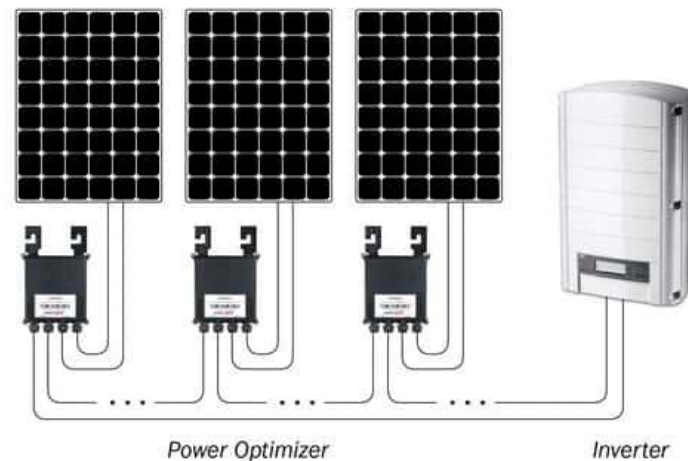
MONTAGE VAN DE OMVORMER - Algemene voorschriften

- ▶ Idealiter wordt de omvormer in een **frisse ruimte** geplaatst (om oververhitting te vermijden). Niet-geïsoleerde zolderruimten kunnen dus beter worden vermeden, zelfs als installatie daar de lengte van de DC-kabel zou verkleinen.
- ▶ Idealiter wordt de omvormer geïnstalleerd in een **ruimte die slechts een weinig of helemaal niet vochtig is** (om corrosie te vermijden), tenzij zijn IP het toelaat.
- ▶ Installatie ervan in woonruimten (salon, slaapkamer) wordt afgeraden wegens het **zwakke geluid** dat de werking van het toestel kan genereren.



DE OPTIMALISATIESYSTEMEN

- ▶ Volgen van het maximale vermogenspunt (MPPT)
- ▶ Een optimalisatiesysteem per module (paneel)
- ▶ Maximaliseert het rendement van elk paneel afzonderlijk
→ Laat de optimalisatie toe van een heterogene installatie (oriëntatie, hellingshoek, beschaduwing, enz.) met een systeem met gecentraliseerde omvormer. Het rendement van de installatie is niet meer afhankelijk van het meest ongunstig geïnstalleerde paneel.



Bron: SolarEdge



Bekabeling

- ▶ Hoge weerstand tegen UV-stralen, vocht, weer en wind en corrosie, en voorzien van dubbele isolatie uit een vlamvertragend materiaal
- ▶ Kabeldoorsnede overeenkomstig de afstand tussen panelen en omvormer om verliezen te beperken
- ▶ De afstand tussen panelen en omvormer beperken

Aansluiting op ALSB

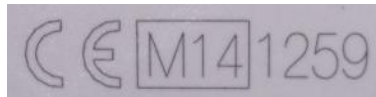
- ▶ De afstand tussen de omvormer en het bord beperken
- ▶ Specifieke vermogenschakelaar voor de PV-installatie

Ontkoppelrelais

- ▶ Verplicht voor installaties van meer dan 30 kVA
- ▶ Maakt de automatische ontkoppeling van de installatie van het net mogelijk bij storingen en zorgt bijgevolg voor de beveiliging van de installatie en van het verdeelnet.

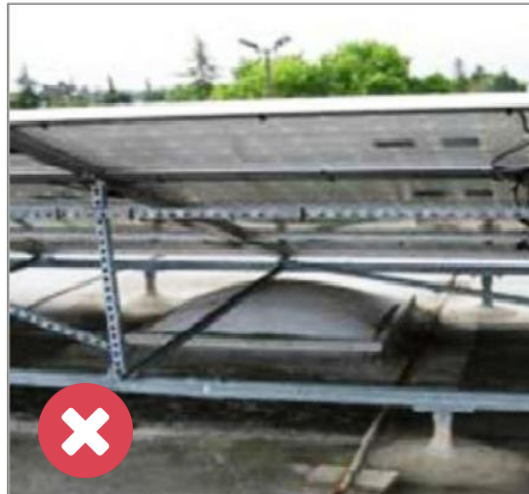
GC-meter

- ▶ Goedgekeurde meter (CWaPE, VREG, Brugel), geplaatst door een erkende installateur
- ▶ Meet de totale elektriciteitsproductie van de installatie die zelf energie opwekt
- ▶ MID-markering



Aandachtspunten

- ▶ De panelen mogen:
 - geen afbreuk doen aan de REI-kenmerken en de brandgedragsklasse die vereist zijn voor de wand waarop ze worden geplaatst.
 - de opening van de RWA-installaties (koepels, rookafvoeren, ...) niet hinderen.
 - de doorgangen voor interventie en evacuatie in noodsituaties (bijv. naar dakvensters) niet belemmeren.



Bron: FOD Binnenlandse Zaken

- ▶ Onderbreking van de productie bij brand (noodstopknop).



ONTWERP

FINANCIERING

ADMINISTRATIEVE PROCEDURES

UITVOERING

VARIA



- ▶ Soepele panelen uit amorf silicium – op het dak gekleefd
 - Densiteit: $\sim 45 \text{ Wp/m}^2$ dak
 - Gemiddelde oppervlaktebelasting: $\sim 6 \text{ kg / m}^2$
 - Levensduur verbonden aan de levensduur van het dak
 - Worden gauw vuil
 - Regelmatig onderhoud is noodzakelijk
 - Lagere productie



Bron: Project Colruyt



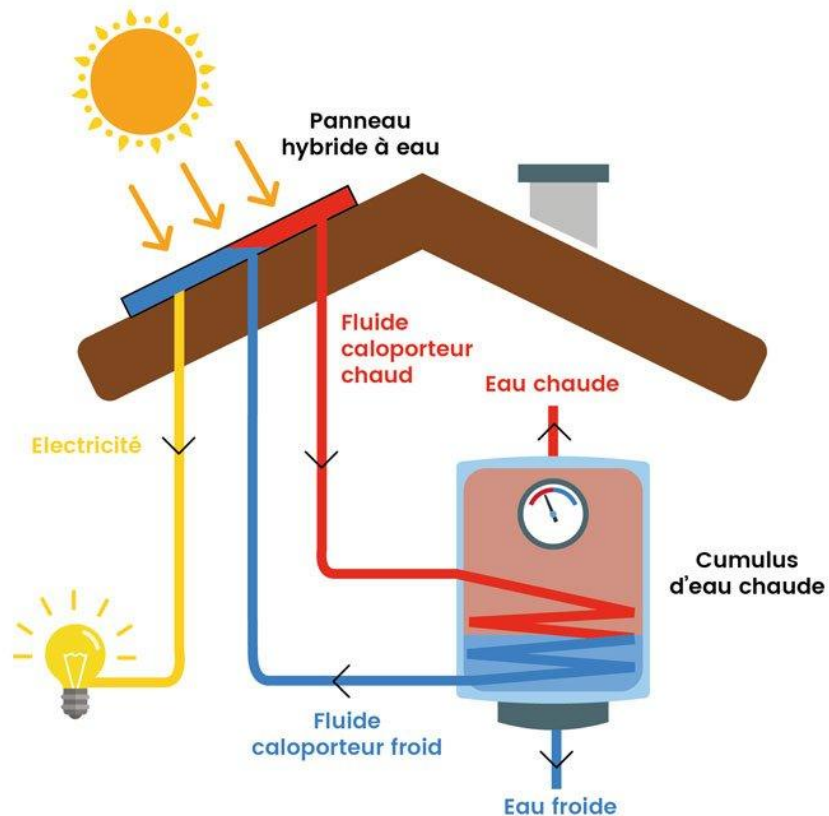
- ▶ Vrij eenvoudige recyclage: 94 %
 - Glas
 - Aluminium
 - Kunststoffen
 - Metalen en halfgeleiders

- ▶ Weinig ontwikkelde recyclage wegens voorlopig geringe vraag
 - Defecte panelen
 - Repowering zelden rendabel

- ▶ Beschikbaar kanaal: PV Cycle vzw
 - Specifieke containers of pallets
 - Gesorteerd per technologie
 - Schone (propere) zonnepanelen
 - Thermische zonnepanelen worden niet teruggenomen



- Gecombineerde fotovoltaïsche en thermische zonnepanelen



Bronnen: Insunwetrust, Dualsun



+ Plaatswinst

Verbetering van het rendement van de PV's (koeling van de onderzijde)

- Kosten





- ▶ Beoordeling van het potentieel van een PV-installatie.
- ▶ Belang van de inplanting en mogelijke technische oplossingen.
- ▶ Bestaande steunmaatregelen en premies evenals de te ondernemen administratieve stappen.
- ▶ Verschillende uitrustingen van een PV-installatie en de ermee samenhangende aandachtspunten.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Thema Energie | [Groene stroom](#)
- ▶ Dossier | [Groene stroom produceren met fotovoltaïsche panelen en andere bronnen](#)
- ▶ Voorziening | [Fotovoltaïsche installaties op platte en hellende daken](#)
- ▶ Voorziening | [In het gebouw geïntegreerde fotovoltaïsche installaties \(BIPV\)](#)



Websites

- ▶ [Leefmilieu Brussel | Facilitator Duurzame Gebouwen](#)
- ▶ [Leefmilieu Brussel | Fotovoltaïsche zonnepanelen](#)
- ▶ [Leefmilieu Brussel | Gecertificeerde installateurs](#)
- ▶ [Sibelga | Duurzame energie](#) (GC, techn. eisen, SolarClick, enz.)
- ▶ [Zonnekaart van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest](#)
- ▶ [Brugel | Mechanisme van de groenestroomcertificaten](#)
- ▶ [Etude sur les consommations énergétiques spécifiques du secteur tertiaire](#)
- ▶ Energie +
[Prédimensionner l'installation \[photovoltaïque\]](#)
[Onduleurs](#)
[Caractéristiques électriques des cellules et des modules photovoltaïques](#)
[Choisir l'emplacement des capteurs \[photovoltaïque\]](#)



Naslagwerken

- ▶ [Buildwise, TV 263 – Montage van zonnepanelen op hellende daken](#)



David PLUNUS

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

