

## Samenwerkende energiecoöperaties in 't Gooi



# Energieopwekking d.m.v. zonnepanelen

Dit is een overzicht van de collectieve inkoop zonnepanelen als onderdeel van de collectieve inkoopactie duurzaamheidsmaatregelen 2023 die georganiseerd is door Energie Verbonden met en voor de energiecoöperaties in de gemeenten Weesp, Wijdemeren, Hilversum, Gooise Meren, Huizen, Laren, Blaricum en Eemnes. Dit document geeft een overzicht van de actie en ook een introductie in de technische en commerciële aspecten van zonnepanelen voor huiseigenaren. De prijzen zijn indicatief, uiteindelijke offerte zal mede afhangen van de plaatselijke omstandigheden.



(Editie Q1 2024)

*Disclaimer: de informatie is met grootst mogelijke zorgvuldigheid samengesteld. Aan eventuele fouten kunnen geen rechten ontleend worden.*

|       |                                                      |    |
|-------|------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introductie.....                                     | 3  |
| 2     | Algemene Informatie.....                             | 3  |
| 3     | Hoe werkt de actie .....                             | 4  |
| 4     | De bedrijven.....                                    | 5  |
| 4.1   | Groenpand.....                                       | 5  |
| 4.2   | Zekerzon.....                                        | 5  |
| 5     | De materialen, garantie en prijzen.....              | 6  |
| 5.1   | Zonnepanelen .....                                   | 6  |
| 5.2   | Omvormers.....                                       | 7  |
| 5.3   | Montagesystemen.....                                 | 8  |
| 5.4   | Garanties.....                                       | 8  |
| 5.5   | Pakketprijzen .....                                  | 8  |
| 6     | Is mijn dak geschikt?.....                           | 9  |
| 7     | Wat kost het?.....                                   | 10 |
| 8     | Wat levert het op? .....                             | 12 |
| 8.1   | Opbrengst, terugverdientijd en rendement .....       | 12 |
| 8.2   | CO <sub>2</sub> -winst zonnepanelen .....            | 13 |
| 9     | Hoe werkt het? .....                                 | 14 |
| 9.1   | De zonnepanelen .....                                | 14 |
| 9.2   | De Omvormers.....                                    | 15 |
| 9.3   | Montagesystemen en dak opstellingen.....             | 16 |
| 9.3.1 | Schuin dak .....                                     | 16 |
| 9.3.2 | Plat dak.....                                        | 16 |
| 9.4   | Verschillende zonnepaneel systeem configuraties..... | 17 |
| 9.4.1 | Serie-geschakeld.....                                | 18 |
| 9.4.2 | Serie-geschakeld met power optimizers.....           | 19 |
| 9.4.3 | Parallel-geschakeld met micro-omvormers.....         | 20 |

# 1 Introductie

Zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Een zonnepaneel gaat meer dan 25 jaar mee en levert gedurende zijn levensduur veel elektriciteit op. Zodoende verlaagt u uw energierekening doordat u een deel van uw elektriciteitsgebruik zelf opwekt en de overtollige elektriciteit tegen een vergoeding teruglevert aan het elektriciteitsnetwerk. Ook vermindert u uw CO<sub>2</sub>-uitstoot en draagt u zodoende bij aan de reductie van het broeikaseffect.

Een zonnepaneel installaties is best een complex technisch verhaal. Wat is een goede oplossing voor mijn huis? Welke producten moet ik kiezen? Welk bedrijf moet ik in de arm nemen? Wat bespaar ik en wat is de terugverdientijd? Allemaal relevante vragen.

Om **u te ontzorgen** hebben wij een voorselectie gemaakt van twee betrouwbare regionale bedrijven. Beiden met een uitstekend staat van dienst en een kwalitatief hoogstaand productaanbod. De systemen worden tegen concurrerende prijzen aangeboden.

In hoofdstukken 2 t/m 5 vindt u uitgebreide informatie over de actie: hoe deze werkt, welke leveranciers en producten zijn geselecteerd inclusief de garanties en pakketprijzen.

De daaropvolgende hoofdstukken geven meer informatie over de vele aspecten van zonnepaneelinstallaties, zoals de geschiktheid van het dak, het verdienmodel, de werking van de installatie en de verschillende onderdelen. Voor meer gedetailleerde informatie verwijzen wij naar de experts/energiecoaches binnen de lokale energiecoöperaties en/of de participerende bedrijven.

# 2 Algemene Informatie

De actie is onderdeel van de collectieve inkoopactie duurzaamheidsmaatregelen van Energie Verbonden. Energie Verbonden is het samenwerkingsplatform van alle energiecoöperaties in de gemeentes Weesp, Wijdmeren, Hilversum, Gooise Meren, Huizen, Laren, Blaricum en Weesp. Vanuit Energie Verbonden is de actie *georganiseerd*, alle energiecoöperaties *voeren hem uit*. De inzet is het maximale ontzorgen van onze leden bij de investeringsbeslissing in een zonnepaneelinstallatie. Wij hebben voor u een betrouwbaar aanbod gedefinieerd tegen een scherpe prijs voor het plaatsen van een zonnepaneel-installatie op uw eigen dak.

Naast prijs-kwaliteit hebben we de bedrijven geselecteerd op de volgende aspecten: beschikking over eigen (Nederlandstalige) installatieteams; de service en garantie; kwaliteits-, kennis- en veiligheidscertificering; en referenties en klanttevredenheid. Gebaseerd op de ervaringen in de afgelopen jaren en ook de uitkomst van de bewonersenquête, is er besloten om net als in 2022 ook in 2023 met Groenpand uit Utrecht en Zekerzon (volle dochter van de Zonnefabriek) uit Amsterdam samen te werken.

### 3 Hoe werkt de actie

1.

#### INSCHRIJVING

Als bewoner kunt u zich aanmelden via de website van Energie Verbonden middels het [aanmeldformulier](#) op de website van Energie Verbonden. U kunt vrijblijvend uw interesse in een offerte op maat kenbaar maken. Voorwaarde voor de actie is dat u lid bent van één van de lokale energiecoöperaties. Bent u nog geen lid, dan kunt u via de aanmelding voor de actie gelijk lid worden. Een lidmaatschap geeft u vele voordelen en de contributiebedragen zijn symbolisch.

2.

#### INDICATIEVE OFFERTE

U ontvangt een indicatieve offerte op maat van de twee participerende bedrijven. Deze is gebaseerd op satellietbeelden van uw dak. Deze offerte zal u per email krijgen. Soms belandt deze email echter in de Spam-inbox. Controleer deze daarom regelmatig. Deze offerte geeft u inzicht in de mogelijkheden en de bijbehorende kosten. U kan aangeven of u de offerte interessant vindt en zodoende geïnteresseerd bent in een schouw. **Let op: de minimale grootte van de installatie is 6 panelen. Kleinere installatie worden niet aangeboden.**

3.

#### SCHOUW

Om de specifieke situatie van u woning en eventuele aanvullende wensen in de offerte op te kunnen nemen komt een adviseur van het bedrijf bij u langs voor een technische schouw. Deze technische schouw duurt ongeveer een uur. De leverancier bekijkt de geschiktheid van het dak en de meterkast eventuele obstakels, de locatie voor de omvormer en het kabeltraject. Mocht u speciale wensen hebben dan worden deze tijdens de schouw besproken.

4.

#### DEFINITIEVE OFFERTE

Indien nodig worden de indicatieve offerte(s) aangepast naar de specifieke situatie in uw woning en uw wensen en daarmee definitief gemaakt. In deze persoonlijke offerte kiest u zelf het aantal panelen en de technische oplossing die u wenst. De offertes volgen de pakketprijzen die in deze informatiebrochure zijn opgenomen.

5.

#### BESLISSEN

U beslist zelf of u akkoord gaat met één van de offertes en overgaat op installatie van de panelen. Dit doet u door de offerte getekend retour te zenden voor de uiterste beslisdatum die in de offerte is opgenomen. In veel gevallen kan dit ook online.

6.

#### UITVOEREN

Nadat u akkoord bent gegaan met de offerte plant u samen met de leverancier een dag dat de werkzaamheden worden uitgevoerd. Het streven is om de installatie binnen 2 a 3 maanden na het ondertekenen van de offerte af te ronden. De leverancier is over het algemeen een dag bezig met de installatie van het systeem.

**Let op: door de enorme vraag naar zonnepanelen en de tekorten aan materialen en personeel zijn de wachttijden voor offertes, schouw en uitvoeren tegenwoordig substantieel langer dan in het verleden en moet u rekening houden met zo'n 3 maanden voor definitieve offerte en daarna zo'n 4 maanden voor realisatie.**

## 4 De bedrijven

In 2021 en 2022 hebben we naar alle tevredenheid samengewerkt met Groenpand en Zonnefabriek. Zodoende hebben we voor de 2023 actie besloten om de samenwerking te continueren. De Zonnefabriek heeft in 2022 de activiteiten voor de particulieren markt ondergebracht in een volle dochter Zekerzon. Vanwege de dynamiek in de marktprijzen hebben de prijzen een geldigheidsduur van één kwartaal. Wij geven de bedrijven zodoende de mogelijkheid om de prijzen per kwartaal aan te passen. Het offertemoment (en niet de datum van aanmelding) bepaald de prijzen. Wij zorgen dat de prijzen op de website en in de brochures up-to-date zijn. Deze brochure is bijgewerkt met de prijzen die gelden vanaf het derde kwartaal 2023.

### 4.1 Groenpand

Groenpand is een bedrijf met als doel om woonhuizen en kantoren stap voor stap te vergroenen, zodat ze helemaal onafhankelijk worden van fossiele brandstoffen.



- ✓ Groenpand werkt alleen met gecertificeerde installateurs en elektriciens (SEI, VCA en/of Zonnekeur Installateur keurmerk)
- ✓ Groenpand levert hoogwaardig materiaal. In deze collectieve inkoop ligt de focus op een hoogwaardig aanbod tegen scherpe prijs. Dat betekent dat er niet tegen bodem en stunt prijzen wordt gewerkt, waarin veiligheid en een goede installatie in het gedrang komen.
- ✓ Groenpand levert maatwerk. Dat betekent dat ook de lastige klussen mee kunnen in de collectieve inkoop. Er wordt altijd naar de best passende oplossing gekeken voor iemands situatie. Tevens houdt Groenpand rekening met alle wensen. Dat kan tot een meerprijs leiden op de pakketprijs, maar dat gaat altijd in goed overleg met de klant.
- ✓ Groenpand heeft een brede ervaring als het gaat om energiebesparing en duurzame opwekking van energie. Ze kunnen u dus op een breder vakgebied adviseren.

### 4.2 Zekerzon



Als één van de oudste aanbieders van zonnepanelen is Zonnefabriek al sinds 2009 bezig om Nederland van zonnestroom te voorzien. Met duizenden installaties over heel Nederland weet Zonnefabriek als geen ander waar u op moet letten bij de aanschaf van een zonnepanelen installatie. Sinds de zomer van 2022 worden de collectieve aanbiedingen aangeboden via Zekerzon. Dit is een volle dochter van Zonnefabriek. Producten, garanties en service blijven hetzelfde.

- ✓ Werken met eigen installateurs en voldoet aan alle keurmerken zoals Zonnekeur, InstallQ en VCA. In 2013 hoorden ZekerZon bij de eerste groep van drie installateurs die het onafhankelijke keurmerk Zonnekeur kregen.
- ✓ Staat ook bekend om zijn goede service met klantenbeoordeling van 9,2.
- ✓ Een aparte serviceafdeling met eigen teams die ter plaatse kunnen komen om eventuele problemen op te lossen.
- ✓ Werkt uitsluitend met de beste producten, die zowel lang meegaan als storingsvrij werken, en milieuvriendelijk worden geproduceerd.
- ✓ De zonnepanelen hebben de langste garantie (25 jaar) en garanderen het hoogste vermogen over de levensduur van het paneel.
- ✓ Hierdoor presteren de installaties 10% beter dan de gemiddelde systemen
- ✓ En dat leidt tot hoge opbrengsten en daardoor tevreden klanten!

## 5 De materialen, garantie en prijzen

In deze paragraaf vindt u een korte omschrijving van de materialen die in de collectieve actie worden gebruikt. Alle componenten van beide bedrijven zijn afkomstig van eerste klas leveranciers. Voor meer informatie over de werking van een zonnepaneelsysteem en de functie van elk onderdeel van de installatie, wordt u verwezen naar hoofdstuk 9.

### 5.1 Zonnepanelen

Beide bedrijven leveren **full black panelen**. Esthetisch volgens velen de mooiste panelen. Afhankelijk van de leverancier wordt er gewerkt met panelen van TRINA SOLAR of SUNPOWER. **TRINA SOLAR** is een van de grootste zonnepanelenleveranciers ter wereld en staat al jaren in de top 3 van de Solar Scorecard en het Bloomberg onderzoek naar de stabiliteit van zonnepanelen-producenten. De fabrikant behoort tot de bekendste en meest betrouwbare merken zonnepanelen. De panelen voldoen bovendien aan alle belangrijke Europese keurmerken. Voor de 2023 actie is vanaf het tweede kwartaal de laatste generatie TRINA SOLAR panelen geselecteerd die een vermogen van 415 Watt piek levert!!!

Hoewel Trina Solar de standaard panelen zijn die Groenpand voert, bieden zij dit jaar ook Europese glas-glas panelen van **SOLITEK** aan. SOLITEK heeft het hoogste cradle-to-cradle certificaat voor de productie van zonnepanelen. Dit weerspiegelt hun positieve impact op mens en milieu. Het paneel is door Solar Insurance en Finance erkend en voldoet aan alle Europese keurmerken zoals Tüv, PV Cycle, UL, IEC & ISO. Bij glas-glas zonnepanelen zijn de zonnecellen ingesloten tussen twee lagen glas. Bij traditionele glas-folie zonnepanelen is alleen de voorkant van glas en de achterkant van kunststof. De voordelen van SOLITEK-zonnepanelen ten opzichte van traditionele glas-folie zonnepanelen zijn:

- 2x zo lange productgarantie (30 jaar vs 15 jaar)
- 2x zo lange verwachte levensduur (50 jaar vs 25 jaar)
- Zeer lage degradatie (maximaal 13% na 30 jaar)
- De hoogste brandveiligheid

- Grotere resistentie tegen extreem weer, zoals flinke hagelbuien
- Garanties: 30 jaar product garantie.
- Na 30 jaar 87% vermogen.

SUNPOWER is een Amerikaans bedrijf. De panelen worden gerekend tot de krachtigste ter wereld met een uitzonderlijke lage degradatie van elektriciteitsproductie over de 25 jaar levensduur. Waar de meeste panelen maximaal 20% degradatie garanderen, is dit bij **SUNPOWER**-panelen maar 13%. Zodoende zal er over de levensduur van de installatie naar verwachting meer duurzame stroom geproduceerd worden. De panelen zijn wel iets duurder dan de Trina Solar panelen. Vanaf september 2022 zijn de 410 Watt piek panelen uit de derde generatie Performance 6 serie geselecteerd. Het uiterlijk is door ontbreken van visuele busbars nog strakker dan concurrerende panelen.

## 5.2 Omvormers

Een omvormer is een component dat de zonnestroom uit de panelen omzet naar een stroom die geschikt is voor uw elektrische apparaten in huis of teruglevering naar het openbare elektriciteitsnetwerk. In de collectieve actie worden de zogenaamde serie omvormers toegepast. In het geval van veel schaduwwerking



op uw installatie kunnen zogenaamde optimizers per paneel worden toegepast. Vergelijk een serie-geschakeld zonnepaneelsysteem maar met een tuinslang. Als u op de slang gaat staan zal de hoeveelheid water door de slang minderen, afhankelijk van de kracht waarmee u op de slang staat. Zo ook met een serie-geschakeld zonnepaneel systeem. Valt er op één van de zonnepanelen schaduw dan zal de totale keten minder energie produceren. Om dit tegen te gaan zit er een hoop intelligentie in de moderne serie omvormers. Maar als de schaduwwerking te groot is kan het zinvol zijn om ook een slim apparaatje per paneel, de zogenaamde optimizer, toe te passen. In de collectieve actie worden beide systemen aangeboden, dus

zowel een serie omvormer als een serie omvormer met optimizers.

Er zijn veel merken omvormers. In de collectieve inkoop actie is gekozen voor de omvormer van de wereldmarktleider SMA uit het Duitse Kassel. **SMA Solar Technology** heeft 30 jaar ervaring en besteedt jaarlijks meer dan € 100 miljoen aan research en development. Dit is een zeer betrouwbare omvormer met een hele sterke prijs-kwaliteit verhouding.



Voor daken met veel obstakels en daken waar de panelen in verschillende hoeken op de zon liggen kan echter beter voor seriegeschakelde omvormer met optimizers per paneel gekozen worden. Binnen de collectieve actie is gekozen voor het merk SolarEdge.

**SolarEdge** bedacht dit systeem in 2006 en is nu wereldmarktleider op het gebied van wat zij zelf noemen “high-performance smart energy technology”.

### 5.3 Montagesystemen

Er zijn erg veel verschillende soorten montagesystemen en elk zonnepaneel bedrijf heeft zo zijn eigen voorkeur. De installaties staan in weer en wind, krijgen te maken met alle weersinvloeden, enorme krachten van bijvoorbeeld de wind en sneeuw. Een montagesysteem moet de installatie gedurende 25 jaar zonder problemen dragen en geen schade aan het dak leveren. Ook hier is gekeken naar de gebruikte merken en systemen. Voor de schuine daken worden montage systemen van **van der Valk** of **Sun Beam** toegepast, voor platte daken wordt **van der Valk** of **Schettler** toegepast. Zowel Sunbeam als Van der Valk Solar Systems zijn Nederlandse bedrijven opgericht in 2011 respectievelijk 2009 en tegenwoordig toonaangevend in de montage systemen. Schettler is een Duits bedrijf en is al meer dan 50 jaar actief in de metaalbewerking en sinds 2007 ook in de montage systemen voor zonneparken en daken.

### 5.4 Garanties

| Component              | Merk                             | Soort Garantie | Garantie (Jaren) | Opmerking                                   |
|------------------------|----------------------------------|----------------|------------------|---------------------------------------------|
| <b>Zonnepaneel</b>     | Trina Solar 415 Wp               | Product        | 15               |                                             |
|                        |                                  | Performance    | 25               | Lineair tot 80% van oorspronkelijk vermogen |
|                        | Sunpower 410 Wp                  | Product        | 25               |                                             |
|                        |                                  | Performance    | 25               | Linear to 86% van oorspronkelijk vermogen   |
| <b>Omvormer</b>        | SMA                              | Omvormer       | 10               |                                             |
|                        | SolarEdge                        | Omvormer       | 12               |                                             |
|                        |                                  | Optimizer      | 25               |                                             |
| <b>Montage Systeem</b> | Van der Valk, Sunbeam, Schletter |                | 10               |                                             |
| <b>Installatie</b>     |                                  |                | 2 of 5           | Afhankelijk van installateur                |

### 5.5 Pakketprijzen

De volgende tabellen geven het prijsoverzicht welke met de beide bedrijven is afgesproken. Prijzen zijn geldig voor vanaf september 2023. Deze prijzen gelden voor een standaard schuin dak en omvatten de volledige turn key installatie bestaande uit panelen, omvormers, bekabeling, montagesysteem, de installatie zelf en de aansluiting op de meterkast. De uiteindelijke offerte hangt af van de plaatselijke situatie van onder andere het dak, kabeltraject en de meterkast. De prijzen zijn met een BTW tarief van 0% dat sinds 1 januari 2023 geldig is voor zonnepaneel installaties.

Het aantal panelen hangt af van de grootte en vorm van het dak en ook het jaarlijkse elektriciteitsverbruik, het beschikbare budget en eventuele persoonlijke voorkeuren en toekomstplannen.

Het minimale aantal panelen in de collectieve actie is 6.

Of de installatie een serie-geschakelde is of een SolarEdge systeem inclusief optimizers per paneel hangt af van de schaduwwerking op uw dak. De bedrijven zullen u hier graag over adviseren. Als vuistregel kunt u met

een SolarEdge systeem zo'n 3% hogere elektriciteitsopbrengst verwachten. Daartegenover staat dat deze systemen substantieel duurder is.

De besparing en terugverdientijd hangen af van een groot aantal factoren. Meer informatie hierover vindt u in hoofdstuk 8.

#### Prijzen serie-geschakelde systemen met SMA-omvormer

| Aantal Panelen | ZekerZon      |                      |        | Groenpand     |                      |        |
|----------------|---------------|----------------------|--------|---------------|----------------------|--------|
|                | Vermogen [Wp] | Prijs [incl. 0% BTW] | €/Wp   | Vermogen [Wp] | Prijs [incl. 0% BTW] | €/Wp   |
| 6              | 2.460         | € 3.936              | € 1,60 | 2.490         | € 3.940              | € 1,58 |
| 8              | 3.280         | € 4.592              | € 1,40 | 3.320         | € 4.757              | € 1,43 |
| 10             | 4.100         | € 5.207              | € 1,27 | 4.150         | € 5.439              | € 1,31 |
| 12             | 4.920         | € 6.052              | € 1,23 | 4.980         | € 6.014              | € 1,21 |
| 14             | 5.740         | € 6.658              | € 1,16 | 5.810         | € 6.655              | € 1,15 |
| 16             | 6560          | € 7.282              | € 1,11 | 6.640         | € 7.679              | € 1,16 |

#### Prijzen SolarEdge-omvormer met optimizers

| Aantal Panelen | ZekerZon      |                      |        | Groenpand     |                      |        |
|----------------|---------------|----------------------|--------|---------------|----------------------|--------|
|                | Vermogen [Wp] | Prijs [incl. 0% BTW] | €/Wp   | Vermogen [Wp] | Prijs [incl. 0% BTW] | €/Wp   |
| 6              | 2.460         | € 4.305              | € 1,75 | 2.490         | € 4.435              | € 1,78 |
| 8              | 3.280         | € 5.018              | € 1,53 | 3.320         | € 5.133              | € 1,55 |
| 10             | 4.100         | € 5.822              | € 1,42 | 4.150         | € 5.848              | € 1,41 |
| 12             | 4.920         | € 6.593              | € 1,34 | 4.980         | € 6.922              | € 1,39 |
| 14             | 5.740         | € 7.347              | € 1,28 | 5.810         | € 7.703              | € 1,33 |
| 16             | 6560          | € 8.069              | € 1,23 | 6.640         | € 8.799              | € 1,33 |

## 6 Is mijn dak geschikt?

De meeste daken van woonhuizen in Nederland zijn geschikt voor zonnepanelen. De uiteindelijke opbrengst van een dak-gebonden zonne-installatie hangt af van de volgende 4 factoren:

1. Effectieve oppervlakte. Zonnepanelen hebben een rechthoekige vorm en passen dus niet in alle hoeken en gaten van een dak. Schuine kanten, kiepramen, ventilatiepijpen, dakkapellen etc. limiteren de totale oppervlakte waar panelen geplaatst kunnen worden. Met een legplan zal het zonnepaneel bedrijf het uiteindelijke aantal panelen op uw dak bepalen.
2. **Oriëntatie** van het dak. Een **schuin dak** op het zuiden, oosten of westen vangt meer zon op dan een dak op het noorden. Een dak op het zuiden geeft veelal een piek aan energieopwekking rond het middaguur, terwijl een oost of west oriëntatie een (lagere) piek levert in de ochtend respectievelijk avondzon. Bij een **plat dak** is de oriëntatie minder belangrijk omdat de panelen nog alle kanten op gericht kunnen worden. Vaak staan ze allemaal met het “gezicht” naar het zuiden. Dan vangen ze de meeste zon, maar er zit ook een nadeel aan: omdat de panelen zelf schaduw op het dak werpen, passen er minder panelen op uw dak. Daarom wordt steeds vaker gekozen voor een oost-west-

opstelling: de panelen staan dan als een soort dakje tegen elkaar aan. De panelen leveren een minder hoger piekopbrengst midden op de dag en wekken gemiddeld genomen iets meer energie op dat een zuid opstelling. Dit komt omdat deze installaties profiteren van de ochtend en avondzon. Meer informatie over de dak opstelling is te vinden in paragraaf 9.3.

3. **Helling.** Nederland ligt op het noordelijk halfrond. Daarom is de invalshoek van de zon groot. Hoe groter de invalshoek hoe minder licht op de panelen valt. In Nederland geeft een dak met een invalshoek van tussen de 30 en 40 graden het hoogste rendement. Plattere of steilere daken hoeven echter geen belemmering te zijn voor een goed renderende zonne-installatie. Een plat dak is ook geen limitatie. Via het montagesysteem kunnen de panelen onder een bepaalde hoek gemonteerd worden.
4. **Schaduwpatroon.** Een boom naast het huis of een dakkapel of schoorsteen die een schaduw werpt op het dak kan gevolgen hebben op de energieopwekking en eventuele configuratie van de installatie. We zullen hier in paragraaf 9.4 op terugkomen.

## 7 Wat kost het?



Investeren in zonnepanelen is een slim idee. Volgens Milieu Centraal is de winst vergelijkbaar met een rente van zo'n 4-5% op een spaarrekening. Hierbij is al rekening gehouden met mogelijke stijging van de elektriciteitsprijs en met de afbouw van de huidige salderingsregeling. De winst zit ten eerste in het gebruik van de opgewekte energie, immers deze hoeft niet van een energieleverancier gekocht te worden.

Zeker in de zomer zal er meer elektriciteit geproduceerd worden dan dat uzelf consumeert. Deze overtollige elektriciteit wordt aan het elektriciteitsnetwerk teruggeleverd. Hiervoor ontvang u een

vergoeding van uw energieleverancier.

Natuurlijk moet er eerst een investering gedaan worden in de installatie. De overheid heeft bepaald dat vanaf 1 januari het 0% BTW tarief geldt voor zonnepanelen. De hoogte van de investering in zonnepanelen hangt af van de volgende zaken:

1. Hoeveelheid geplaatste panelen en dit is weer afhankelijk van de grootte van het dak en het huidige energieverbruik. De totale energieopwekking moet immers wel in verhouding staan met het huidige of toekomstige verwachte verbruik.
2. Of het een schuin of een plat dak is. In het geval van een schuin dak is er ook een keuze tussen een zogenaamd op- of in-dak realisatie. De in-dak systemen zijn duurder dan de op-dak systemen. De collectieve actie gaat uit van op-dak systemen.
3. De oriëntatie en locatie van het dak en of gedeelten van de installatie last hebben van schaduwvorming door bijvoorbeeld bouwkundige obstakels, bomen of nabijgelegen bebouwing.

Om een idee te geven van de investeringen, hierbij een indicatie van een op-dak systeem:

| <b>Aantal<br/>Panelen<br/>@ 410 Wp</b> | <b>Totaal<br/>vermogen<br/>[Wp]</b> | <b>Totaal prijs<br/>ex BTW</b> | <b>Totaalprijs<br/>ex.BTW per<br/>Wp</b> |
|----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| <b>6</b>                               | 2.460                               | € 4.354                        | € 1,77                                   |
| <b>10</b>                              | 4.100                               | € 5.945                        | € 1,45                                   |
| <b>14</b>                              | 5.740                               | € 7.692                        | € 1,34                                   |

Om vergelijking tussen installaties en leveranciers transparant en gemakkelijk te maken, worden de prijzen van zonnepaneelinstallatie altijd teruggerekend naar “Euro per Vermogenseenheid” uitgedrukt in Watt Piek of Wp.

Net als een lamp heeft een zonnepaneel een bepaald afgegeven vermogen. Dit vermogen is afhankelijk van de hoeveelheid zonlicht dat op het paneel valt. Bij veel zonlicht is het afgegeven vermogen groot. Vergelijk dit maar met een dimmer van een lamp. Met de dimmer kan de lamp harder en zachter gezet worden. Als de dimmer helemaal aan staat geeft de lamp maximaal licht en zal deze op zijn maximaal opgegeven vermogen branden. Dit is hetzelfde bij een zonnepaneel. Het theoretische maximumvermogen van een zonnepaneel wordt het piekvermogen genoemd en aangegeven met de eenheid Wp.

Een modern zonnepaneel heeft een piek vermogen van minimaal 400 Wp. In de collectieve actie wordt gewerkt met panelen tussen de 415 en 410 Wp. Dit wil zeggen dat bij maximale inschijning op het paneel, gedurende een uur 410-415 Wh (Wattuur) elektriciteit geproduceerd wordt. Het totale maximale vermogen van *een installatie* is het totaal aantal panelen vermenigvuldigd met het maximale vermogen per paneel.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de prijs per Wp lager wordt bij een hoger aantal panelen in de installatie. Dit is logisch omdat een aantal vaste kosten van de installatie niet schalen met het aantal panelen. Denk hierbij aan bijvoorbeeld voorrijkosten, voorbereidingskosten en veiligheidskosten. Zodoende zullen deze vaste kosten zwaarder meewegen in de totale prijs bij een kleiner vermogen.

## 8 Wat levert het op?

### 8.1 Opbrengst, terugverdientijd en rendement

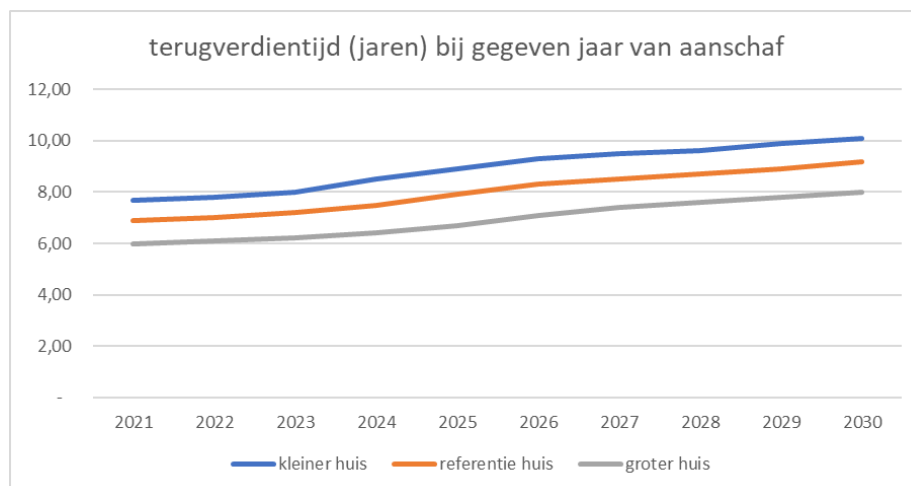
De kosten geeft u één keer uit, maar de besparing keert elk jaar terug. Elke kilowattuur (kWh) elektriciteit die u zelf opwekt met gratis zonlicht, hoeft u tenslotte niet te kopen van het energiebedrijf. En de stroom die u niet meteen verbruikt, levert u, tegen een vergoeding, aan het elektriciteitsnet. Tot 2025 krijg u daar – dankzij de **salderingsregeling** – net zoveel geld voor als dat u betaalt voor de stroom die u afneemt van het energiebedrijf.

De salderingsregeling wordt na 2025 afgebouwd. TNO heeft in opdracht van het ministerie van economische zaken een model ontwikkeld waarin de terugverdientijden van zonnepaneel installaties berekend wordt. Deze is afhankelijk van een groot aantal parameters zoals prijsstijgingen elektriciteit, eigenverbruik versus productie door de installatie, afbouw salderingsregeling, ontwikkelingen van energiebelastingen en heffingen etc etc. Al deze zaken worden meegenomen in het model. Verder gaan ze uit van een referentie/doorsnee huis, een kleiner huis en een groter huis, zoals hieronder gedefinieerd.



|                        | Grootte van de<br>zonnepaneel<br>installatie [Wp] | Eigen Verbruik<br>Elektriciteit [kWh] |
|------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Groter huis</b>     | 5400                                              | 5000                                  |
| <b>Referentie huis</b> | 3000                                              | 3000                                  |
| <b>Kleiner huis</b>    | 1800                                              | 3000                                  |

Uit het model volgen de terugverdientijden als functie van het jaar van aanschaf van de installatie. Hier is duidelijk te zien dat de terugverdientijd toeneemt naarmate de aanschaf verder in de toekomst wordt gedaan, immers u zal minder profiteren van de salderingsregeling.



Uit dit model volgt ook een besparing over de levensduur van de installatie van 25 jaar. Voor een installatie voor een referentiehuis die in 2021 is aangeschaft is de totale besparing over 25 jaar zo'n €9700. Investering was €3700. Als u deze €3700 op een spaarrekening laat staan dan moet deze 4% rente geven wil u over 25 jaar een saldo hebben van €9700.

In juni 2022 heeft TNO de modellen nogmaals doorgerekend met laatste inzichten in investeringen, elektriciteitsprijzen en afbouw van salderingsregeling. Conclusie is dat terugverdiëntijden van installaties aangeschaft in 2022 zo'n 5 jaar zijn en deze tijden lopen op naar 7 jaren voor installaties die aangeschaft worden in 2027.

## 8.2 CO<sub>2</sub>-winst zonnepanelen

Zonnepanelen leveren niet alleen geld op, maar besparen ook CO<sub>2</sub>-uitstoot. Hierdoor verkleint uw CO<sub>2</sub> footprint. Grijze stroom van het net heeft 475 gram CO<sub>2</sub>-uitstoot per kWh. Met een set van 10 zonnepanelen voorkomt u 1.200 kg CO<sub>2</sub> per jaar. Dat is net zoveel als de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het elektriciteitsverbruik van een gemiddeld huishouden in een heel jaar.



## 9 Hoe werkt het?

Zoals schematisch aangegeven in onderstaand figuur kan een zonnepaneel installatie in grote lijnen onderverdeeld worden in de zonnepanelen, de omvormers, de meterkast en het montagesysteem.

De panelen wekken een gelijkstroom op. De omvormer zorgt ervoor dat de gelijkstroom van de installatie naar 220V wisselstroom wordt omgezet, waarna de elektriciteit gebruikt kan worden door de huishoudelijke apparaten of teruggeleverd kan worden aan het elektriciteitsnet.

De wisselstroom uit de omvormer moet vervolgens aangesloten worden op de meterkast. Bij sterk



verouderde meterkasten zal deze eerst gemoderniseerd moeten worden voordat de aansluiting gemaakt kan worden. De oude zwarte draaimeter moet vervangen worden door een digitale meter, om zodoende nauwkeurig bij te kunnen houden hoeveel elektriciteit wordt teruggeleverd aan het elektriciteitsnetwerk.

In de volgende paragrafen zal wat dieper ingaan worden op de afzonderlijke onderdelen van de installatie, en ook de verschillende configuraties van een zonnepanelen systeem.

### 9.1 De zonnepanelen

De zonnepanelen zetten zonlicht om in een elektrische stroom. Dit is een zogenaamde **gelijkstroom**. De panelen kunnen zowel op schuine als platte daken worden gemonteerd. Ze komen voor in een zwarte variant (mono kristallijne of kortweg mono zonnepanelen) en een meer blauwe variant (polykristallijne of poly zonnepanelen).



De mono panelen hebben afgeronde hoeken waardoor er kleine witte ruitjes tussen de cellen te zien zijn. Dit is eigenlijk de folie aan de achterkant van het paneel of wel de zogenaamde *backsheet*. Mono panelen zijn over het algemeen iets duurder dan poly panelen. Daar tegenover staat dat de vermogens van de mono panelen hoger is en u dus minder panelen nodig heeft voor eenzelfde totaal vermogen. Daarnaast is het goed om te weten dat de poly panelen langzaam uitfaseren. Omdat de levensduur van een zonnepanelen minimaal 25 jaar is, is het sterk aan te raden om de laatste stand van de techniek toe te passen en dus voor mono panelen te kiezen.

Mono panelen hebben vaak, voor een nog gelijkmatiger beeld en minder reflectie, een zwart gespoten frame. Als daarnaast ook de backsheet zwart is, u ziet dan geen witte ruitjes meer tussen de cellen, spreken we van een 'all black' of 'full black' zonnepaneel. Volgens sommigen esthetisch de mooiste oplossing. Echter volledig zwart is niet optimaal voor de opbrengst. Het maakt de panelen namelijk warmer en dit remt de stroomproductie weer een beetje. In de collectieve actie wordt uitsluitend met mono full black panelen gewerkt.

Naast de 60 cel panelen worden grotere panelen met bijvoorbeeld 72-cels zonnepanelen steeds populairder. Zowel de SunPower als de Trina Solar panelen in deze actie zijn 72 cel zonnepanelen. De Trina Solar panelen zijn wel groter dan de SunPower panelen.

## 9.2 De Omvormers

De omvormers in een zonnepanelen installatie hebben tot taak om de gelijkspanning en stroom die door de panelen wordt gegenereerd om te zetten naar een wisselspanning van 230Volt waarop de huishoudelijke apparaten kunnen werken en die teruggeleverd kan worden aan het elektriciteitsnetwerk. Later zullen we zien dat er verschillende soorten omvormers zijn afhankelijk van de gekozen configuratie van het zonnepanelen systeem (paragraaf 9.4).



Centrale omvormers worden meestal dicht bij de meterkast geplaatst. Er treedt namelijk altijd wat stroomverlies op wanneer de elektriciteit door de kabels wordt getransporteerd naar de meterkast. Dit verlies is groter bij wisselstroom dan bij gelijkstroom, waardoor het gunstig is als de omvormer dicht bij de meterkast hangt. De wisselstroom hoeft dan nog maar een kleine afstand af te leggen naar de meterkast, waardoor er weinig stroomverlies kan optreden. Wanneer de omvormer een capaciteit heeft die hoger ligt dan 600 Watt, heeft de omvormer een eigen groep nodig in de meterkast.

## 9.3 Montagesystemen en dak opstellingen

Het type dak bepaald voor een belangrijk deel de keuze van de zonne-installatie en het uiteindelijke rendement. In het geval van een schuin dak wordt de hellingshoek en de oriëntatie van de zonnepanelen bepaald door de hellingshoek en de oriëntatie van het dak. Hierdoor zal de plaatsing van de zonnepanelen niet in alle gevallen optimaal zijn. In Nederland zijn zonnepanelen het meest rendabel als deze geplaatst worden in een hellingshoek van 30° tot 40°.

### 9.3.1 Schuin dak

Op een schuin dak is er de keuze tussen een zogenaamde op-dak en in-dak systeem. In de collectieve actie worden alleen op-dak systemen aangeboden.



1 Op-dak (links) en in-dak (rechts) zonnepaneelsystemen

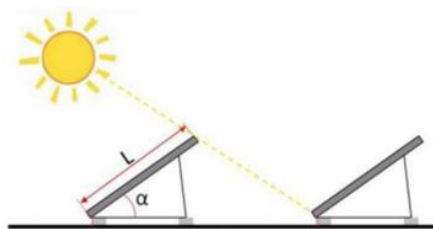
Sommige mensen vinden in-dak systemen esthetisch mooier. Let wel dat in-dak systemen een aantal nadelen hebben. Ten eerste kan door de geringe ventilatie achter de zonnepanelen de temperatuur van de panelen flink oplopen. Dit heeft negatieve gevolgen voor de efficiency van de panelen. Warme panelen wekken minder energie op. Veelal worden in-dak systemen ook uitgevoerd met all-black panelen die van nature ook al warmer worden. Daarnaast zijn de in-dak systemen substantieel duurder. Kortom een duurder systeem dat minder presteert dan een op-dak systeem en zodoende zal er rekening gehouden moeten worden met een wat langere terugverdientijd van dit type installatie.

### 9.3.2 Plat dak

Als u over een plat dak beschikt, dan worden de zonnepanelen geplaatst in een frame. Dit heeft als voordeel dat de zonnepanelen veelal in een ideale hellingshoek en oriëntatie ten opzichte van de zon geplaatst kunnen worden, waardoor de opbrengst van de zonnepanelen geoptimaliseerd kan worden.



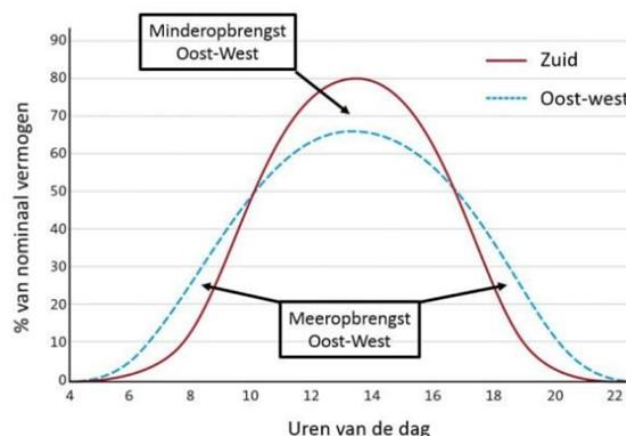
Grofweg zijn er twee plaatsingsvarianten voor een plat dak: een zuid en een oost-west opstelling. In het verleden waren de zuid-opstellingen het meest populair. Immers de panelen vangen maximale zon wanneer de zon in de zomer hoog aan de hemel staat. De laatste jaren wint echter de oost-west opstelling aan populariteit.



De zuid opstelling heeft het nadeel dat er behoorlijk veel ruimte nodig is voor elk paneel. Elke rij panelen heeft namelijk last van de schaduw van zijn voorganger. Zodoende moet er een behoorlijke afstand tussen de rijen gewaarborgd worden.

Dit nadeel heeft de oost-west opstelling niet. Bij een west opstelling kunnen twee rijen recht tegen elkaar aan gezet worden zonder dat er schaduw ontstaat. Zodoende kunnen er in deze opstelling meer panelen per beschikbaar dakoppervlakte geplaatst worden.

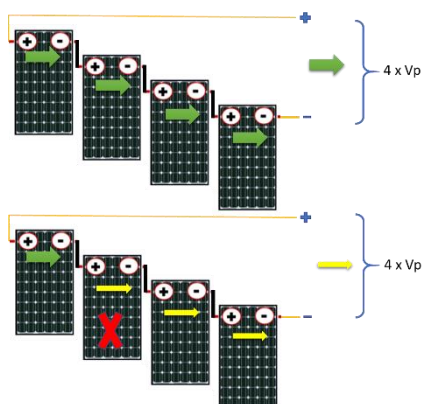
Veel mensen denken dat de opbrengst van een zuid-opstelling hoger zal zijn dan een oost-west opstelling. In praktijk blijkt dit alleszins mee te vallen. Dit komt omdat een oost-west opstelling meer energie opwekt in de ochtend en avondzon. Deze meeropbrengst t.o.v. een zuid opstelling compenseert de lagere energieopwekking op het midden van de dag. Kortom de energieopwekking bij een oost-west opstelling wordt meer gelijkmatig over de dag verspreid.



## 9.4 Verschillende zonnepaneel systeem configuraties

De zonnepanelen kunnen grofweg in twee configuraties geschakeld worden, te weten in een serie- en in een parallelschakeling. De serie-geschakelde installatie wordt ook wel string-geschakelde genoemd.

### 9.4.1 Serie-geschakeld



In een serie geschakeld systeem zitten alle panelen in serie (in een rijtje) achter elkaar. Op deze manier is er weinig kabel nodig om de panelen met elkaar te verbinden. De uitgang van een paneel wordt met de ingang van het volgende paneel verbonden.

Als één paneel in een serie geschakeld systeem hapert of zelfs uitvalt dan zal het totale systeem haperen c.q. uitvallen. Vergelijk het met een string kerstboomlampjes. Draai 1 lampje los en alle lampjes gaan uit.

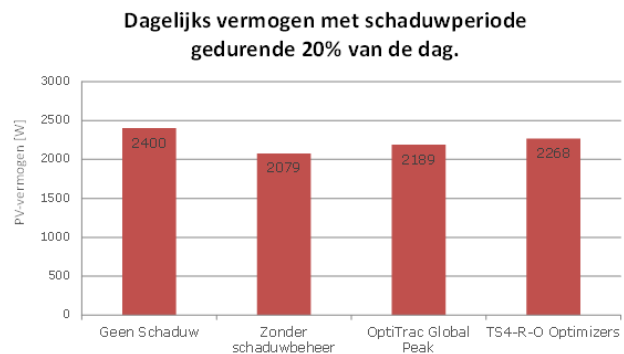
| Serie of String configuraties                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Voordelen                                                                                                                                                        | Nadelen                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Goedkoper</li><li>✓ Efficiënter</li><li>✓ Veel keus</li><li>✓ Makkelijk vervangbaar</li><li>✓ Bewezen techniek</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>✗ Voltages zijn hoger</li><li>✗ Per paneel geen statistiek</li><li>✗ Kans op schaduwwerking</li><li>✗ Omvormer kan lawaai maken</li><li>✗ Installaties moeilijker uitbreidbaar</li></ul> |



Schaduw op één van de panelen kan dus het totale systeem negatief beïnvloeden. Moderne omvormers kennen echter een aantal methoden om negatieve gevolgen van schaduwwerking te beperken. Ten eerste zijn omvormers uitgerust met meerdere ingangen. Zodoende hoeven niet alle panelen in serie geschakeld te worden maar kan de totale installatie in een aantal series verdeeld worden. Schaduw op één van de panelen zal zodoende maar één serie negatief beïnvloeden en niet de gehele installatie. Het verloop van de beschaduwing over de dag is zodoende een belangrijk onderdeel van het ontwerp van de installatie.

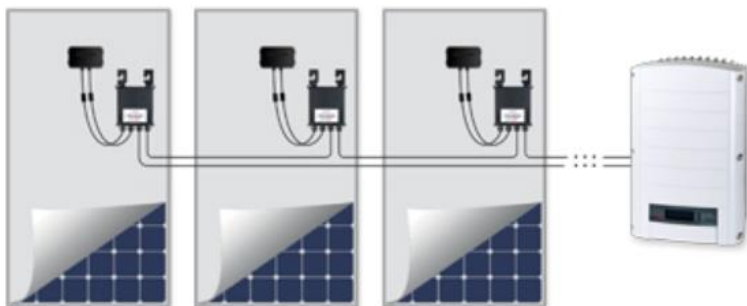
Ook zijn moderne omvormers uitgerust met regel algoritmen die het optimale vermogen uit de installatie kunnen halen ondanks schaduw op een aantal panelen. Bij SMA heet dit bijvoorbeeld ShadeFix of Optitrac Global Peak. Op YouTube is een leuke animatie te vinden over de werking van dit systeem via de volgende link: [https://www.youtube.com/watch?v=JuV\\_s7CoaUQ](https://www.youtube.com/watch?v=JuV_s7CoaUQ)

Naast deze regeling in de centrale omvormer kunnen ook zogenaamde Power Optimizers per paneel toegepast worden, waardoor het effect van schaduw in een serie geschakeld systeem nog verder beperkt kan worden. Simulaties van schaduw effecten op de totale dagopbrengsten laten zien dat in veel gevallen een serie systeem met moderne omvormer met anti-schaduw regelingen voldoende efficiency levert. In de grafiek hiernaast is een dagopbrengst van een SMA-systeem. Het verschil tussen een omvormer met ShadeFix/OptiTrac en een systeem met Power Optimizers is minimaal.



Tot slot zijn er, naast de serie systemen ook de zogenaamde parallel systemen. In zo'n systeem zijn alle panelen uitgerust met een zogenaamde micro-omvormer en in parallel geschakeld. Na de serie configuratie met centrale omvormer en de serie configuratie met centrale omvormer én Power Optimizers zijn dit verre weg de duurste systemen. In de volgende paragrafen worden de Power Optimizers en de Micro Omvormers nader toegelicht. De parallelle systemen met Micro Omvormers zijn geen onderdeel van de collectieve inkoop.

#### 9.4.2 Serie-geschakeld met power optimizers



In een systeem met Power Optimizers worden de panelen ook serie geschakeld naar een centrale omvormer. Echter elk paneel wordt tevens uitgerust met een Power Optimizer. Deze slimme kastjes geven informatie door over de werking van ieder afzonderlijk zonnepaneel. Hierbij wordt

erfor gezorgd dat een slechte prestatie van het ene paneel niet de rest van de installatie beïnvloed.

Tevens beveiligen de Optimizers de zonnepanelen door ze automatisch uit te schakelen bij hoge temperaturen of beschadigde kabels. Net als bij gangbare installaties worden de Power Optimizers via de gelijkstroomkabels (DC-bekabeling) met elkaar verbonden en op de centrale omvormer aangesloten.

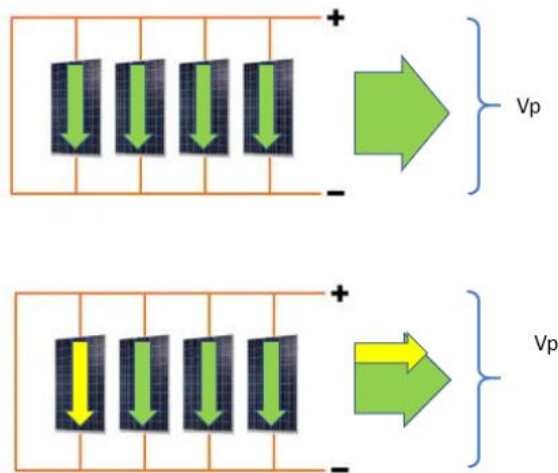
Via een monitoringsysteem kan online de prestatie van elk afzonderlijk paneel worden uitgelezen. De toepassing van Power Optimizers is geheel afhankelijk van de situatie. Als u geen tijdelijke schaduwobjecten heeft en de zonnepanelen liggen allemaal in dezelfde richting, dan zal de meeropbrengst met Power Optimizers beperkt zijn. U zult dan een paar procentjes meer opbrengst kunnen hebben. Uit praktijk blijkt ook dat Power Optimizers storingsgevoelig zijn.

| Power Optimizers                |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| Voordelen                       | Nadelen                      |
| ✓ Flexibel inzetbaar            | ✗ Kost meer                  |
| ✓ Maximale opbrengst per paneel | ✗ Beperkte keus leveranciers |
| ✓ Makkelijk uitbreidbaar        | ✗ Storingsgevoelig           |
| ✓ Statistieken per paneel       |                              |

Laat u daarom goed voorlichten en adviseren of een power optimizer de juiste keuze is voor uw installatie

Als er sprake is van meerdere legrichtingen en/of tijdelijke schaduw, dan kunnen Power Optimizers heel nuttig zijn. Hoeveel ze extra opbrengen is in het geheel afhankelijk van de situatie. Een goede installateur kan dat voorrekenen.

### 9.4.3 Parallel-geschakeld met micro-omvormers



In een parallel systeem worden panelen naast elkaar geschakeld. Alle ingangen en alle uitgangen van de panelen zijn met elkaar verbonden. Het grote voordeel van een parallel geschakeld systeem is dat wanneer 1 paneel bijvoorbeeld maar 50% functioneert vanwege schaduw of een technische fout de andere componenten nog wel 100% stroom blijven leveren en niet het hele systeem op 50% gaat draaien.

Een parallel systeem kan geïmplementeerd worden middels toepassing van micro omvormers. De naam zegt het eigenlijk al. Achter elk zonnepaneel wordt een kleine omvormer geplaatst. Deze zet de

gelijkstroom per paneel direct om in 230V-50Hz wisselstroom. In tegenstelling tot gangbare zonnepaneleninstallaties gaat er dus een wisselstroom tussen de zonnepanelen in plaats van een gelijkstroom. Het zorgt ervoor dat een slechte prestatie van het ene paneel de rest van de installatie niet negatief beïnvloedt. In Amerika is dit erg populair mede omdat wisselstroom minder brandgevaar geeft. Huizen zijn daar vaak van hout gemaakt. In Nederland hebben wij niet van die ontvlambare daken.

**NB: Deze parallel configuratie met micro omvormers is geen onderdeel van de collectieve actie.**

| Micro Omvormers                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Voordelen                                                                                                                                                                                                            | Nadelen                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Max rendement per paneel</li> <li>✓ Makkelijk uit te breiden</li> <li>✓ Geen omvormer in huis</li> <li>✓ Statistieken per paneel</li> <li>✓ Uitgebreide garantie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Duur</li> <li>✗ Beperkte keus leveranciers</li> <li>✗ Reparaties zijn moeilijker</li> </ul> |

---

*Einde*

---