

mbo

PV-installaties

 **Kenteq**

Inhoudsopgave

1	PV-installaties	5
1.1	PV-installaties	6
1.2	Duurzaamheid van PV-panelen	12
1.3	Financiële aspecten	15
1.4	Intake en opname	17
1.5	Gebruik en onderhoud	26
1.6	Samenvatting	29
1.7	Antwoorden	30
1.8	Vragen PV-installaties	31

INZEBER



INHOUDSOPGAVE

1 PV-installaties

Inleiding

In het Klimaatakkoord is vastgelegd dat Nederland in 2030 49% minder CO₂ moet uitstoten dan in 1990. Eén van de manieren om dit te bereiken is door steeds meer duurzame energiebronnen te gebruiken voor het opwekken van elektriciteit.

Zonnestroom wordt hierbij steeds belangrijker. Voor het opwekken van zonnestroom heb je een PV-installatie nodig. De componenten van zo'n installatie (PV-panelen, omvormer) worden steeds goedkoper en leveren steeds meer energie. In landen met veel zonuren is zonnestroom inmiddels goedkoper op te wekken dan stroom die is opgewekt met fossiele brandstoffen.



Aanleggen van een PV-installatie

Ook in Nederland willen steeds meer mensen PV-panelen (zonnepanelen), omdat het een duurzame investering is die ook nog eens goed is voor je portemonnee. Maar welk advies geef je een klant die PV-panelen wil? Daarvoor heb je kennis nodig over PV-installaties.

Leerdoelen

Je kunt:

- uitleggen hoe een PV-installatie werkt
- de belangrijkste voor- en nadelen van zonnestroom noemen
- de financiële aspecten van een PV-installatie benoemen
- een PV-installatie ontwerpen op basis van een klantvraag en -situatie
- de juiste keuzes maken voor de uitvoering van een PV-installatie.

1.1 PV-installaties

Hoeveel zonnestroom een PV-installatie opwekt, hangt (onder andere) af van de uitvoering.

Een PV-installatie bestaat uit de volgende componenten:

- PV-panelen (of 'zonnepanelen')
- de draagconstructie voor de bevestiging van de panelen
- een omvormer
- leidingen en connectoren.



Uitvoering PV-installatie bepalen

Alle componenten moeten op de juiste manier met elkaar worden verbonden. Alleen dan krijg je een werkende PV-installatie.

PV-panelen

PV-panelen zijn platte platen die op het dak worden gemonteerd.

PV is de afkorting van de Engelse term 'PhotoVoltaic'. PV-panelen bestaan uit fofovoltaïsche cellen, die zonlicht omzetten in elektriciteit.

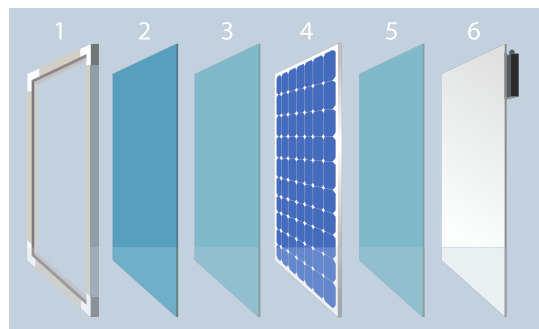


PV-paneel

Opbouw

De opbouw van een PV-paneel is als volgt:

1. Aluminium frame
2. Glas
3. EVA-beschermlaag
4. PV-cellen
5. EVA-beschermlaag
6. Tedlar achterzijde



Opbouw PV-paneel

1. Aluminium frame

Het frame wordt gemaakt van aluminium profielen die in de vorm van een raam worden gemonteerd. Het frame zorgt ervoor dat het paneel niet kan doorbuigen en beschermt de randen van de glasplaat en de onderliggende EVA-beschermlaag. Met het frame kan het paneel worden vastgezet aan het draagsysteem. Een standaardmaat voor panelen op een frame is:

$$L \times B \times D = 1 \text{ m} \times 1,65 \text{ m} \times 30 \text{ mm.}$$

2. Glas

Het glas maakt het paneel aan de bovenzijde waterdicht, sterk en stijf, en voorkomt elektrocutiegevaar. Vloeibare siliconen (of siliconentape) om het glas heen zorgen ervoor dat er geen water in het frame kan binnendringen.

3. EVA-beschermlaag

EVA-folie (ethyleenvinylacetaat) is een beschermende, lichtdoorlatende folie die de PV-cellen afdekt. Het folie biedt bescherming tegen veroudering, water en warmte.

4. PV-cellen

De PV-cellen zijn in een paneel verbonden tot een schakeling.

5. EVA-beschermlaag

6. Tedlar achterzijde

De kunststof plaat aan de achterzijde van het PV-paneel is gemaakt van Tedlar, de naam voor polyvinylfluoride. Het biedt mechanische bescherming aan de achterzijde van de PV-cellen, beschermt tegen weersinvloeden en zorgt voor elektrische isolatie.

Soorten PV-panelen

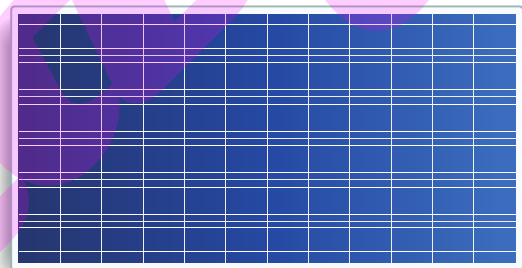
Er zijn twee soorten PV-panelen:

- Polykristallijn
- Monokristallijn.

Polykristallijne PV-panelen herken je aan de blauwe PV-cellen. Deze panelen hebben een lager rendement dan monokristallijne panelen.

Daarom worden ze vooral gebruikt bij grote projecten, waarbij oppervlakte geen grote rol speelt.

Veel mensen willen geen polykristallijne PV-panelen op hun dak, omdat de blauwe panelen meer opvallen dan monokristallijne (zwarte) panelen.

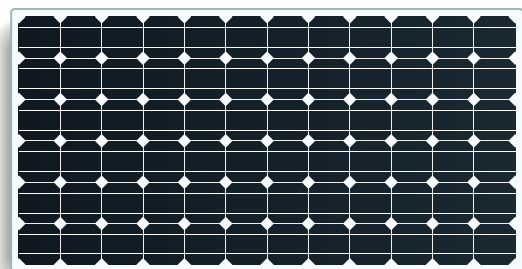


Polykristallijn PV-paneel

Monokristallijn

Monokristallijne PV-panelen hebben zwarte PV-cellen. Deze panelen hebben een hoger rendement dan polykristallijne panelen, maar ze zijn duurder.

Vanwege de zwarte kleur en de hogere opbrengst worden ze vooral gebruikt bij huisinstallaties.



Monokristallijn PV-paneel

Omvormer

Om de gelijkspanning van de PV-panelen te kunnen gebruiken, is een omvormer nodig. De omvormer (of *inverter*) zet de gelijkspanning om in een wisselspanning, die kan worden aangeboden op het elektriciteitsnet.

Eénfase omvormer

Een éénfase (1~)-omvormer heeft een beperkt vermogen. Deze omvormers worden bijvoorbeeld gebruikt in woningen waarbij wordt ingevoerd op één fase van het lichtnet. De omvormer wordt zo dicht mogelijk bij de panelen binnen een gebouw geplaatst.



1~-omvormer

Driefasen omvormer

Als de schakel- en verdeelinrichting van het gebouw een driefasen (3~)-aansluiting heeft op het lichtnet, kies je voor een driefasen (3~)-omvormer. Zo'n omvormer kan energie leveren in elk van de drie fasen van het lichtnet.



3~-centrale omvormer

Micro-omvormer

Een micro-omvormer is een kleine omvormer die gemonteerd wordt op of bij elk afzonderlijk PV-paneel, of op of bij een afzonderlijke groep PV-panelen. Wordt ook wel een 'decentrale omvormer' genoemd.



Micro-omvormer

Soorten systemen

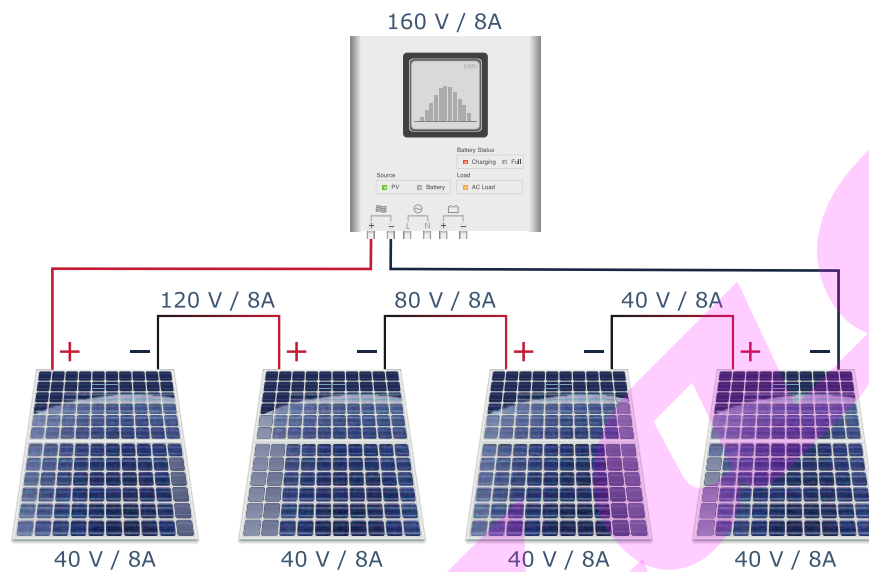
Er zijn drie soorten (aan het lichtnet gekoppelde) PV-systemen:

- serieschakeling
- serieschakeling met *optimizers*
- parallel geschakeld.

Elk systeem heeft zijn eigen voor- en nadelen.

Serieschakeling

Bij een serieschakeling worden de PV-panelen in serie in strengen (of *strings*) aan elkaar gekoppeld achter de omvormer. Vanwege de nadelen wordt dit systeem niet veel meer geadviseerd. In de praktijk kom je nog wel veel oudere strengsystemen tegen.



PV-panelen in serie geschakeld

➤ Voordelen:

- Eenvoudig systeem, relatief snel te installeren.
- Goedkoop door lage installatiekosten.

➤ Nadelen:

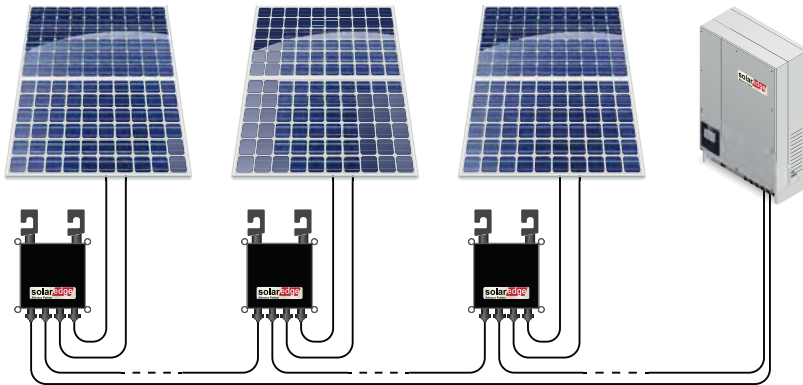
- *Single Point of Failure:*
 - als één paneel minder vermogen levert, levert de hele streng minder vermogen
 - als één paneel uitvalt, valt het hele systeem uit
 - daardoor niet geschikt voor daken met schaduwwerking.
- Je kunt alleen de hele installatie monitoren, dus niet de individuele PV-panelen.
- De installatie staat altijd onder hoogspanning.

Serieschakeling met optimizers

Vanwege de nadelen van de 'gewone' serieschakeling wordt er tegenwoordig vaak gekozen voor een serieschakeling met optimizers. Hierbij zijn de panelen ook in serie geschakeld, maar elk paneel heeft een eigen optimizer. De optimizer wordt achterop het paneel geschroefd.

Een optimizer is een elektronisch apparaat dat de spanning van het PV-paneel verlaagt als het vermogen van het PV-paneel daalt ten opzichte van de andere panelen.

Daardoor kan er door de hele streng toch stroom blijven lopen en heeft (bijvoorbeeld) schaduw of vuil op een paneel geen effect op het hele systeem.



Serieschakeling met optimizers

> Voordelen:

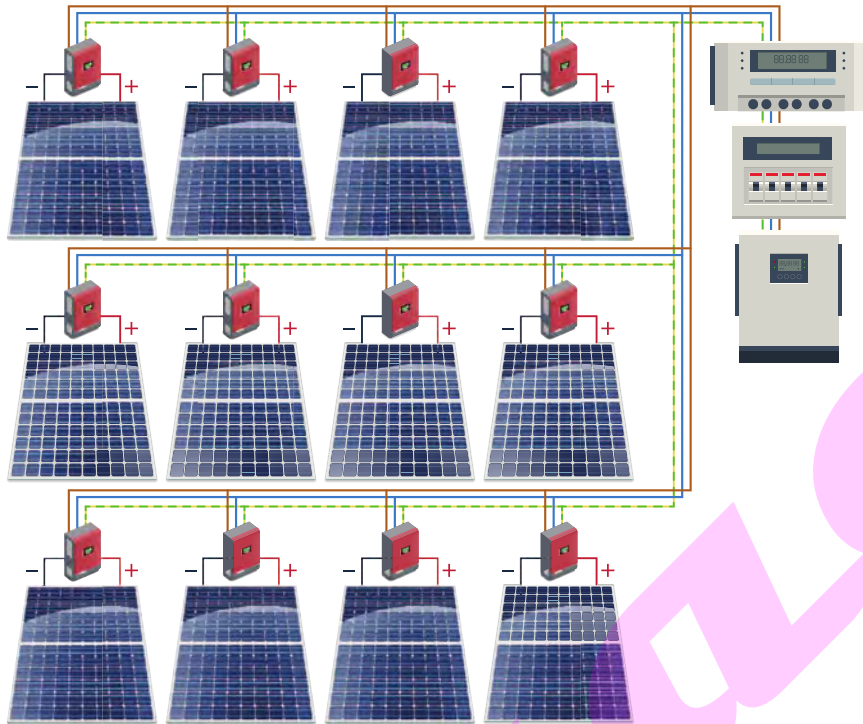
- Geschikt voor daken met schaduwwerking en verschillende oriëntatie van de panelen.
- Alle PV-panelen geven hun maximale rendement.
- Hogere opbrengst dan de 'gewone' serieschakeling.
- Je kunt de prestaties van elk PV-paneel afzonderlijk monitoren.
- Bij defecten of problemen zie je snel welk paneel dit veroorzaakt.
- Veiliger om aan te werken, losgekoppelde optimizers leveren een lage spanning.

> Nadelen:

- Complexer systeem, lastiger ontwerp.
- Duurder, meer componenten nodig, hogere installatiekosten.
- De optimizers gebruiken zelf een beetje energie, dit gaat ten koste van de opbrengst.

Parallelschakeling

Bij een parallel geschakeld systeem wordt er een micro-omvormer (of *micro inverter*) aangesloten op elk PV-paneel. De micro-omvormer zet de gelijkspanning van het PV-paneel direct om in wisselspanning, je hebt dus geen centrale omvormer nodig. Alle micro-omvormers zijn parallel geschakeld, de spanning blijft dus gelijk. Hoe meer micro-omvormers je aansluit, hoe hoger de stroom die het systeem levert.



Parallel geschakeld systeem

> Voordelen:

- Geschikt voor daken met schaduwwerking en verschillende oriëntatie van de panelen.
- Alle PV-panelen geven hun maximale rendement.
- Hogere opbrengst dan systeem met optimizers.
- Je kunt de prestaties van elk PV-paneel afzonderlijk monitoren.
- Bij defecten of problemen zie je snel welk paneel dit veroorzaakt.
- Geen kabels met hoge gelijkspanning op het dak.
- Systeem is direct beveiligd via de installatie in de meterkast.
- Eenvoudig uit te breiden met meer panelen en micro-omvormers.
- Geen grote centrale omvormer nodig (plaatsing).

> Nadelen:

- Meest complexe en dure systeem.
- Omvormers met (kwetsbare) elektronica op het dak.

?

1. Noem drie soorten omvormers.

1.

2.

3.

- ? 2. Welk PV-systeem heeft de hoogste energie-opbrengst en het hoogste rendement?
- Parallelschakeling met micro-omvormers
 - Serieschakeling
 - Serieschakeling met optimizers

1.2 Duurzaamheid van PV-panelen

Je kunt de zon zien als een gigantische, onuitputtelijke energiecentrale met een vermogen van 50 miljoen GW (dat is 50.000.000.000.000.000 W!). De zon levert zoveel energie dat ze het jaarlijks energieverbruik van de hele aarde 1500 keer kan afdekken. Deze energie van de zon noem je zonne-energie.

Wij mensen hebben ontdekt hoe we gebruik kunnen maken van zonne-energie. Bijvoorbeeld door stroom op te wekken met een PV-installatie. Dit noem je zonnestroom. Zonnestroom is duurzaam omdat de zon een schone energiebron is die nooit opraakt. Voor het opwekken van zonnestroom zijn geen fossiele brandstoffen nodig. Er komen dus geen CO₂ en andere schadelijke stoffen in het milieu terecht.



De zon is een onuitputtelijke energiebron

Geldt dat ook voor de duurzaamheid van PV-panelen? Want bij de productie van een PV-paneel komt toch CO₂ vrij? Zijn er geen giftige stoffen in verwerkt? En hoe zit het met de recycling van afgeschreven panelen? Met andere woorden: hoe duurzaam zijn PV-panelen nu echt?

Productie

Voor het maken van PV-cellen is zuiver silicium nodig, dat wordt gemaakt van kwartzand. Het zand gaat eerst in een oven en wordt gezuiverd om er zuiver silicium van te maken.

De energie die daarvoor nodig is, kan duurzaam worden opgewekt. Maar deze wordt meestal nog opgewekt met fossiele brandstoffen. Dan komt er dus CO₂ vrij voor de productie van de PV-panelen.

Grondstoffen

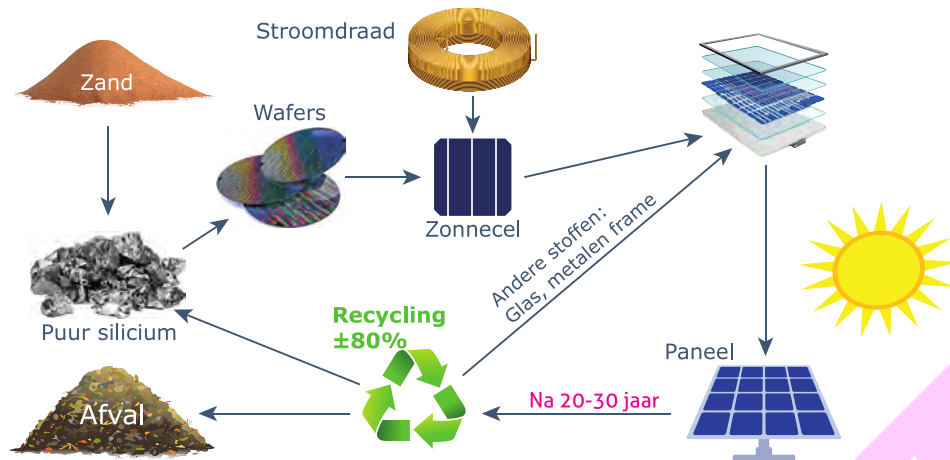
Ongeveer 95% van alle verkochte PV-panelen wordt gemaakt van de goed te recyclen materialen silicium, aluminium, koper en glas. Silicium en glas worden gemaakt van zand, de meest voorkomende grondstof op aarde. Koper en aluminium worden gemaakt van ertsen die in mijnen worden opgegraven. Dat gebeurt soms onder slechte werkomstandigheden.

Er worden ook giftige en minder goed recyclebare materialen gebruikt. Bijvoorbeeld lood voor het solderen van de aansluitingen, en lijm en plastics in de behuizing.

In 1% van alle verkochte PV-panelen zit de giftige stof cadmium. Er wordt veel onderzoek gedaan om deze giftige stoffen te kunnen recyclen, zodat ze niet in het milieu terechtkomen.

Levenscyclus van een PV-paneel

Na 20-30 jaar wordt het paneel voor ongeveer 80% gerecycled. De panelen worden gescheiden in puur silicium, glas, metalen en andere stoffen, er blijft ongeveer 20% aan afvalstoffen over.



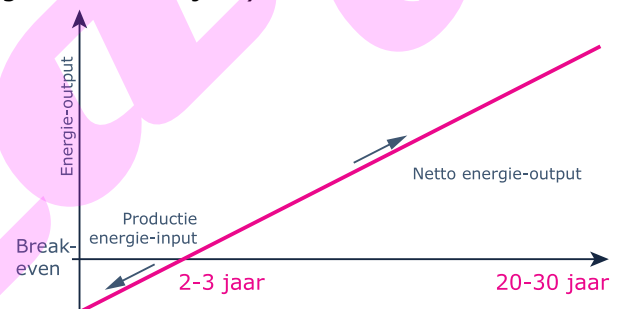
Levenscyclus van een PV-paneel

Terugverdientijd

Als de PV-panelen eenmaal stroom opwekken wordt er juist veel CO₂ bespaard, en dat tijdens de hele levensduur van de panelen (gemiddeld 30 jaar).

Uit onderzoek blijkt dat PV-panelen tijdens hun levensduur gemiddeld vijftien keer zo veel energie opwekken dan het kost om ze te maken en te recyclen.

De terugverdientijd door CO₂-reductie is twee tot drie jaar. Dat betekent dat een PV-paneel de CO₂-uitstoot voor de productie al na twee tot drie jaar heeft gecompenseerd.



De terugverdientijd van PV-panelen door CO₂-reductie is 2 tot 3 jaar

Recyclen

Als een PV-paneel niet meer goed werkt, kun je het weggooien, maar dat is natuurlijk niet duurzaam. Er komen giftige stoffen vrij als het paneel wordt verbrand. Daarom wordt 96% van alle PV-panelen in Nederland gerecycled als ze versleten zijn.

Ongeveer 80% van de materialen in een PV-paneel kan goed gerecycled worden.

Omdat PV-panelen lang mee gaan, is er nog relatief weinig ervaring opgedaan met recycling. Wereldwijd worden er ongeveer 350 miljoen panelen per jaar geïnstalleerd. Dat zorgt voor een enorme afvalstroom als al die panelen over 20 tot 30 jaar afgeschreven worden. Het is dus verstandig om nu alvast oplossingen zoeken voor het recyclen van al die panelen.



Wat doen we met afgedankte PV-panelen?

Afspraken Klimaatakkoord

In 2030 moet 75% van onze totale elektriciteitsvraag opgewekt worden met duurzame en hernieuwbare energiebronnen. De overheid wil daarvan 70% opwekken met windenergie. Daarnaast stimuleert de overheid de productie van zonne-energie.

In 2030 wil ze minstens 35 terawattuur (TWh) aan zonne-energie opwekken met grote zonneprojecten, en nog eens 7 TWh met kleinere projecten.

In het Klimaatakkoord is ook vastgelegd dat er eerst zoveel mogelijk PV-panelen op daken van gebouwen worden gelegd. Daarna mag er pas worden gekeken naar ongebruikte gebieden op de grond, bijvoorbeeld voor zonneparken. Zo wil men voorkomen dat er PV-panelen op landbouw- en natuurgrond worden gelegd terwijl dat niet nodig is.

Zonneparken

Een zonnepark (of 'zonneweide') is een stuk land waarop een grote PV-installatie wordt geplaatst.

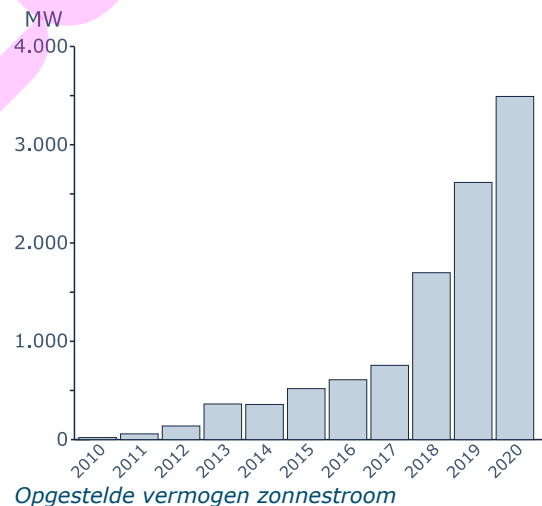
De PV-panelen worden meestal op een stelling geplaatst, ongeveer één meter boven de grond. Ze leveren duurzame stroom aan een omvormer die gekoppeld is aan een transformatorstation. Het transformatorstation levert de opgewekte stroom aan het elektriciteitsnet.



Zonnepark

Groei van zonnestroom

Het werkelijke (opgestelde) vermogen voor het opwekken van zonnestroom neemt elk jaar sterk toe. Dat kun je goed zien als je het opgestelde vermogen van 2019 en 2020 met elkaar vergelijkt. Eind 2020 stond er in Nederland 717 MW aan zonnestroominstallaties opgesteld. Dat was 53% meer ten opzichte van 2019. In 2020 wekten we in Nederland 14% van al onze duurzame energie (stroom en warmte) op met behulp van de zon. Alleen al met zonnestroom werd in 2020 zo'n 4.001.000 ton uitstoot van CO₂ vermeden.



?

3. Klopt deze bewering: 'PV-panelen zijn echt duurzaam'?
Waarom wel/niet?

1.3 Financiële aspecten

Een PV-installatie aanschaffen is niet alleen goed voor het milieu, het is ook financieel aantrekkelijk.

Subsidies en regelingen

De overheid stimuleert het opwekken van duurzame stroom met de volgende subsidies en regelingen:

- Salderingsregeling: stroom die je opwekt maar niet zelf gebruikt, lever je terug aan het elektriciteitsnet. Je krijgt voor elke kWh die je teruglevert dezelfde prijs van de energieleverancier als de prijs die je betaalt voor een kWh (al zit hier wel een maximum aan). Dit noem je 'salderen'.
- Regeling coöperatieve energieopwekking (SCE): als je zelf geen PV-panelen op het dak kunt installeren, kun je samen met anderen deelnemen aan een energiecoöperatie. Bijvoorbeeld voor een zonnepark. Je betaalt dan minder belasting voor de energie die jouw panelen in het zonnepark opwekken.
- Investeringssubsidie (ISDE): je kunt subsidie krijgen als je twee of meer energiebesparende maatregelen neemt in je huis, ook voor een PV-installatie.
- Stimuleringsregeling (SDE): bedrijven en organisaties kunnen subsidie krijgen als ze grote duurzame maatregelen nemen.

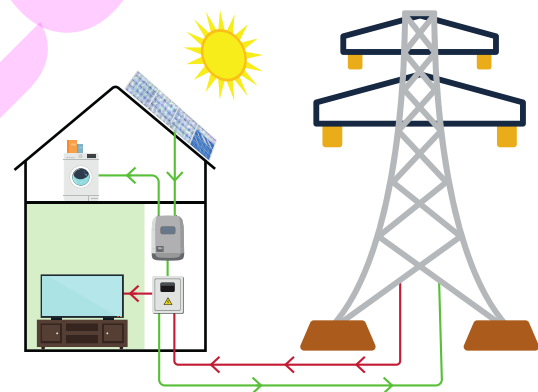
Salderingsregeling

De salderingsregeling is een gunstige financiële regeling. Je krijgt hetzelfde bedrag voor de stroom die je teruglevert als de stroom die je afneemt van het elektriciteitsnet.

Salderingsregeling

Je mag dus de stroom die je (vooral overdag en in de zomer) opwekt wegstrepen (salderen) tegen de stroom die je gebruikt (vooral 's nachts en in de winter).

Daar zit wel een maximum aan: als je meer opwekt dan je verbruikt, krijg je een (lagere) terugvergoeding over de stroom die je 'te veel' hebt opgewekt.



Salderen

Voorbeeld 1

Je wekt minder op dan je verbruikt:

Het jaarverbruik van jouw woning is 2500 kWh. Je levert 1500 kWh terug met je PV-installatie. Dan betaal je voor die 1500 kWh geen leveringskosten. Voor de overige 1000 kWh betaal je het levertarief dat je afsprekt met je energieleverancier. Bijvoorbeeld 0,40 €/kWh. De energieleverancier leest je opbrengst en je verbruik uit met de slimme energiemeter en verrekenst dit op je jaarrekening, je hoeft daar zelf niets voor te doen.

Voorbeeld 2

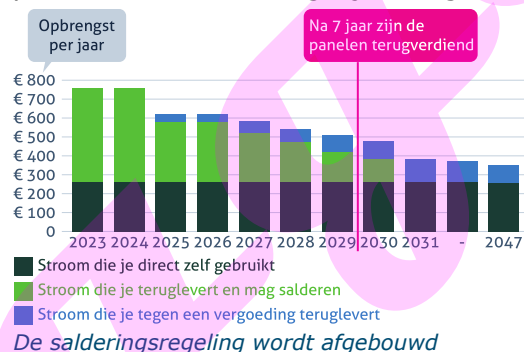
Je wekt meer op dan je verbruikt:

Het jaarverbruik van jouw woning is 2000 kWh en je levert 2500 kWh. Het levertarief dat je afspreekt met je leverancier is 0,40 €/kWh en het teruglevertarief is 0,15 €/kWh. Voor die 2000 kWh betaal je geen leveringskosten. Voor de overgebleven 500 kWh krijg je dus 0,15 €/kWh.

Afbouwen

Door de salderingsregeling zijn de vraag en het aanbod van zonnestroom niet goed op elkaar afgestemd. Bedrijven en huishoudens gebruiken het elektriciteitsnet eigenlijk als een grote batterij: overdag, als er veel aanbod van duurzame stroom is, is de vraag laag. En 's avonds en 's nachts, als er veel vraag naar duurzame stroom is, is het aanbod laag. Het elektriciteitsnet raakt daardoor overbelast. Daarom wil de overheid graag dat je de energie die je zelf opwekt ook zo veel mogelijk zelf gebruikt.

Om deze (en andere) redenen wil de regering de salderingsregeling vanaf 2025 afbouwen. Je mag dan elk jaar iets minder zelf opgewekte stroom wegstrepen tegen de stroom die je verbruikt. Vanaf 2031 kun je zelfs helemaal niet meer salderen. Je krijgt dan alleen een terugleververgoeding van je energieleverancier.



Investeringskeuze

Door naar de terugverdientijd te kijken kun je bepalen of het verstandig is om te investeren in een PV-installatie. Wanneer heeft een PV-installatie zo veel opgebracht dat deze de aanschafkosten heeft opgeleverd? Want na de terugverdientijd is alle energie die de PV-installatie opwekt natuurlijk gratis.

Door het afbouwen van de salderingsregeling wordt de terugverdientijd van een nieuwe PV-installatie langer, want je krijgt minder terug voor energie die je aan het net levert. Maar bij stijgende energieprijzen wordt de terugverdientijd wellicht weer korter, omdat je dan misschien een hogere terugleververgoeding krijgt.

Het blijft na 2025 ook zonder de salderingsregeling aantrekkelijk om een PV-installatie aan te schaffen.

Voorbeeld

Je koopt tien PV-panelen in 2025, wat levert dat dan nog op als de salderingsregeling wordt afgebouwd? Uitgangspunt is een terugleververgoeding van 6 cent per kWh en een aanschafprijs van een PV-installatie van € 4500.

De installatie brengt over een periode van 25 jaar in totaal € 10.000 op. De gemiddelde besparing per jaar is € 410. Daarmee verdien je de PV-installatie in ongeveer tien jaar terug. Omdat de PV-panelen zo'n 25 jaar mee gaan blijft het aantrekkelijk om een PV-installatie aan te schaffen. Wel kan het zijn dat de omvormer een keer vervangen moet worden.

PV-installatie aanschaffen in 2025	Kosten en voordeel
Aanschaf PV-installatie	€ 4500
Besparing in 25 jaar	€ 10.000
Gemiddelde besparing per jaar	€ 410
Terugverdientijd	9 jaar en 6 maanden
CO ₂ -winst per jaar	1400 kilo

1.4 Intake en opname

Een klant wil dat zijn PV-installatie zo veel mogelijk energie opwekt en dat deze betrouwbaar werkt. Tijdens het intake- en opnamegesprek kijk je daarom goed naar de situatie van de klant:

- de zoninstraling op de locatie
- de geschiktheid van het dak
- het benodigde vermogen
- de mogelijkheden voor plaatsing van de panelen en de omvormer.

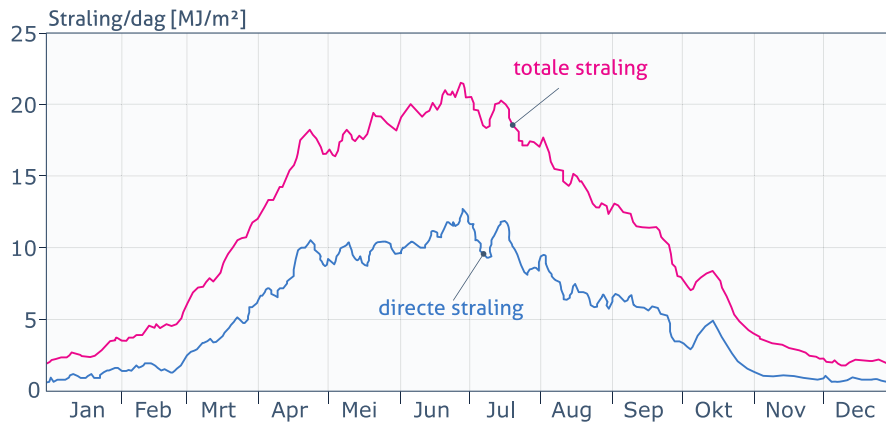


Welk advies geef je aan de klant?

Zoninstraling

De hoeveelheid zonlicht die een PV-paneel kan opvangen, hangt vooral af van de locatie waar je de panelen plaatst en van de oriëntatie van de panelen. Een PV-paneel levert de meeste energie bij directe zoninstraling, maar wekt ook energie op bij indirecte zoninstraling (door bijvoorbeeld reflecties).

De totale hoeveelheid zoninstraling is niet het hele jaar door hetzelfde. In de zomer levert de zon natuurlijk veel meer straling dan in de winter. In Nederland wisselt het aantal zonuren per maand vrij veel. In juni ontvangen we gemiddeld tien keer zo veel zoninstraling als in december.

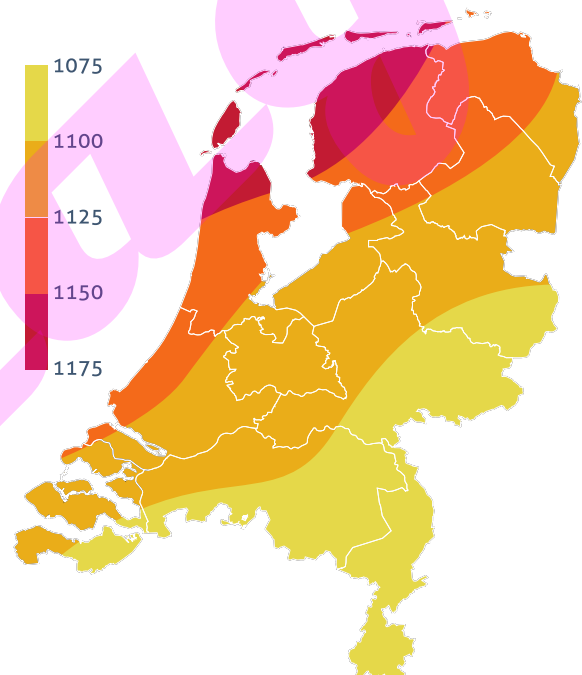


Hoeveelheid zoninstraling per jaar

Locatie

Het maakt ook uit *waar* in Nederland je woont. Op Texel is de jaarlijkse zoninstraling bijvoorbeeld 20% hoger dan in Twente.

Gemiddeld ontvangen we in Nederland 1000 uur volle zon per jaar. De gemiddelde jaarlijkse zoninstraling is dus 1000 kWh/m².



Jaarlijkse zoninstraling in Nederland

Hellingshoek

In de zomer staat de zon hoger dan in de winter. In Nederland plaatsen we PV-panelen (zowel op platte als schuine daken) bij voorkeur onder een hellingshoek van 30-35°. Daarmee worden ze gericht op de stand van de zon in de zomer. Dit wordt zo gedaan omdat we in de zomer de meeste zonuren hebben.

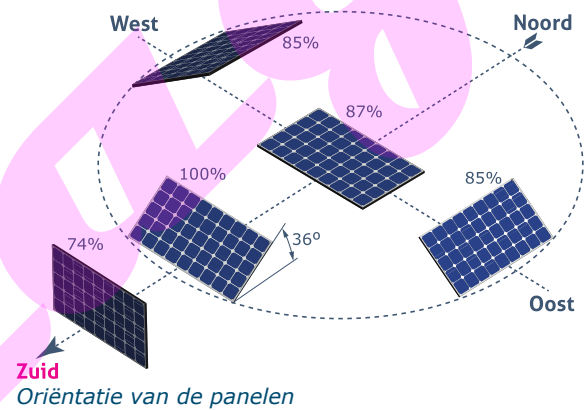
Als een klant het eigen verbruik wil vergroten, is het zinvol om de hellingshoek beter af te stemmen op het energieverbruik. Verbruikt de klant vooral veel energie in de winter, dan kun je overwegen om (een deel van) de panelen te richten op de lage stand van de zon in de winter. Bijvoorbeeld onder een hellingshoek van 60-70°.

Zonaanbod	Hellingshoek		
	0°	30-35°	60-70°
Gemiddeld	2,7 kWh/m ²	3,2 kWh/m ²	2,3 kWh/m ²
Winter	0,5 kWh/m ²	1,0 kWh/m ²	1,0 kWh/m ²
Zomer	5,3 kWh/m ²	4,8 kWh/m ²	3,0 kWh/m ²
Totaal per jaar	975,0 kWh/m ²	1150,0 kWh/m ²	825,0 kWh/m ²

Zoninstraling bij verschillende hellingshoeken (zuid-oriëntatie)

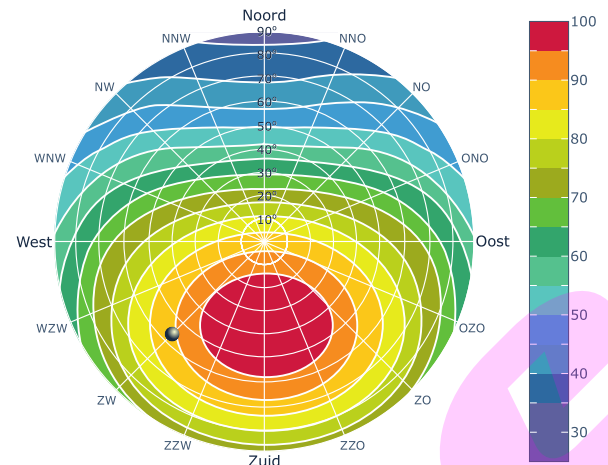
Oriëntatie

In Nederland halen PV-panelen het grootste rendement door ze onder de juiste hellingshoek, recht op het zuiden te richten. Maar niet iedereen heeft een dak dat op het zuiden is gericht. Een zuid-oriëntatie is inmiddels ook minder belangrijk geworden. Dat komt doordat moderne panelen sowieso een hogere opbrengst hebben en doordat je met optimalisatietechnieken toch een hoge opbrengst kunt krijgen bij andere richtingen.



Voorbeeld

Als installateur wil je graag weten wat de invloed van de hellingshoek en de oriëntatie is op de opbrengst van een PV-paneel. Je kunt dit bepalen met een instralingsdiagram.



Instralingsdiagram

Gegeven

Een dak heeft een zuidwest-oriëntatie (ZW) en een hellingshoek van 60° .

Gevraagd

Bepaal de omrekenfactor voor de opbrengst bij deze hellingshoek en de oriëntatie. Gebruik het instralingsdiagram.

Oplossing

Volg de cirkel van 60° naar zuidwest (ZW). Vanwege de hellingshoek en de oriëntatie is de opbrengst 85-90% van de theoretische opbrengst (omrekenfactor 0,85 of 0,9).

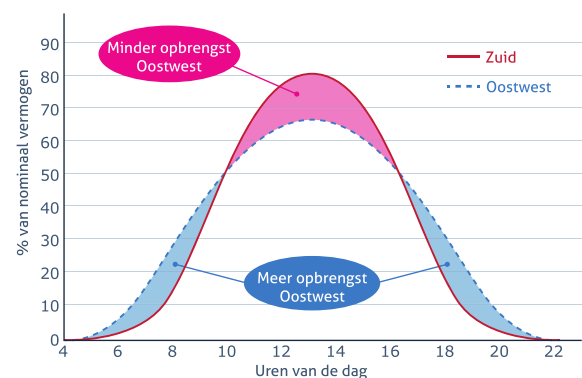
> Let op!

Hierbij is nog geen rekening gehouden met schaduwwerking en andere invloedsfactoren.

Oostwest oriëntatie

Met een oostwest-oriëntatie kunnen veel klanten het eigen gebruik van zonnestroom vergroten.

De PV-installatie levert dan minder vermogen midden op de dag, als het energieverbruik over het algemeen laag is. Maar de installatie start eerder op en stopt later met het leveren van vermogen. Daardoor levert de installatie vermogen op het moment dat het energieverbruik van klanten over het algemeen hoger is.



Opbrengst Oostwest opstelling

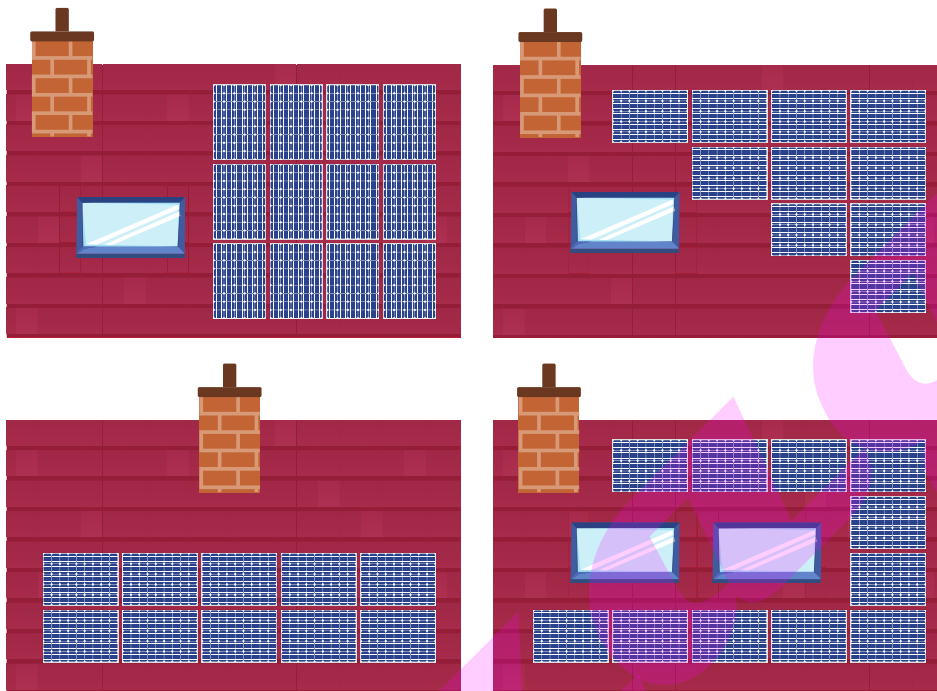
Geschiktheid dak

Het dak van de klant moet geschikt zijn voor het plaatsen van PV-panelen.

Legplan

Het is belangrijk om na te gaan hoeveel PV-panelen met bepaalde afmetingen er op het dak passen. Je maakt daarvoor een legplan, waarbij je rekening houdt met de lengte en de breedte van het dak.

Bij het maken van het legplan houd je ook rekening met de oriëntatie en de hellingshoek van de panelen, de draagconstructie en met eventuele schaduwwerking.



Verskillende legplannen

Plat of schuin dak

Bij een plat dak is het kiezen van de meest ideale hellingshoek meestal geen probleem. Je kunt de constructie waarop de panelen worden geplaatst aanpassen en deze de juiste hellingshoek geven. Verder heb je bij een plat dak ook meer mogelijkheden om de oriëntatie af te stemmen op het energieverbruik. Je kunt dan bijvoorbeeld vrij eenvoudig een oostwest-opstelling realiseren.



Oostwest-opstelling

Bij een schuin dak kun je meestal niet kiezen voor de meest ideale hellingshoek. Verder heeft een schuin dak een vaste oriëntatie. Houd hier rekening mee bij het bepalen van de opbrengst.

Dakconstructie

De dakconstructie moet het gewicht van de PV-panelen kunnen dragen. Bij een oud dak kan dat een probleem zijn. Vraag eventueel een constructeur om de stevigheid van de dakconstructie door te rekenen.

Schaduwwerking

Een PV-paneel levert minder vermogen als deze in de schaduw ligt. Schaduw van een paal geeft $\pm 8\%$ verlies, een boom geeft $\pm 6\%$ procent verlies en een dakkapel geeft $\pm 10\%$ procent verlies. Er zijn verschillende manieren en optimalisatietechnieken om het verlies door schaduw te beperken. Je kunt bijvoorbeeld kiezen voor een serieschakeling met optimizers of voor een parallelschakeling.



Schaduw op de PV-panelen

Warmte en ventilatie

Hoe warmer PV-panelen worden, hoe lager de opbrengst. Het vermogen van een PV-paneel (in Wp, Wattpiek) wordt in de fabriek bepaald bij een temperatuur van 25 °C. Maar op een warme zomerdag kan een PV-paneel wel 65 °C worden. De opbrengst van een paneel is bij deze temperatuur soms wel 20% lager dan de fabrieksopgave. Om deze reden moet je bij het installeren van PV-panelen rekening houden met de koelmogelijkheden. Installeer de PV-panelen niet te dicht op elkaar en zorg dat de wind er tussen- en onderdoor kan waaien. Een paneel levert de hoogste opbrengst op een zonnige zomerdag met veel koele wind.

Bij nieuwbouwwoningen wordt vaak geëist dat je de PV-panelen in het dak integreert. Dat ziet er mooier uit, maar het is door minder koeling niet gunstig voor het rendement.



PV-panelen in het dak geïntegreerd

Benodigd vermogen

Tijdens de intake kun je een inschatting maken van het geïnstalleerde vermogen dat de klant nodig heeft. Daarvoor moet je het gemiddelde jaarverbruik aan elektrische energie van de klant weten.

Maar je moet ook weten wat zijn toekomstplannen zijn. Wil de klant bijvoorbeeld een elektrisch voertuig (EV) aanschaffen en deze opladen met eigen zonnestroom, dan kun je hiervoor alvast extra PV-panelen installeren. Hoeveel extra vermogen er in dat geval nodig is, hangt af van het type EV en het aantal kilometers per jaar.



Een vast laadstation voor thuis