# Opleiding Duurzame Gebouwen

## Renovatie met hoge energie-efficiëntie in de Brusselse contexte

Lente 2020

## Hernieuwbare energie

bij de renovatie van een typisch Brusselse woning tot eengezinswoning of meergezinswoningen

Florence GREGOIRE

écorce
INGÉNIERIE CONSULTANCE

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

Op basis van de presentatie van Cenergie

# *Plan van de uiteenzetting*

- Wat te doen? Hernieuwbare EnergieBronnen?
- Deel I: Zonne-energie (5 slides)
  - Energievariatie – Beschikbaarheid
- Deel II: Fotovoltaïsche zonne-energie (12 slides)
  - Markt – Basisbegrippen – Technologieën – Integratie – Rendabiliteit – Tools
- Deel III: Thermische zonne-energie (17 slides)
  - Markt – ZT-installatie – Dimensionering – Rendabiliteit – Tools
- Algemene informatie en conclusie

# Wat te doen: beschikbare HEB en haalbaarheid?

- Zonne-energie?
  - Doel
    - 50% van de behoefte aan SWW
    - 2/3 van de behoefte aan elektriciteit
  - Dus ~20 m² voor een eengezinswoning
  - → ja

- Windenergie?
  - → niet-rendabel voor huishoudelijke toepassingen

- Warmtepomp ?
  - verschillende energiebronnen : lucht, bodem or water ?
  - Oorspong van de elektriciteit?

  → Cfr Presentatie dag 3_1

- Biomassa?

  → Cfr. Presentatie dag 1

# Doelstellingen van de presentatie

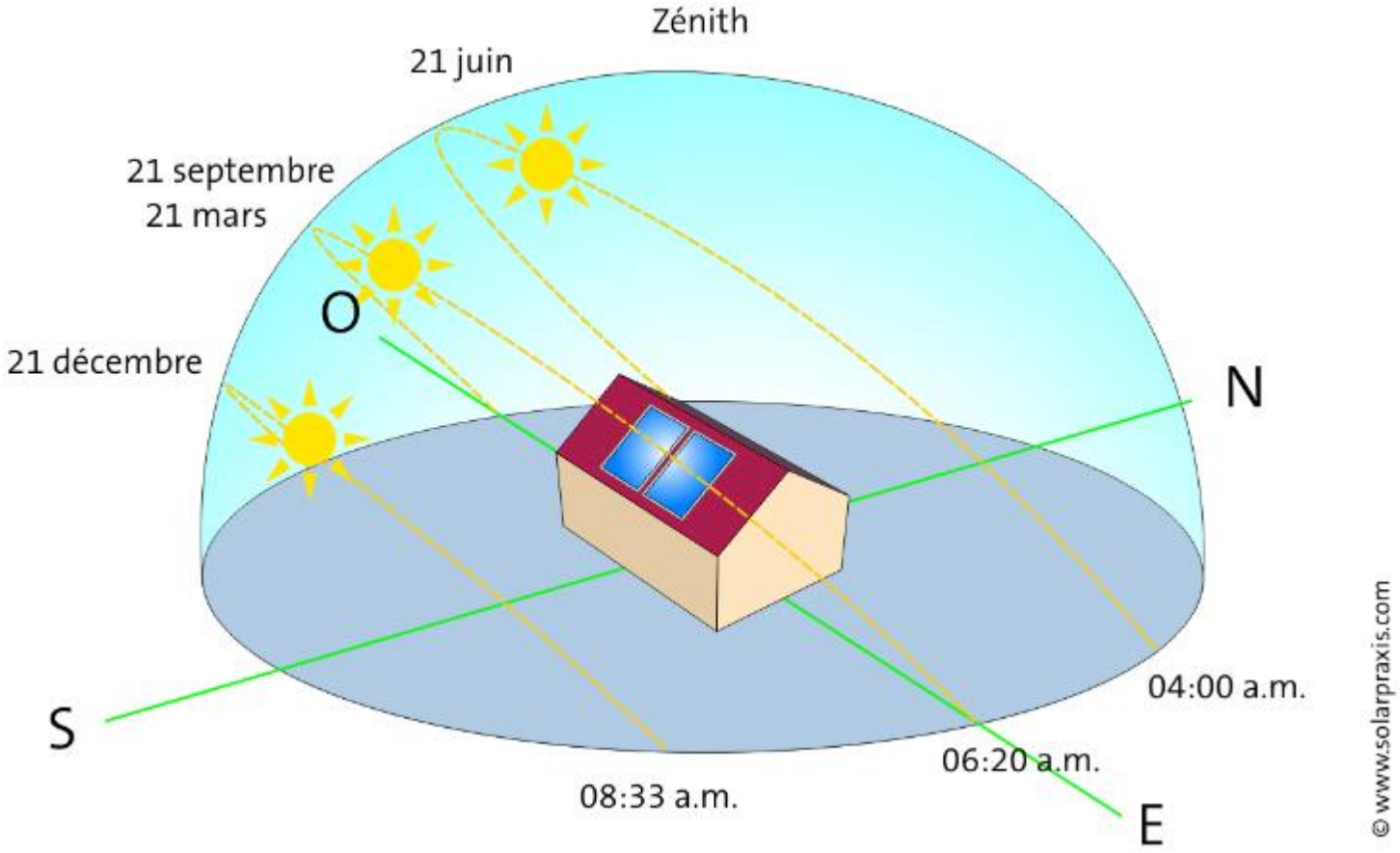
- De dimensioneringsparameters voor fotovoltaïsche zonne-energie en thermische zonne-energie begrijpen
- Welke tools gebruiken voor een relevantiestudie voor zonne-energie?

# DEEL I

# Zonne-energie

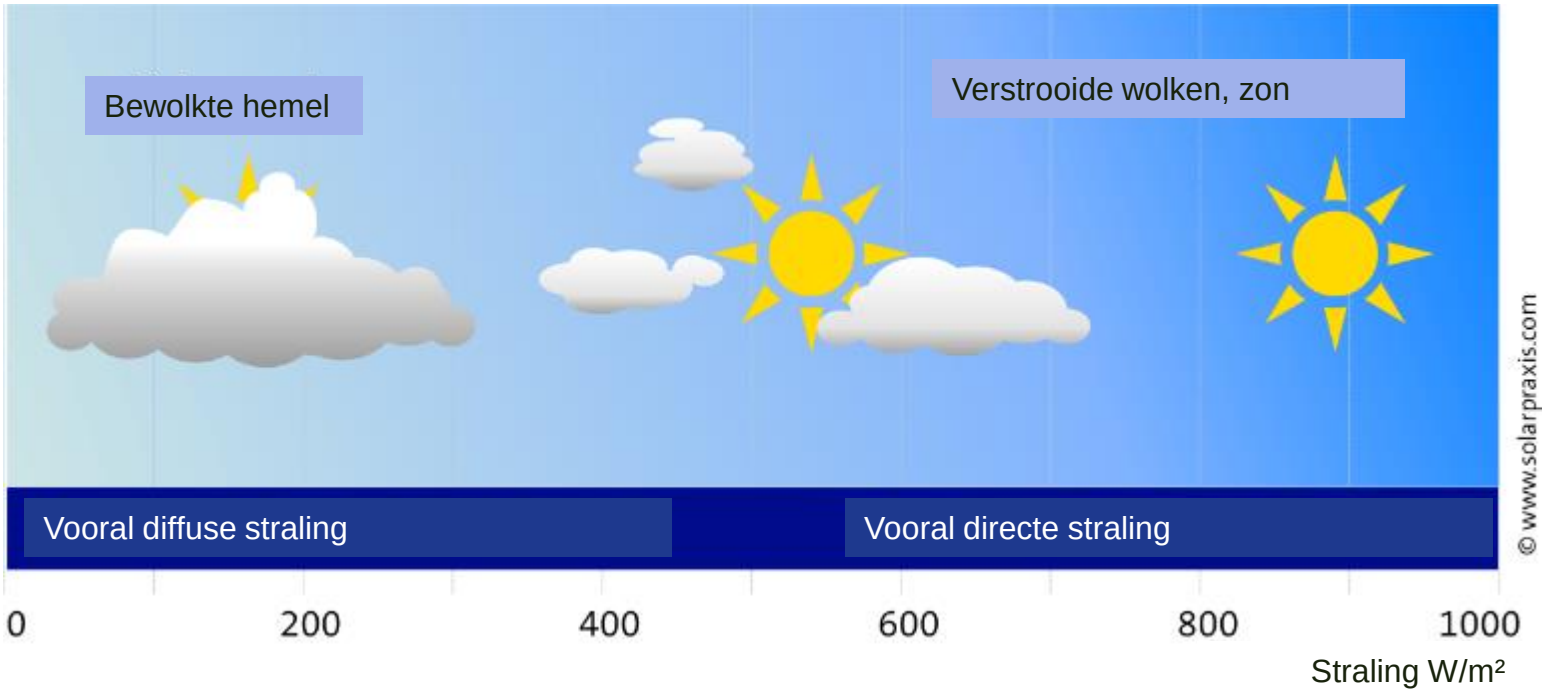
# *Variatie van zonne-energie*

- Seizoensgebonden effect



# *Variatie van zonne-energie*

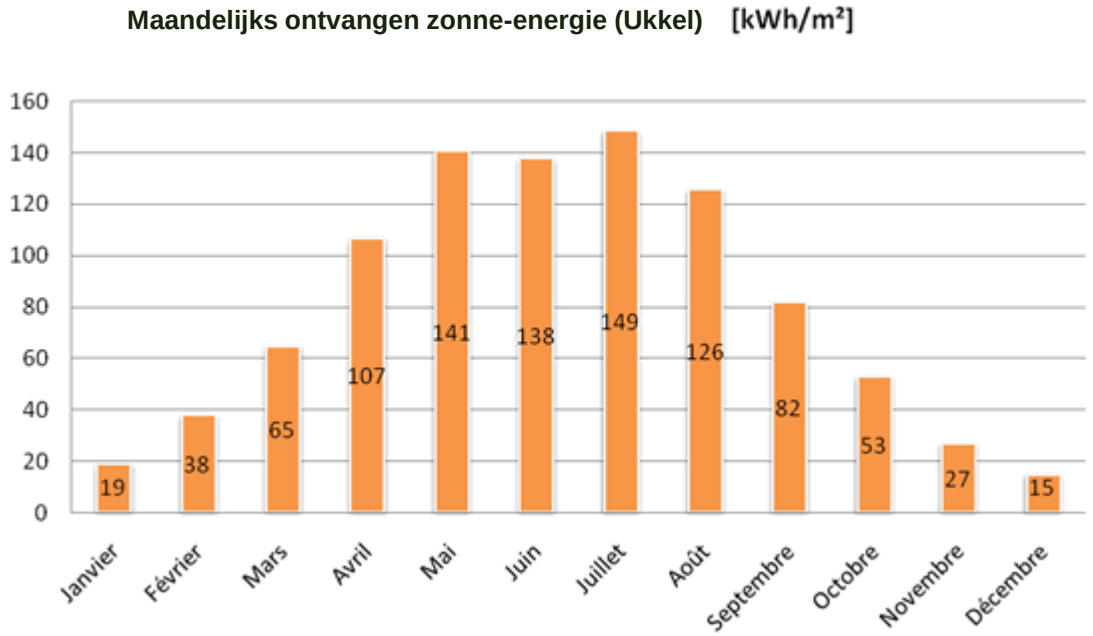
- Effect van de bewolking



# *Beschikbare zonne-energie*

- Gemiddelde maandelijkse zonnestraling in België

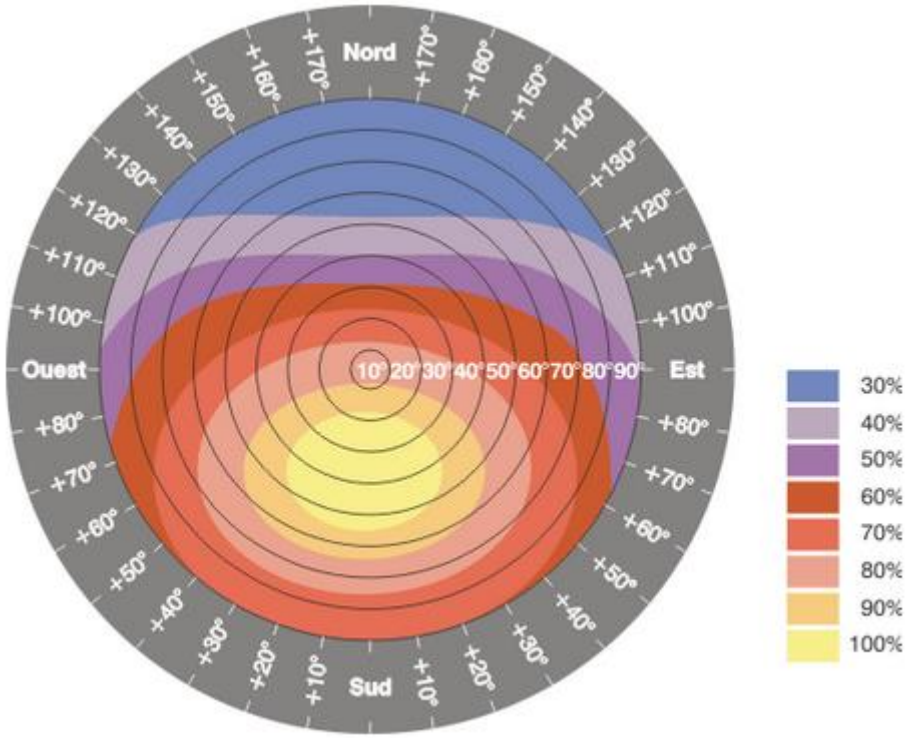
- Buiten de atmosfeer van de aarde is de energiestraling nagenoeg constant en gelijk aan **1.370 W/m²**
- De zonnestralen dringen door de atmosfeer, en bij volle zon ontvangt een horizontaal oppervlak maximum **1.000 W/m²**
- Een blootgesteld oppervlak ontvangt **directe** en **diffuse** straling.
- De jaarlijkse bezonning in België bedraagt gemiddeld **1.000 kWh/m²**




Bron: Energieplus: http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16759#01

# Beschikbare zonne-energie

- Invloed van de oriëntatie en de helling van de panelen




Optimum: 35° helling, oriëntatie pal op het zuiden

Bron: Energieplus: http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16759#01

# DEEL II

# FOTOVOLTAÏSCHE ZONNE-ENERGIE

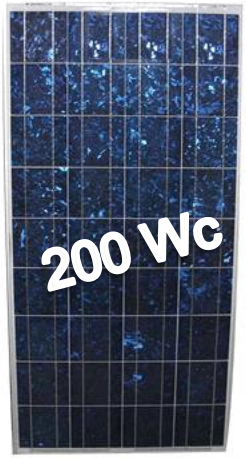
## (PV)

# Basisbegrippen

- **Wattpiek (Wp)**

  Maximaal **elektrisch vermogen** geleverd in standaard testomstandigheden:

  - een bezonning van 1.000 W/m$^2$ ;
  - een temperatuur van de panelen van 25°C ;
  - een spectrale verdeling van de straling, ofwel AM 1.5



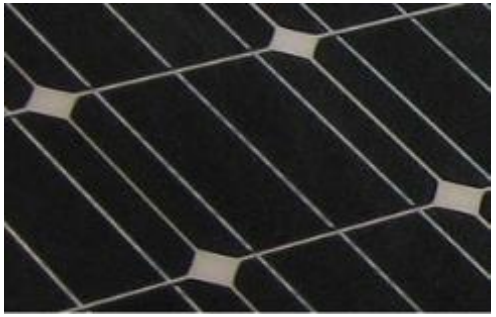
*Silicium polycristallin*

- **Wattuur (Wh)**

  1 Wattuur ⇨ e**nergie verbruikt of geleverd** door een systeem met een vermogen van 1 Watt gedurende een uur.

# Technologie: PV-oppervlakte die overeenkomt met kWp

Modules



Hoogperformant monokristallijn
(6 tot 9 m², ~150 Wc/m², η 12% tot 20%)



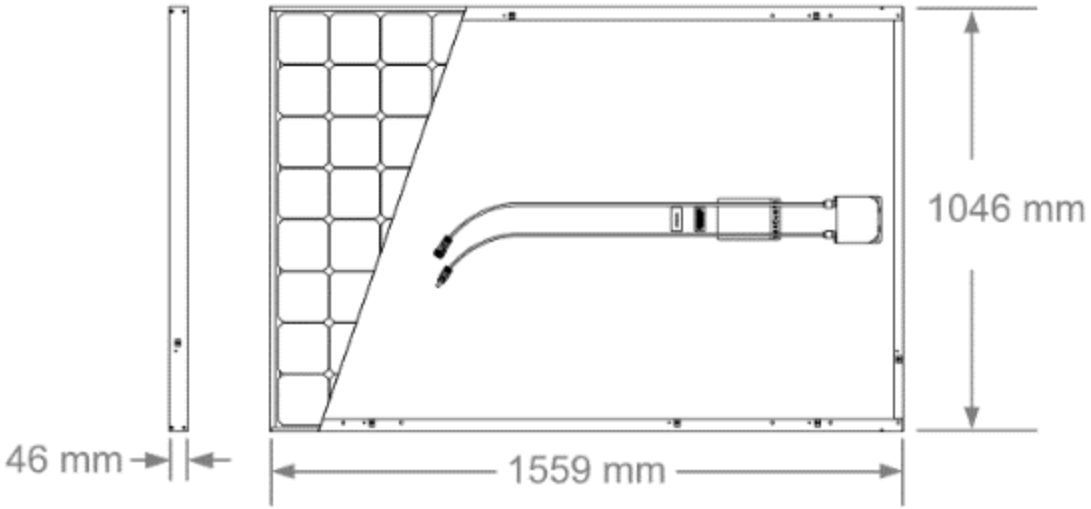
Polykristallijn
(7,5 tot 10 m², ~100 Wc/m², η 11% tot 15%)



Amorf silicium
(14-20 m², 60-70Wc/m², η 5-7%)

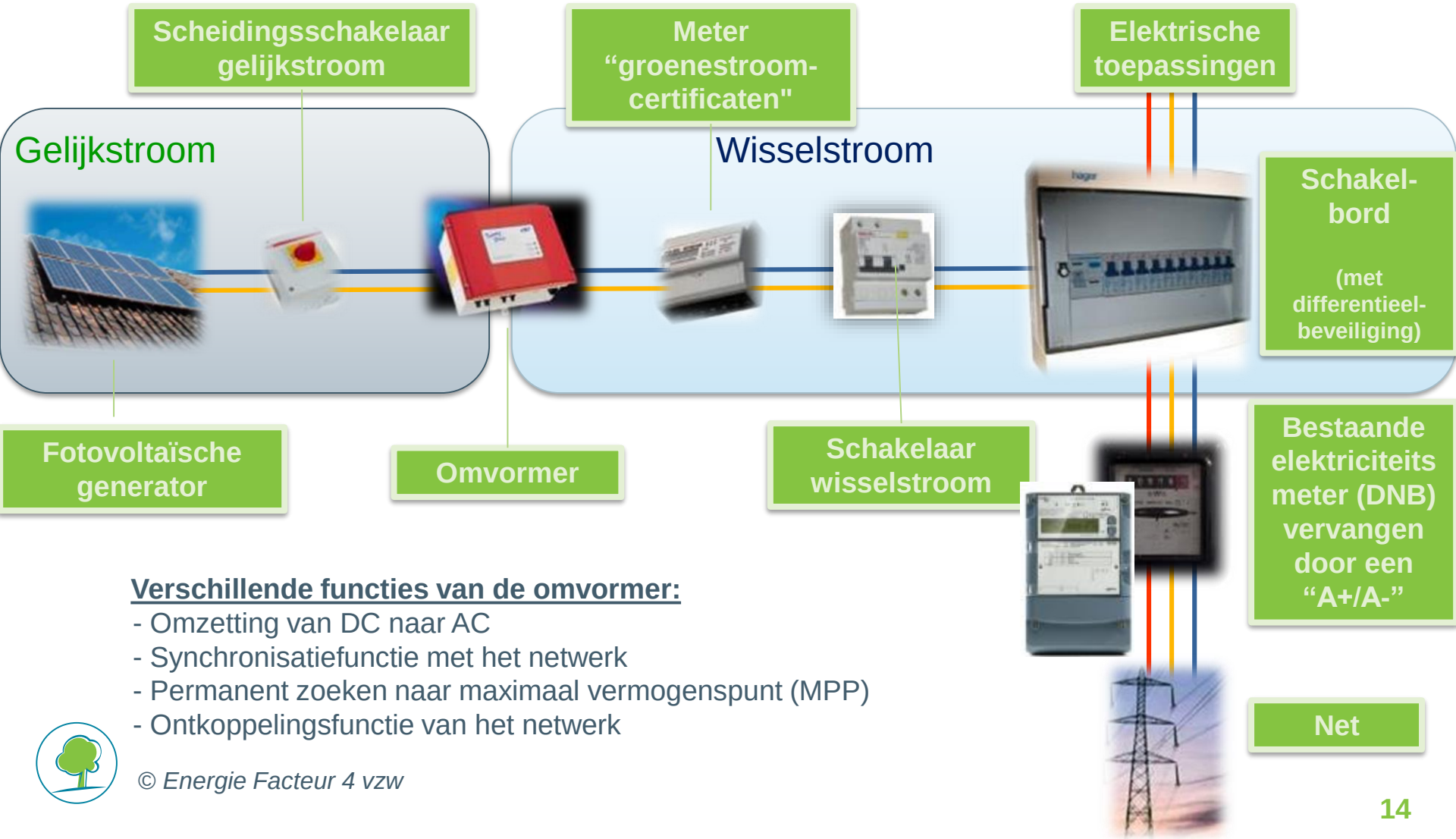
Bron: energieplus-lesite.be

# Basisbegrippen






# Schema van PV-systeem




**Verschillende functies van de omvormer:**

- Omzetting van DC naar AC
- Synchronisatiefunctie met het netwerk
- Permanent zoeken naar maximaal vermogenspunt (MPP)
- Ontkoppelingsfunctie van het netwerk

*© Energie Facteur 4 vzw*

# *Integratie op het dak*

- Hellend dak

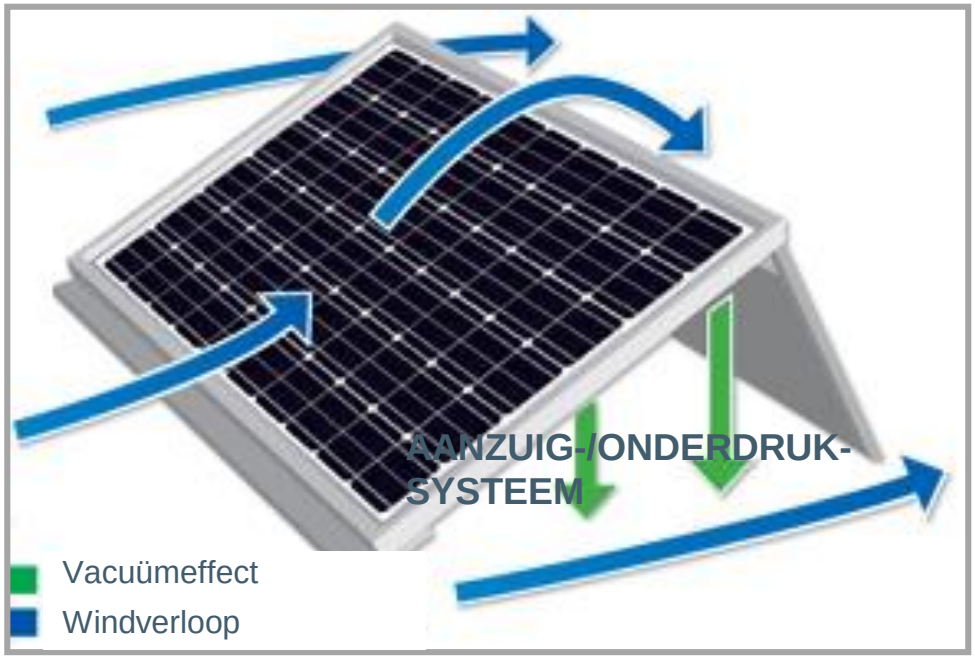




… minder doeltreffend dan …

Want ventilatie langs onder
→ afkoeling
→ betere η







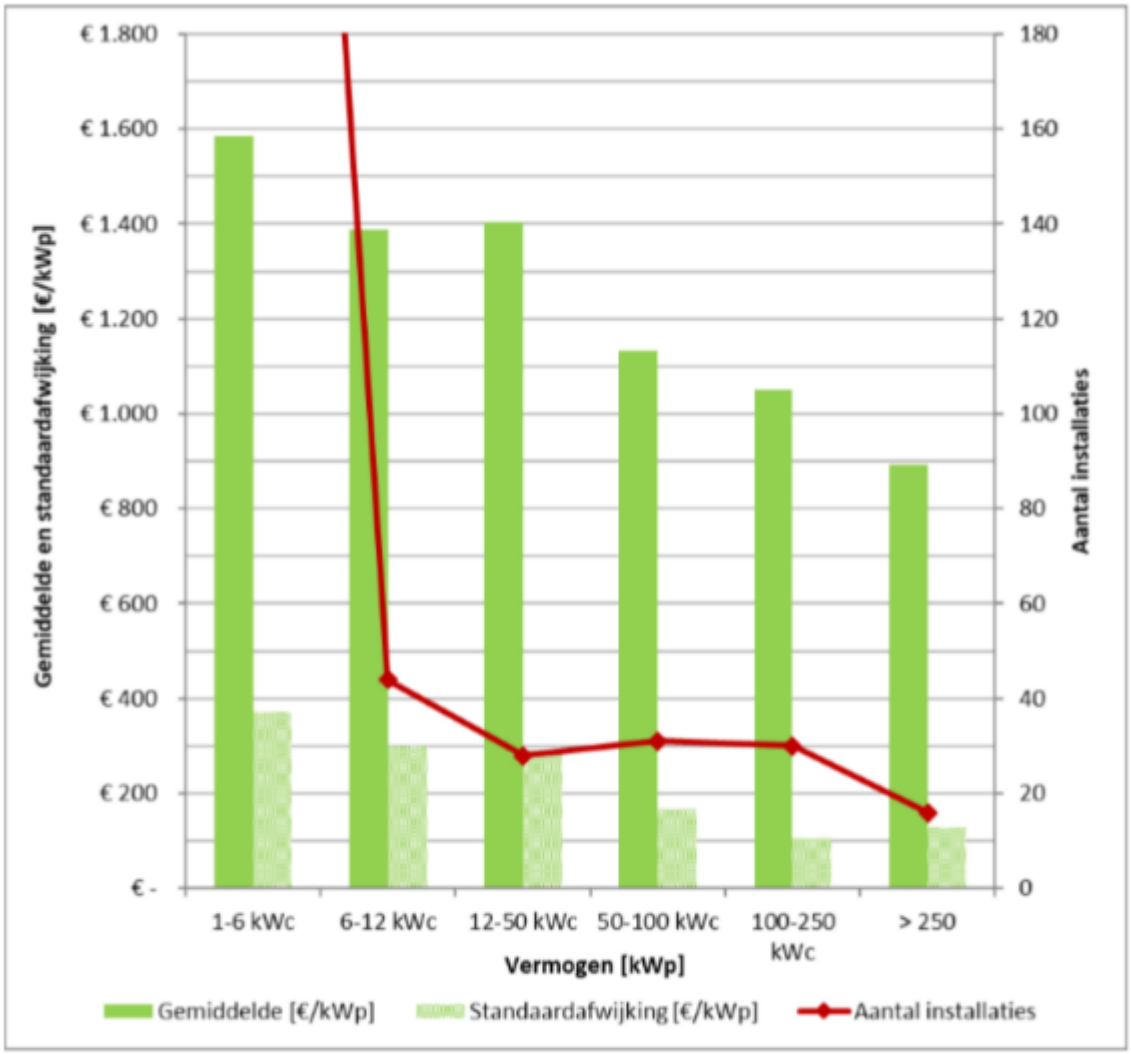

**DRAAGLAST**





Bron: archiexpo.fr & WTCB

# Kosten: Investeringen

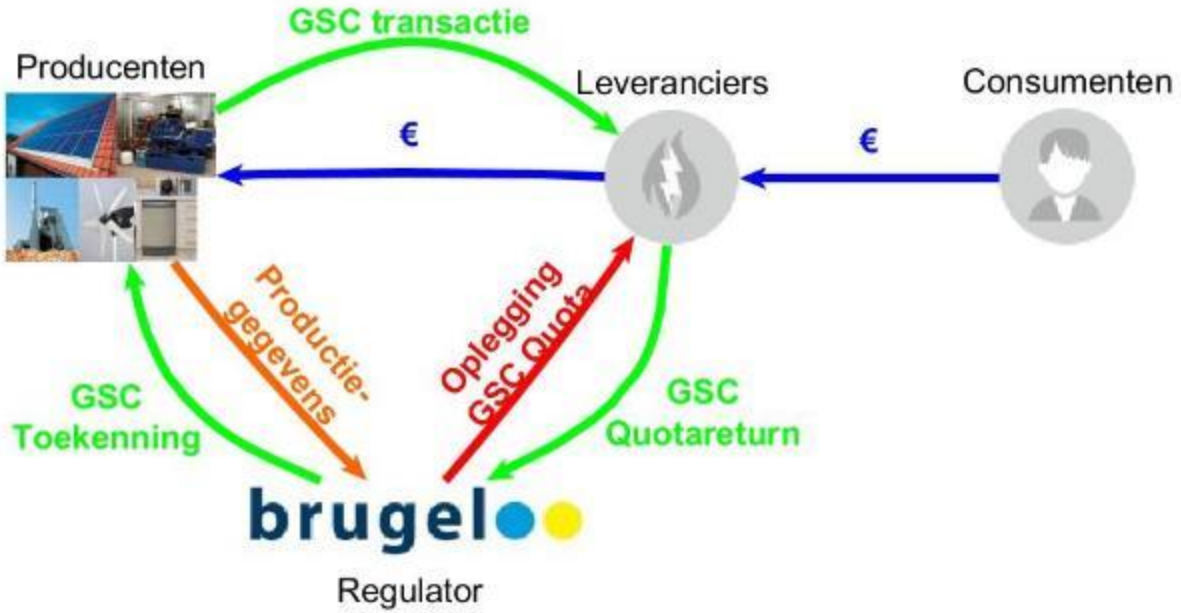



***Figuur 1: Gemiddelde prijs van de installaties per vermogenscategorie***

Source : Brugel, Voorstel 20190904-23, 2019

# Kosten: Productiesteun en Besparing (Brussel)

- **Mechanisme van de groenestroomcertificaten**




Voor Consumenten

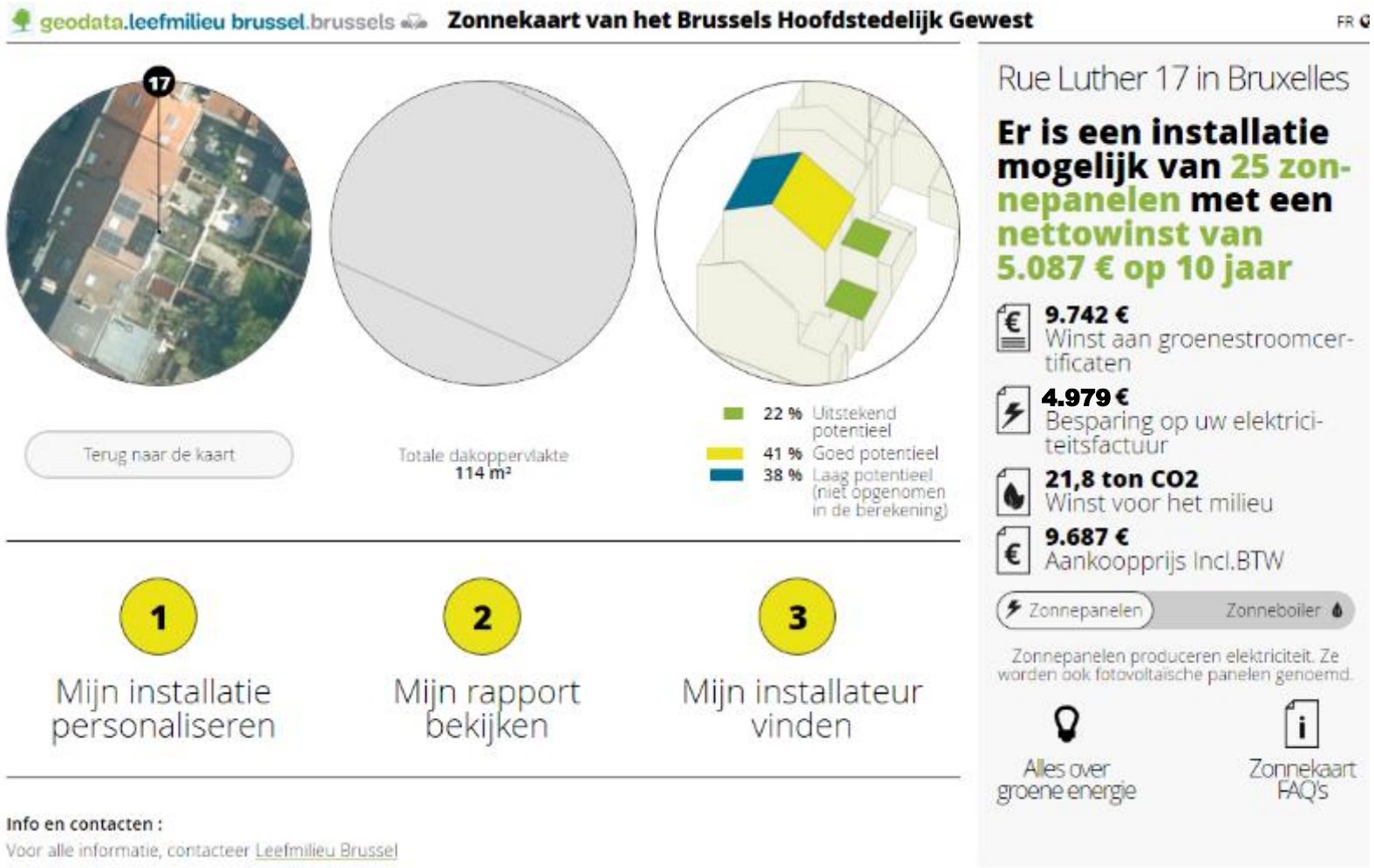
- Steun berekend voor ETVT = …5-7… jaar (zie Brugel)
- Toekenningsperiode van GSC: max. 10 jaar na inbedrijfstelling (verlengbaar onder bepaalde voorwaarden)
- Geldigheid van de GSC: 5 jaar
- 3 GSC/MWh$_{product.}$ ( 2,4 GSC/MWh$_{product.}$ indien > 5 kWp)

# Kosten: Productiesteun en Besparing (Brussel)

- **Besparing: opgelet met de compensatie!**
  - ~~Indien < 5 kWp: de meter "draait terug" = "compensatie"~~
  - Indien ≥ 5 kWp: wat niet onmiddellijk wordt verbruikt, gaat verloren (in het ideale geval verkocht ~ € 0,04/kWh) → zelf zo veel mogelijk verbruiken!

Sinds1 januari 2020 is er een aanpassing van het compensatieprincipe. De compensatie blijft wel gelden voor het gedeelte 'energie' van uw factuur, maar niet langer voor het gedeelte 'distributiekosten'.

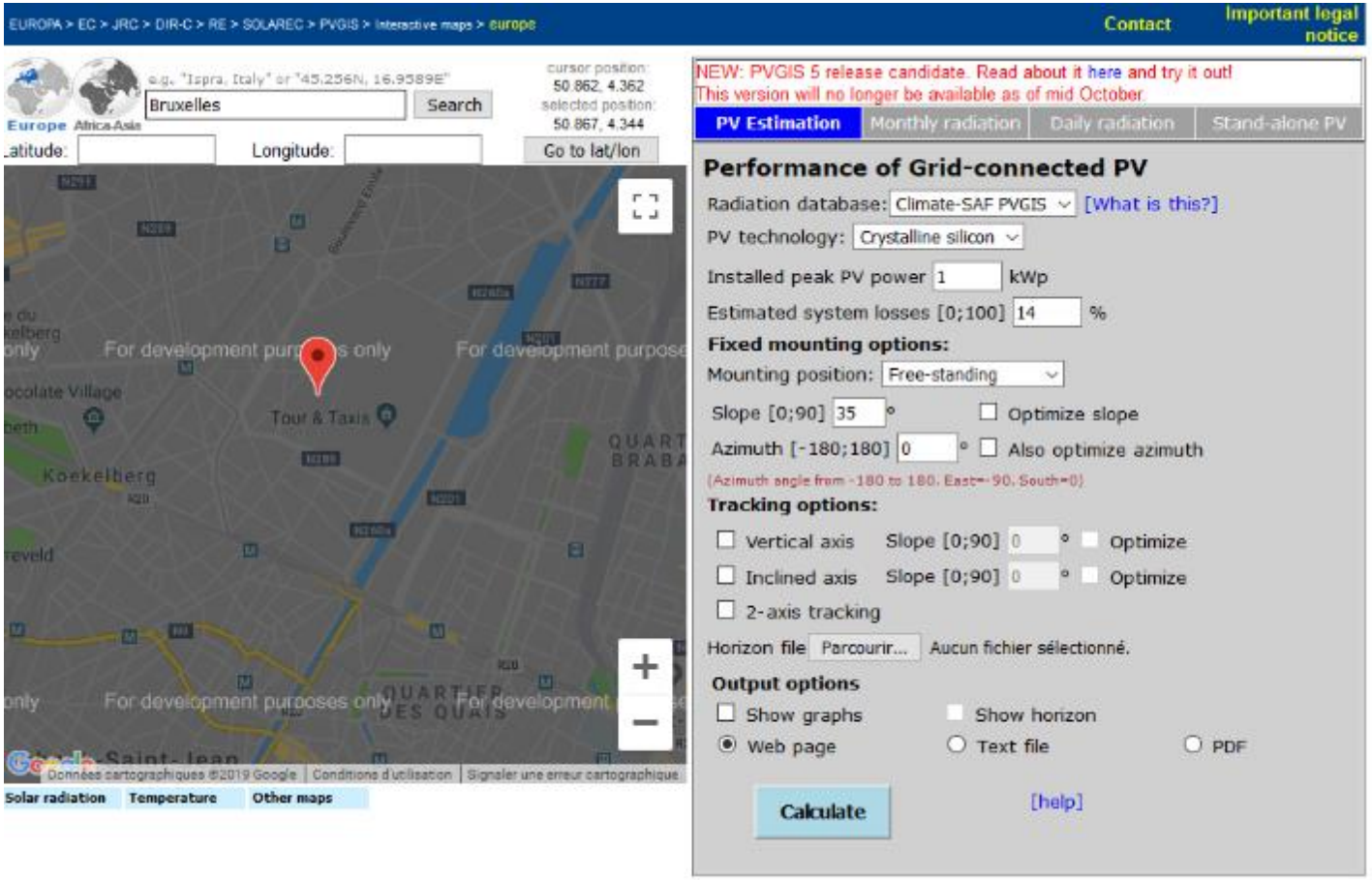
# Tool, websites, …



# Tool, websites, …

kWh/kWc ?

→ PVGIS: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#



# Tool, websites, …

## Pvcalc (voor alle installaties)

***Bepaling van de afmetingen van de fotovoltaïsche installatie***

**1ste stap : Bepaling van uw elektriciteitsverbruik**

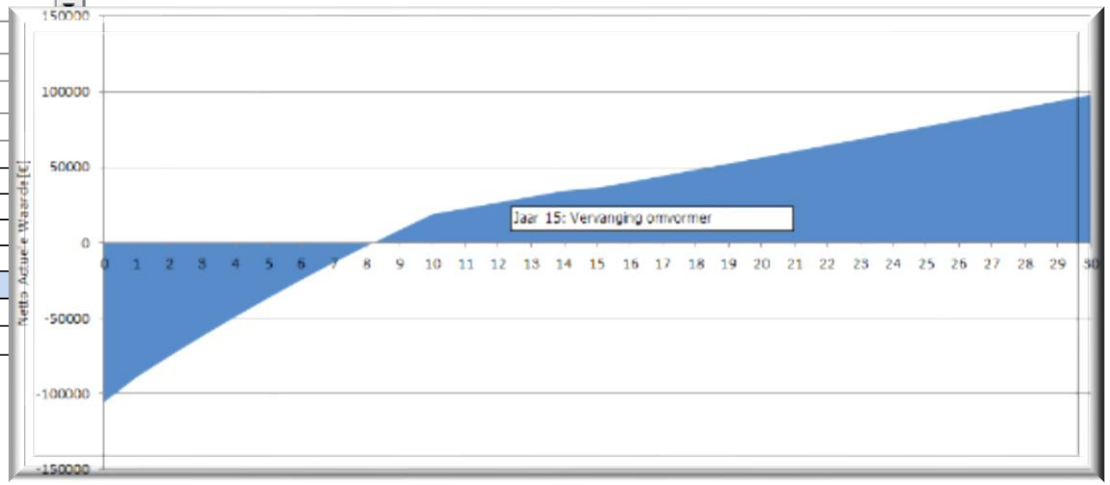
Activiteitensector: Tertiaire sector

Vloeroppervlakte = 1.000 m²

| | Facturen | Schatting | |
|---|---|---|---|
| Jaarlijks elektriciteitsverbruik van de locatie | | 105.000 | kWu/jaar |

**2de stap : Bepalen van het vermogen van de installatie**

| | | |
|---|---|---|
| Beschikbare oppervlakte van dak | 1.000,0 | m² |
| Type van montage | Plat dak | |
| Oriëntatie van de panelen | Zuiden | |
| Hellingshoek van de panelen | 35° | |
| Type van technologie | Polykristallijn (silicium) | |
| Zonneproductiefactor | 926 | |
| Maximaal vermogen van de fotovoltaïsche generator | 65,00 | |
| Gewenste vermogen van de fotovoltaïsche generator | 65,00 | |
| Collectoroppervlakte | 500 | |




**Beschikbaar op Gids Duurzame Gebouwen**

Energie > Dossier | Groene stroom produceren met fotovoltaïsche panelen en andere bronnen > Ontwerpen > Tools

https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/nl/tools.html?IDC=6260

# Aandachtspunten tijdens het ontwerp

**1. Het elektriciteitsverbruik van het gebouw beperken**

- Het elektriciteitsverbruik door verlichting beperken (zie G_ENE01 – Optimaal gebruik van kunstlicht)
- Het elektriciteitsverbruik door toestellen beperken (zie G_ENE06 – Warmtelasten beperken)
- Actieve koeling vermijden, **passieve koeling** *gebruiken* (zie G_ENE07 – Een passieve koelstrategie toepassen) en de eventuele resterende koelvraag zo efficiënt mogelijk opwekken (zie G_ENE09 – De beste productiewijzen voor hernieuwbare koeling kiezen)
- Efficiënt distributiesysteem voor verwarming, koeling en ventilatie (zie G_ENE10 – Verwarming, koeling en sanitair warm water en G_ENE02 – Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen)

**2. Het resterend elektriciteitsverbruik beoordelen**

- Het elektriciteitsverbruik bepalen: jaarverbruik en bij voorkeur maandverbruik en, eventueel, dagprofiel

**3. Het potentieel voor levering van hernieuwbare elektrische energie beoordelen**

Beschikbare dakoppervlakte. Beschikbaar draagvermogen van het dak. Schaduw, oriëntatie en helling.

Bron: **Gids**, G_ENE11 Installaties voor de opwekking van hernieuwbare energie genereren, http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be

# Aandachtspunten tijdens het ontwerp

**4. Kosten-batenanalyse + keuze van het systeem**

- Economische analyse van de verschillende technieken (simulatie met technologieën, oriëntatie, schaduw, oppervlakte, …) met tools.
- Keuze van het systeem of van meerdere systemen (opgelet garantie omvormer < of > 10 jaar, rendementsgarantie)

**5. Ontwerp van het gekozen systeem of de gekozen systemen**

- Ontwerp van het systeem: dichtheid dak, bevestiging op het dak, luchtdoorstroming, omvormer op een koele plaats, verliezen kabels < 2%...

**6. Controle van de werking en optimalisering van de regeling**

- Follow-up van de productie en van de afstemming ervan op de verwachtingen

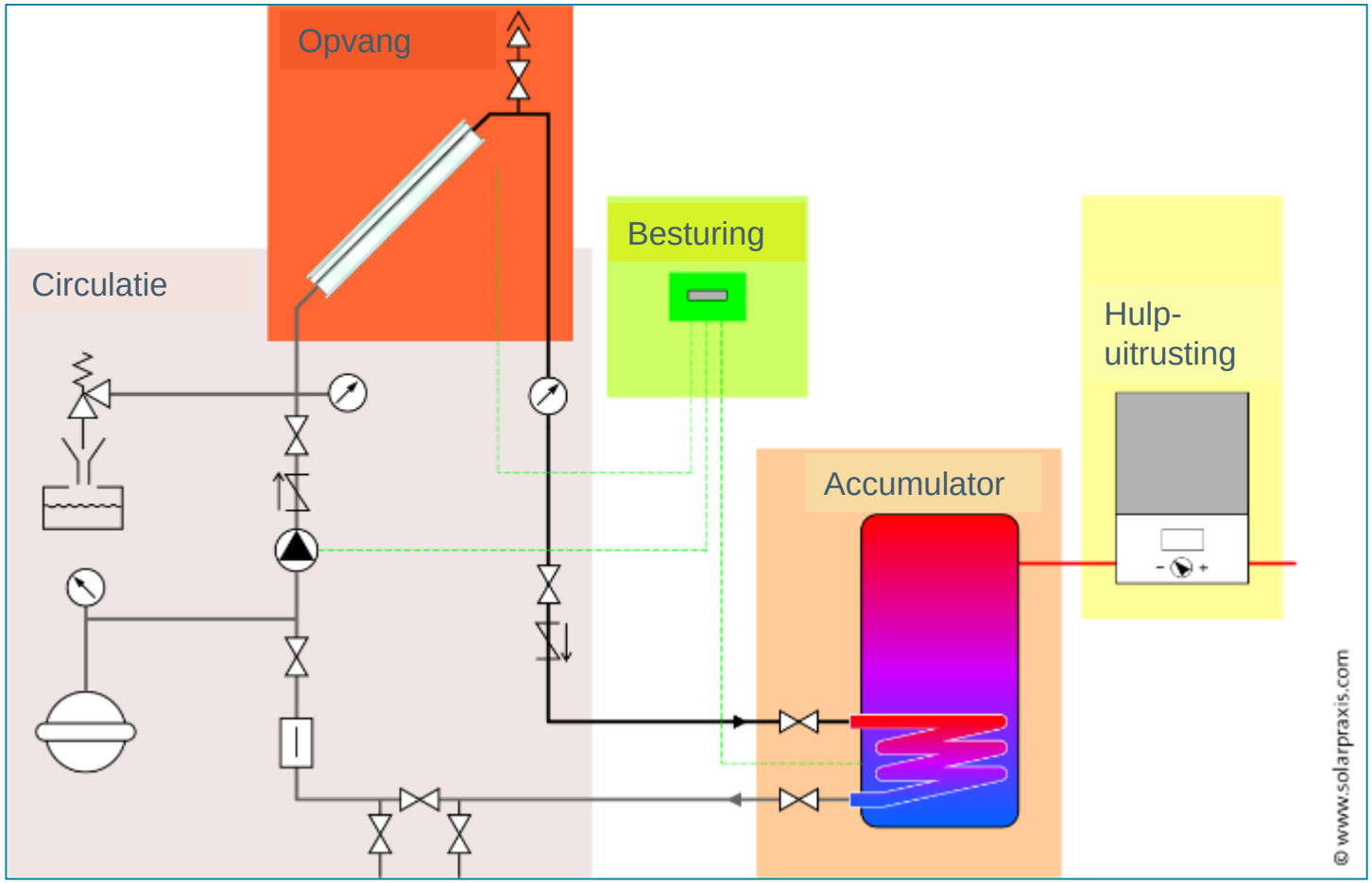
Bron: **Gids**, G_ENE11 Installaties voor de opwekking van hernieuwbare energie genereren, http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be

# DEEL III

# THERMISCHE ZONNE-ENERGIE

**(ZB – zonneboiler)**

# Zonthermische installatie



# Zonthermische installatie

- Woning of tertiair gebouw, eengezinswoning of meergezinswoning
- Als aanvulling op de verwarmingsketel: verwarming + SWW

\+ Hernieuwbare bron

\+ Productie van water > 80 °C mogelijk

\+ Koppeling met een ander systeem

\- Productie afhankelijk van weersomstandigheden

\- Vrij zware investering

\- Gemiddeld rendement

\- Vermogen beperkt door de beschikbare oppervlakte

# Zonthermische installatie

## dimensionering (orde van grootte)

- 1 m²/pers voor eengezinswoning
- 50 l/m² opslagvolume

| Pour un ménage de * | Surface de capteurs | Volume de stockage | Energie produite ** | Energie économisée *** |
|---|---|---|---|---|
| **2 à 3 personnes** | Env. 4 m² | Env. 200 l | Env. 1 200 kWh/an | Env. 1 600 kWh/an |
| **4 à 5 personnes** | Env. 5 m² | Env. 300 l | Env. 1 600 kWh/an | Env. 2 200 kWh/an |
| **6 à 7 personnes** | Env. 7 m² | Env. 400 l | Env. 2 300 kWh/an | Env. 3 100 kWh/an |

** pour une consommation d'eau chaude de 45 litres/pers/jour à 45°C.*
*** fraction solaire produite : 55 %.*
**** avec un système d'appoint ayant un rendement annuel de 75 % (ex : chaudière avec ballon de stockage).*

Source / Bron: Gids Duurzame Gebouwen, BIM, 2015

- 0,5 m²/pers voor appartementsgebouwen
- 25 l/m² opslagvolume
- Beperktere zonnedekking (35 % tot 40 %)

# Zonthermische installatie: technologie

- **Types van zonnecollector**

**Niet-beglaasde collectoren**



**Kunststof absorber**



**Absorber in roestvrij staal**

**Vlakke collectoren**



**Standaard vlakke collectoren**



**Vlakke vacuümcollector (met afstandsstuk)**



**Luchtcollector)**

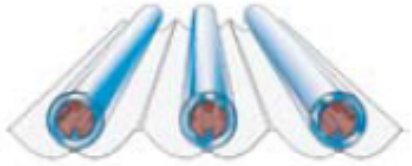
**Vacuümbuiscollector**



**Volledig glazen buis**



**Standaardbuis**

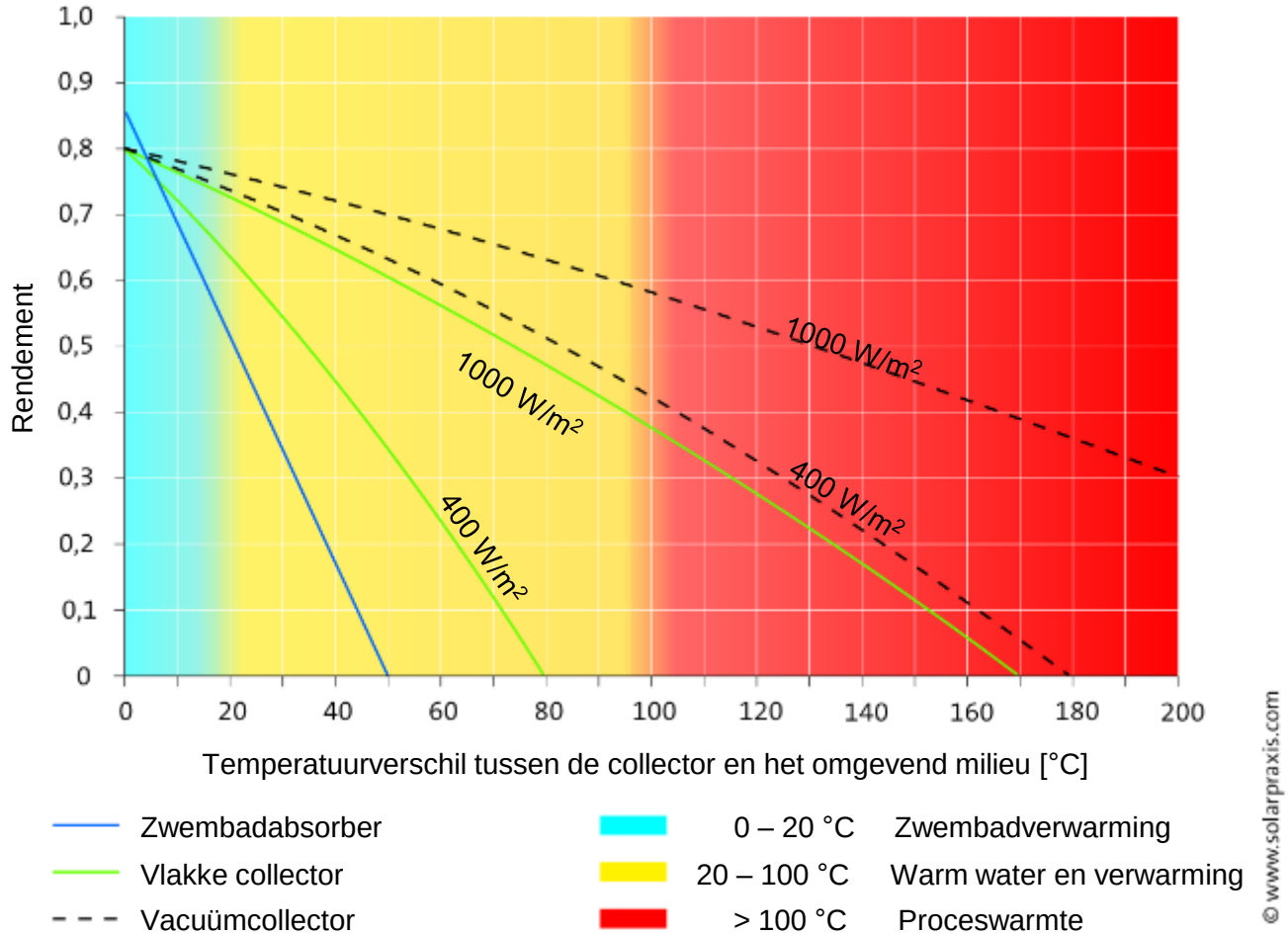


**CPC-buis**

Bron: Energieplus, http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16760

# Zonthermische installatie: technologie

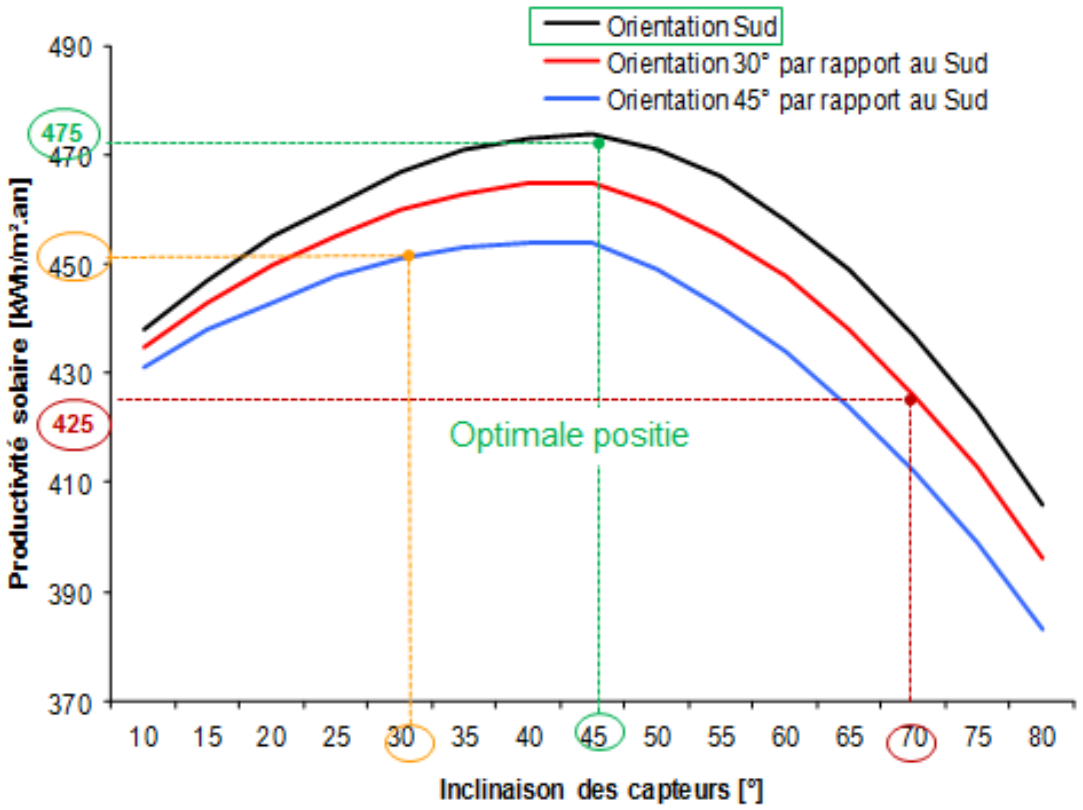
- **Rendement van de zonnecollectoren**




Bron: Energieplus, http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16760

# Zonthermische installatie: technologie

## Oriëntatie en helling




Optimale Positie :

- Zuid
- Inclinatie 45°

➢475 kWh/m².jaar

Voorbeeld:

- 45° tov Zuid
- Inclinatie 30°

➢450 kWh/m²/jaar
➢-5,3 % van productie

- 30° tov Zuid
- Inclinatie 70°

➢425 kWh/m²/jaar
➢-10,5 % van productie

Bron: Energieplus: http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16760

# Zonthermische installatie: Haalbaarheid

- **Dak**
  - Oriëntatie, helling
  - Nuttige oppervlakte, ingenomen ruimte, obstakels, …
  - Vervanging afdichting, …
  - Stabiliteit

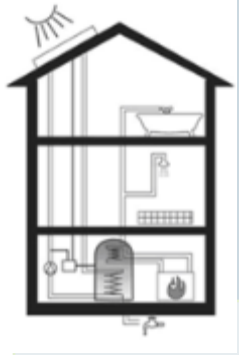
- **Stookplaats**
  - Gecombineerde productie?
  - Ouderdom van de ketels?
  - Regeling!

- **Verbinding dak - stookplaats**
  - Technische kokers?
  - Technisch lokaal op het dak?
- **Opslag & distributie SWW**
  - Opslagtanks
  - Distributielus (L, diameter,  isolatie)





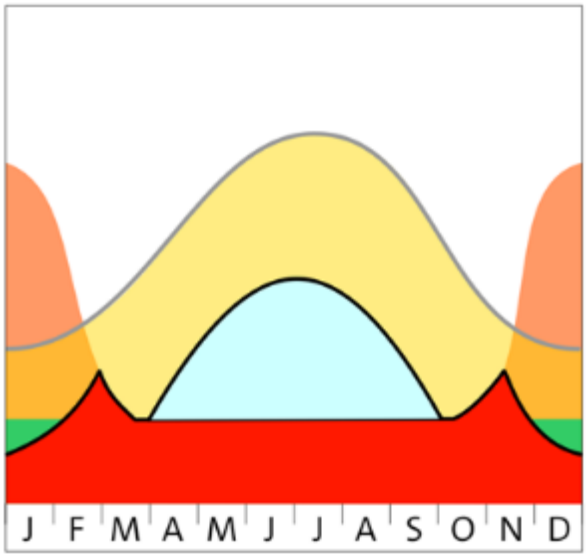
Bron: Stéphane Barbier

| Integratie | + | - |
|---|---|---|
|  | + Afstand tussen panelen en boiler zo klein mogelijk<br>+ Aanvullende thermisch modulerende verwarming op gas met een laag verbruik. | |
|  | + Afstand tussen panelen en boiler zo klein mogelijk | − Het gebruik van de bestaande boiler als aanvulling verhoogt de thermische verliesoppervlakte aanzienlijk |
|  | +Gebruik van een geïntegreerde warmtewisselaar in de zonneboiler die wordt gevoed door de verwarmingsketel | - Grote afstand tussen panelen en boiler => meerprijs |
|  | | - Grote afstand tussen panelen en boiler =>meerprijs<br>- Het gebruik van het reservoir van de bestaande verwarmingsketel als aanvulling verhoogt de thermische verliesoppervlakte aanzienlijk, behalve wanneer het gaat om een gemengde verwarmingsketel die geen water opslaat.<br>- Panelen tegen de gevel: stedenbouwkundige vergunning is vereist |

# Verwarming + SWW via thermische zonne-energie?

Ja … maar minder rendabel

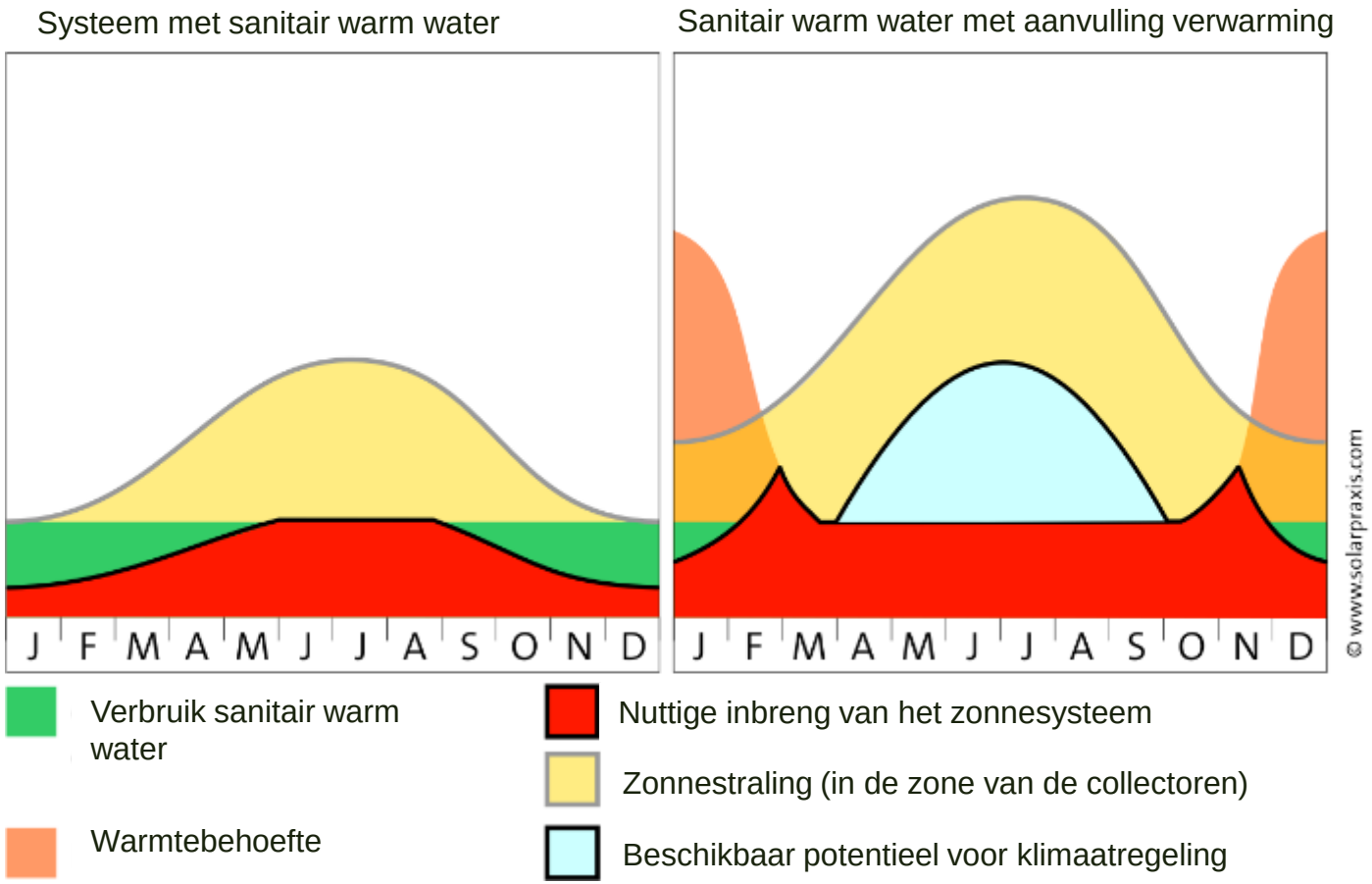
- 10 tot 30 m² collectoren
- Opslagvat van 1.000 tot 3.000 liter
- Complexere regeling
- Besparing:
  - ~80% op SWW
  - 20…50% op verwarming




Bron: Solarpraxis.com

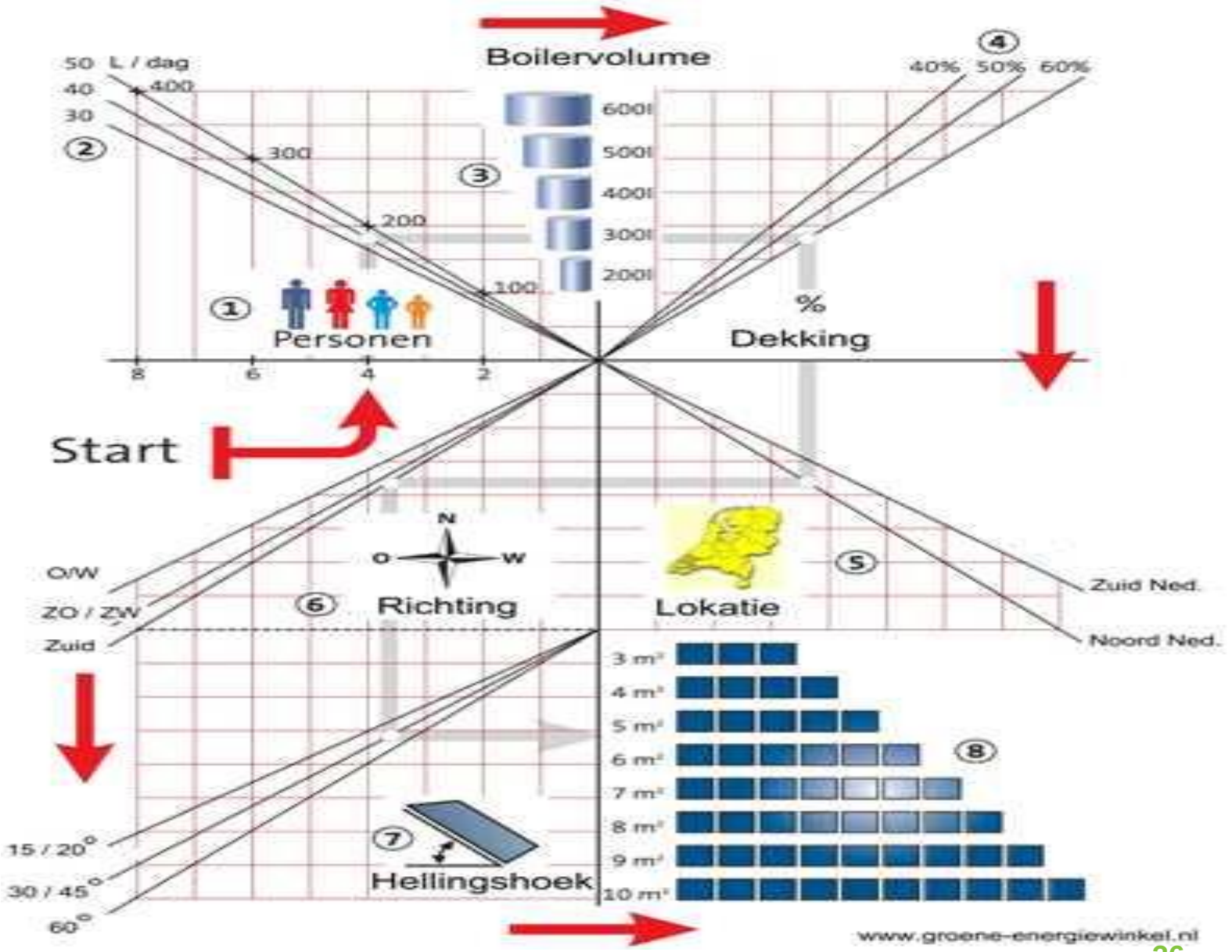
# Dimensionering: behoefte in kWh?

- **Basisregel**: altijd uitgaan van de behoefte aan verwarming!
  - SWW (+ verwarming?)




Bron: Solarpraxis.com

# Dimensionering






Nomogram voor berekening van de grootte van een zonneboilersysteem
(Bron : www.groene-energiewinkel.nl)

# Financiële rendabiliteit

- **Zonne-installatie voor een vierpersoonswoning**

- Behoefte aan SWW: 670 $kWh_{th}$/p * 4 p = 2.670 $kWh_{th}$
- Zonnefractie van 60% → productie van 1.600 $kWh_{th,sol}$
- Besparing van 1.600 $kWh_{th}$ / 75% (η) = 2100 $kWh_{pci}$/jaar, of € 170/jaar
- 3.000 tot 4.500 euro voor een installatie van ~4 m²
- ETVT: ~20 jaar
- Subsidie van 2.500 tot 3.500 euro (volgens inkomsten), met bovengrens 50%
- → ETVT met premie: ~10 jaar

# Zonthermische Quickscan >20 m², collectief!

- **Excel-rekenmachine**, te downloaden op de website van LB
- **Functie**: voordimensionering van zonthermische warmteproductie-installaties
- **Toepassing**: Productie van SWW voor tertiaire gebouwen, onthaalstructuren en collectieve huisvesting (>300 m³/jaar)
- **Doelstelling**: de technische, economische en milieuhaalbaarheid van de installatie evalueren
- **Resultaten** ⇨ Grootteordes
  - › oppervlakte collectoren, opslagvolume,
  - › investeringskosten, energiebesparing,
  - › vermeden $CO_2$-uitstoot
- **Gebruikers**: architect, studiebureau, EPB-adviseur, installateur, beheerder van gebouwen, energieverantwoordelijke, bouwheer, syndicus, …

# Zonthermische Quickscan: gebruiksbeperkingen

- Niet aangepast aan de dimensionering van zonneboilers van < 20 m²
- Niet voorzien voor andere toepassingen dan SWW-productie
  - Voorverwarming zwembadwater
  - Ondersteuning van verwarming
  - Ondersteunde zonnekoeling
  - …

  ➔ Specifieke dimensioneringssoftware: T*sol, Polysun, …
- Houdt geen rekening met de technische beperkingen van het gebouw
  - Schaduw op het collectorveld
  - Toegankelijkheid van de technische lokalen
  - Beschikbare ruimte voor opslag
  - …

# Zonthermische Quickscan

**Quickscan voor de predimensionering van een groot zonthermisch systeem voor de productie van warm water**

## ALGEMENE INFORMATIE

| | |
|---|---|
| [Vestigingsnaam] : | |
| [Sector] : | |
| [Adres] : | |
| [Gemeente] : | |
| [Postcode] : | |
| [Contactpersoon] : | |
| [Functie] : | |
| [Tel.] | |
| [E-mail] : | |

**De Quickscan Zonthermische Energie is een tool die ontwikkeld is voor Brussels Hoofdstedelijk Gewest en Waals Gewest**

**Concept en ontwikkeling : 3E nv**

RÉINVENTONS L'ÉNERGIE

LEEFMILIEU BRUSSEL · BIM
BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER

**Veld**
- **Verplicht**
- **Facultatief**
- **Uitklaplijstje**

## BEREKENINGSHYPOTHESEN

| | | |
|---|---|---|
| **Gebruikte energiedrager voor de warmwaterproductie** | **3-Aardgas (BHG)** | |
| Warmwaterketelrendement | 90% | |
| | | |
| Referentiewarmwaterverbruik | 4,68 | m³/dag op 60°C |
| Warmwaterverbruik ingevuld door de gebruiker | 4,38 | m³/dag op 60°C |
| **Warmwaterverbruik gebruikt voor de berekening** | **4,38** | **m³/dag op 60°C** |
| **Profiel van het warmwaterverbruik** | **A-7 dagen op 7 gedurende het hele jaar** | |
| Actualisatievoet | 4,5% | |
| BTW-percentage voor de economische balans | 0% | |
| Eenheidsprijs van de brandstof | 0,040 | EUR/kWh BTW excl |
| Brandstofprijs per kWh | 0,040 | EUR/kWh BTW excl |
| **Subsidiepercentage gebruikt voor de berekening** | **0%** | |
| Indicatief subsidiepercentage voor het beschouwde systeem | 21% | |
| Korting op de persoonsbelasting voor een energiebesparende investering | | |
| Jaarlijkse prijsstijging van de energiedrager | 5,9% | |
| Onderhoudskost van de installatie als percentage van de investering | 0,5% | |
| **Zonnepanelen** | **Atmosferische vlakke glazen zonnepanelen** | |
| Oriëntatie van de panelen gebruikt in de berekening | 5-Zuid | |
| Hellingsgraad van de panelen gebruikt in de berekening | 35° | |
| Correctiefactor | 1,00 | |
| Economische levensduur van de installatie | 25 | jaar |

## BASISGEGEVENS

### Beschrijving van de vestiging

| | | |
|---|---|---|
| Vestigingstype | **A-Centra voor gehandicapten, IMS, IMP** | |
| Bezetting | **65** | Bedden |
| | | - |
| Jaarlijkse gemiddelde bezettingsgraad | **90** | % |
| Gebouwoppervlakte | | |
| Daktype | **Hellend dak** | |
| Maximale nuttige dakoppervlakte | | |
| Dakoriëntatie | **5-Zuid** | |
| Hellingsgraad van het dak | **35°** | |

### Warmwaterproductie

| | | |
|---|---|---|
| Gebruikte energiedrager voor de warmwaterproductie | **3-Aardgas (BHG)** | |
| Warmwaterproductie onafhankelijk van de ruimteverwarming | **Nee** | |
| Type warmwaterketel | D-Ketel HR TOP (condensatie) | |
| Ogenblikkelijk warmwaterketelrendement volgens onderhoudsfiche | | % |

### Warmwaterverbruik

| | | |
|---|---|---|
| Gemiddeld verbruik van warm water | **1 600,0** | m³/jaar |
| Warmwateropslag- of warmwaterproductietemperatuur | **60** | °C |
| Jaarlijks brandstofverbruik voor warm water | **150 000** | kWh/jaar |
| Totaal jaarlijks brandstofverbruik voor verwarming | | |
| Aftapprofiel van warm water (A, B, C of D) | **A-7 dagen op 7 gedurende het hele jaar** | |

## RESULTATEN

### Zonnefractie

| | | |
|---|---|---|
| **Optimale nuttige zonnefractie** | **39** | % |
| Zonnefractie wanneer het dak beperkt is in oppervlakte | | % |

### Nuttige oppervlakte van de zonnepanelen

| | | |
|---|---|---|
| **Optimale oppervlakte van de zonnepanelen** | **66** | m² |
| Corresponderende oppervlakte plat dak | **220** | m² (zonder schaduw of obstakels) |
| Corresponderende oppervlakte hellend dak | **79** | m² (zonder schaduw of obstakels) |
| Max installeerbare oppervlakte panelen bij beperkte dakoppervlakte | **66** | m² |

### Zonneopslag

| | | |
|---|---|---|
| **Totaal volume zonneopslag** | **4,56** | m³ |
| Indicatief aantal opslagvaten (deelvolumes) | **3** | |
| Indicatieve belemmeringsoppervlakte | **6,50** | m² |
| Gemiddeld gewicht van de volle opslagvaten | **5 700** | kg |

### Energiebalans

| | | |
|---|---|---|
| Jaarlijkse netto zonneopbrengst | **36 130** | kWh zonne-energie /jaar |
| Brandstofbesparing | **40 164** | kWh/jaar |
| Primaire-energiebesparing | **38 523** | kWh thermisch /jaar |

### Economische balans

| | | |
|---|---|---|
| **Kost van het zonnethermisch systeem** | **73 839** | EUR BTW excl |

# Aandachtspunten

- Oriëntatie, helling, schaduw
- Draagvermogen van het dak
- Isolatie opslagvat!

| Volume opslagvat (liter) | Max. thermische verliezen (kWh/24u) | Thermische weerstand R min m².K/W |
|---|---|---|
| 200 | 1,05 | 2,00 |
| 300 | 1,20 | 2,36 |
| 500 | 1,43 | 2,79 |
| 800 | 1,68 | 3,28 |
| 1000 | 1,82 | 3,50 |

- Stedenbouwkundige vergunning?
  - Nee
    - Indien onzichtbaar vanuit de publieke ruimte
    - of indien in het dakvlak
      - Verwerkt in het dak (ideaal vanuit energieoogpunt!)
      - <30 cm bovenop het dakvlak
  - Ja
    - Indien beschermd gebouw
    - Indien afwijking van het bestemmingsplan, de stedenbouwkundige verordening of de verkavelingsvergunning
- Dichtheid dak en onderdak

# Aandachtspunten

- **Monitoring en goede follow-up van de prestaties**
  - **Kleine onvolkomenheden kunnen grote gevolgen hebben voor de prestaties**
    - Defecte circulatiepomp
    - Losgeraakte temperatuursensor (van opslagvat bijvoorbeeld)
    - Slecht geprogrammeerde regeling

- **Technische voorwaarden voor premies**
  - **Het thermisch zonnesysteem moet een integrerende warmtemeter omvatten**

    "De warmtemeter moet de prestatie van het systeem kunnen meten en eventuele afwijkingen aan het licht brengen"

  - **De installateur moet een werkingsgarantie van minimum 2 jaar aanbieden. Aanvullend MOET er een "Gegarandeerd Zonthermisch Resultaat (GZR) zijn, maar wat … als > 50 m2**

.

# Algemene informatie en conclusie

# Interessante tools, internetsites, …:

- BIM:
  - Thermische zonne-energie
  - http://www.leefmilieu.brussels/themas/gebouwen/goede-praktijken-om-te-bouwen-en-te-renoveren/energie/utiliser-les-sources-denergi-0?view_pro=1
  - Fotovoltaïsche zonne-energie
  - http://www.leefmilieu.brussels/themas/gebouwen/goede-praktijken-om-te-bouwen-en-te-renoveren/energie/utiliser-les-sources-denergi-1?view_pro=1
  - Apere
  - www.apere.org
  - www.smartguide.be
- Brugel
  - www.brugel.be

# Referenties Gids Duurzame Gebouwen:

- www.gidsduurzamegebouwen.brussels
  - Dossier | De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen
  - Dossier | Installaties voor de opwekking van hernieuwbare elektriciteit integreren

# Wat moet worden onthouden uit de uiteenzetting

- HEB in de residentiële sector in het BHG = zonne-energie (+ Warmtepomp + biomassa)
- Zonne-energie
  - beschikbaar in grote hoeveelheden
  - te gebruiken volgens reële behoeften (thermisch!)
  - Schaduw, oriëntatie, helling!
- PV en ZB aangepast aan nieuwbouw en renovatie
  - Beschikbare oppervlakte: compromis PV/ZB … rendabiliteit
  - Draagvermogen
  - Dichtheid
- Eenvoudige tools voor relevantiestudie van een project

¿

# CONTACT

**Florence GREGOIRE**

Ingénieur projet

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be

## BEDANKT VOOR UW AANDACHT