



Electrotechnische basis

Voor wie het écht wil snappen!



Voor meer informatie over Robisol en haar missie; bezoek onze website, volg onze social media, bel, email of maak een afspraak om persoonlijk kennis te maken met onze duurzame systemen, prachtige producten en ons waanzinnige team!



Basisbegrippen in de elektrotechniek

Het zonnepaneel levert een eenvoudige vorm van energie, die loopt van de plus naar min. Dit noemen we **gelijkstroom**. Een batterij of een autoaccu werkt hetzelfde; je hebt een pluspool en een minpool. Ieder apparaat dat je er op aansluit wordt vanuit de pluspool gevoed en via de minpool wordt de stroomkring gesloten zodat de elektronen ook weer worden afgevoerd.

Volt is de spanning. Dit is de hoeveelheid energie per eenheid. Misschien het handigste te vergelijken met de hoeveelheid luchtdruk die je in een gasfles kunt stoppen. Met 200 bar heb je 200 keer zoveel lucht per eenheid als met 1 bar. Met 200 Volt heb je 200 keer zoveel energie per eenheid als met 1 Volt.

Ampère is de stroom. Dit is dus daadwerkelijk de verplaatsing van het elektron door de kabel. Wellicht het gemakkelijkst te vergelijken met water dat door een rivier stroomt. Met 100 Ampère verplaatsen er 100 keer zoveel elektronen door de kabel als met 1 Ampère.

Watt is vermogen. Dit is de hoeveelheid energie die daadwerkelijk aankomt. Als je 200 gasflessen van 1 bar verplaatst of 1 gasfles van 200 bar verplaatst; in beide gevallen heb je evenveel energie verplaatst.

De hoeveelheid moeite die je moet doen om 200 gasflessen te verplaatsen is echter veel groter. Als we dat vertalen naar de elektrotechniek is 200 Volt geen enkel probleem, maar 200 Ampère is ontzettend veel. Daarvoor heb je dikke kabels nodig en heb je altijd stroomverlies door **weerstand** in de kabels. Dit kunt u weer vergelijken met de stromende rivier waarbij het water wordt vertraagd door kades, versmallingen en bochten. De weerstand wordt ook wel een impedantie genoemd en uitgedrukt in **Ohms (Ω)**. Bij het controleren of meten van systemen, wordt vaak gerefereerd aan de weerstand.

Voor het distribueren van energie hebben we daarom hoogspanningsmasten, maar ook dat is nog niet voldoende. In ons energienet willen we op ieder punt in de stroomkring energie kunnen inbrengen en afnemen. Daarbij is het de kunst dat we zo min mogelijk energie verplaatsen. **Wisselstroom** kunt u het beste vergelijken met een lange baan die vol ligt met ballen. Als ik aan het begin van de baan een bal toevoeg kan deze er aan het eind van de baan weer af worden gehaald zonder dat ik de bal daadwerkelijk naar het einde van de baan heb verplaatst. In ons energienet creëren we dit door continue de stroomrichting te veranderen. Alle balletjes gaan van links naar rechts en je kunt willekeurig stroom afnemen en toevoegen zonder dat je daadwerkelijk alle balletjes dient te verplaatsen.

De stroom die we in huis gebruiken, heeft een vaste spanning van 230V. Op basis daarvan weet je dus precies hoeveel stroom (Ampère) er door een kabel moet lopen om een hoeveelheid energie (Watt) te verplaatsen. Een veelgebruikt rekensommetje is bijvoorbeeld dat u op een zekering van 16A, maximaal een vermogen van ($230V \times 16A =$) 3.680 W kunt aansluiten.

Begrippen in de solarmarkt

Het vermogen van zonnepanelen duiden we aan in **Wattpiek (Wp)**. Dit is het maximaal vermogen dat het zonnepaneel levert, bij een zon-instraling van 1.000 W/m^2 en een temperatuur van 25°C . Dit is een internationale afspraak en alle zonnepanelen worden individueel getest om te controleren of ze daadwerkelijk het vermogen leveren dat wordt beloofd.

Soms wordt Wattpiek-vermogen verward met **Kilowattuur (kWh)**. Een kilowattuur is de hoeveelheid energie. Als u een machine met een vermogen van 1.000 W één uur laat werken, heeft u 1 kWh verbruikt. Als zonnepanelen één uur lang 1.000 W leveren. Heeft u 1 kWh geproduceerd. Voor u als klant wordt door een PV-Installateur vaak gekeken naar de hoeveelheid energie die u op jaarbasis verbruikt; dat ligt voor een gemiddeld gezin rond de 3.500 kWh . Met een warmtepomp hebben we de vuistregel dat u nogmaals 3.500 kWh verbruikt, en als u elektrisch rijdt ($\pm 15.000 \text{ km}$) ligt uw jaarverbruik nogmaals 3.500 kWh hoger.



Rendementsverwachtingen

Het vermogen aan zonnepanelen wordt op uw verbruik afgestemd. Dit komt omdat u mag **saldere**n. Dit houdt in dat u de hoeveelheid energie die u op jaarbasis produceert, mag verrekenen met de hoeveelheid energie die u op jaarbasis verbruikt. Als dit exact gelijk is, hoeft u dus niets te betalen en krijgt u ook niets terug. Normaal gesproken betaalt u tussen de € 0,20 en € 0,25 voor de stroom die u verbruikt. Een besparing voor dit tarief is met een investering in zonnestroom prima terug te verdienen. Als u meer produceert dan u verbruikt, ligt uw terugleververgoeding normaal gesproken tussen de € 0,04 en € 0,08. Dit is erg laag. Omdat de extra investering in extra vermogen ook minder duur is, hoeft dit u niet tegen te houden. De optimale terugverdientijd ligt normaal gesproken op een vermogen dat ongeveer evenveel produceert als u verbruikt.

Als u verschillende PV-installateurs met elkaar vergelijkt, is het verstandig om aanbiedingen te vergelijken op basis van Wattpiek (Wp). Op het moment dat installateurs een kilowattuur (kWh) berekening maken, gaat het om de verwachte hoeveelheid energie die u op jaarbasis produceert. Daarin wordt rekening gehouden met locatie en oriëntatie, maar effecten zoals schaduw en kabelverliezen worden door de installateur beïnvloed en het ene rekenmodel gaat ook uit van meer zonuren dan het andere. Berekeningen die met de software van een omvormerfabrikant zijn gemaakt, zijn bijvoorbeeld minder objectief dan de software waarmee alle soorten omvormers kunnen worden doorgerekend. Wij raden u daarom aan om bij een dergelijk vergelijk altijd uit te gaan van vermogen (Wp).

Bij Robisol maken we desgewenst een PV Sol berekening voor u. Hierin kunnen verschillende omvormers en aansluitingen objectief met elkaar worden vergeleken. Standaard gaan we uit van de hoeveelheid vermogen in Wattpiek (Wp). Met een enigszins zuid georiënteerde opstelling, mag u er vanuit gaan dat in Nederland de vuistregel geldt dat de omrekenfactor rond de 0,85 ligt. Dus met 1.000 Wp aan vermogen, produceert u ongeveer 850 kWh per jaar. U heeft dus ongeveer 4.100 Wp aan vermogen nodig om op jaarbasis 3.500 kWh aan energie te produceren.

Daarbij is het correct dat u met een dunne film paneel of een installatie met poweroptimizers of micro-omvormers (mits correct aangesloten) vaak gunstiger uitkomt. Dit is afhankelijk van uw opstelling en de aanwezige schaduwwerking. Het is vrij reëel dat u bijvoorbeeld 15% extra betaalt voor 5% meer energie en dat u bij veel schaduw ongeveer 10 à 15 procent meer energie opwerkt. Dat is op zich een prima voorstel, maar als u de ruimte heeft, is het over het algemeen gunstiger om de meerkosten te investeren in vermogen. Het is bijvoorbeeld redelijk reëel dat u voor 15% meer investering ongeveer 25% meer vermogen ontvangt.

Hoe werkt een zonnepaneel? ('lichtpaneel' is eigenlijk een betere benaming)

Om het plaatje compleet te maken, gaan we kort in op de wijze waarop een zonnepaneel energie produceert en de wijze waarop deze kan worden aangesloten.

Een zonnecel levert een lage spanning van ongeveer 0,5V. Dat is heel erg laag. Als je daar een apparaat op wilt aansluiten, heb je veel stroom nodig en dus ook hele dikke kabels om de energie te verplaatsen. In ieder zonnepaneel worden de cellen daarom in **serie** geschakeld. Dat betekent dat de plus op de min wordt doorverbonden en zo levert een zonnepaneel met 60 cellen een spanning van ongeveer 30 Volt. Als je in serie schakelt blijft de stroomsterkte (Ampère) gelijk; bij een zonnepaneel ligt deze op ongeveer 10A.

Als je meerdere zonnepanelen aansluit, kun je ervoor kiezen om in serie te schakelen of parallel te schakelen. Bij het in serie schakelen van zonnepanelen wordt de plus op de minkabel doorverbonden. Daarbij neemt de spanning (Volt) toe en blijft de stroom (Ampère) gelijk. Omdat je met een gelijkblijvende stroom, meer energie verplaatst is dit gunstig voor de kabelverliezen. Dit kan je natuurlijk niet oneindig blijven doen, want elektro-technische componenten kunnen kapot gaan als de spanning te hoog wordt. Echter met 10 panelen in serie zit je pas op 300V, dus over het algemeen wordt dit vrij vaak gedaan. Zonnepanelen die in serie zijn geschakeld worden ook wel een **'string'** genoemd.

Bij **parallel** schakelen wordt in de basis een splitter toegepast aan zowel de plus als aan de minzijde. De stroom loopt dan tegelijkertijd door paneel 1 en 2. Niet de spanning (Volt) maar de stroomsterkte (Ampère) neemt nu toe. Als je een splitter zou maken met 10 zonnepanelen parallel, blijft je spanning op 30V en neemt je stroomsterkte toe naar 100A. Dit is echter een zeer hoge stroomsterkte waarbij je dikke kabels nodig hebt om de hoeveelheid energie te verplaatsen.



De String omvormer

Een string omvormer is de meest eenvoudige manier om gelijkstroom om te zetten in wisselstroom. Het apparaat heeft één of meerdere aansluitingen waar een string zonnepanelen op kan worden aangesloten. Zoals gezegd is dit dus een aantal in serie geschakelde zonnepanelen.

Het nadeel van een in serie geschakeld circuit is dat de stroom zo sterk is als de zwakste schakel. Vergelijk dit met een rivier waar een versmalling in zit. De hoeveelheid water die door de versmalling kan stromen is bepalen voor de hoeveelheid water die uiteindelijk aankomt; ook op het punt waar de rivier breed is. Als we dit vertalen naar het zonnepaneel is dus niet de spanning, maar de stroomsterkte (Ampère) bepalend.

Als het om string omvormers gaat wordt soms gesuggereerd dat alle zonnepanelen worden beïnvloed als één paneel in de schaduw ligt. Dat is onjuist! Zonnepanelen zijn namelijk voorzien van bypass diodes.

Over het algemeen zitten er drie bypass diodes in een paneel. Het is de bedoeling dat ieder groepje zonnecellen de spanning verhoogt bij een gelijkblijvende stroomsterkte. Als de stroomsterkte van het groepje cellen te laag is, wordt de bypass diode ingeschakeld en wordt dat groepje cellen overgeslagen.

In de basis biedt een stringomvormer dus een prima oplossing om een goed rendement uit uw zonnepanelen te halen. De stringomvormers die Robisol toepast zijn voorzien van vlamboogdetectie en andere beveiligingsvoorzieningen om uw installatie goed te laten functioneren. Iets grotere omvormers zijn vaak voorzien van twee of meer MPP trackers, die ervoor zorgen dat het rendement uit een string wordt geoptimaliseerd. Dit is bijvoorbeeld handig als u uw dak tweezijdig van zonnepanelen wilt voorzien. De omvormer zorgt dan per zijde voor een optimaal rendement.

Robisol levert over het algemeen string omvormers van Growatt of Huawei. Dit zijn grote merken met betrouwbare technologie. Indien u andersoortige voorkeuren heeft, passen wij ons daar graag op aan. Het is gewenst dat u een internetsignaal beschikbaar heeft op de plaats waar de omvormers worden opgehangen zodat u uw opwekgegevens kunt inzien en wij uw installatie op afstand kunnen monitoren.

De Power optimizer

Met een power optimizer wordt de zonnestroom per paneel geoptimaliseerd. Dit is interessant als u relatief veel schaduw op uw dak heeft. Een string omvormer zal in dat geval veel moeite hebben om de juiste stroomsterkte te behouden, terwijl de poweroptimizers zorgen dat er ieder paneel individueel zijn rendement oplevert.

In het voorbeeld hiernaast leveren de vier panelen 296%, terwijl een stringomvormer ongeveer 200% zou leveren. Als u veel last heeft van schaduw zullen power optimizers zichzelf terugverdienen.

De bekendste leverancier van poweroptimizers is SolarEdge.

In de basis levert Robisol het systeem van SolarEdge als u kiest voor poweroptimizers. Voordat een systeem wordt gekozen, wordt echter altijd gekeken naar uw configuratie en aansluitwaarden.

Het systeem van SolarEdge heeft namelijk een minimaal aantal poweroptimizers nodig om goed te functioneren. Het is belangrijk dat u per oriëntatiezijde voldoende omvormers in een string heeft. Daarnaast kunnen de klein formaat zonnepanelen drie, vier of vijf panelen per power optimizer worden aangesloten. Uw configuratie wordt vooraf aan u voorgelegd zodat u precies weet waar u voor kiest.

Een grote meerwaarde van SolarEdge Systeem is de monitoringssoftware waarmee u per poweroptimizer het rendement kunt aflezen. De veiligheid van het systeem is eveneens goed geborgd met vlamboogdetectie en andere controles. Bovendien kan de string eenvoudig spanningsvrij worden gemaakt door de omvormer uit te schakelen.



Naast SolarEdge biedt Robisol ook de mogelijkheid om poweroptimizers te combineren met een string omvormer. Dit kan interessant zijn, indien u een dak heeft waarvan een beperkt aantal zonnepanelen in de schaduw ligt. De zonnepanelen die regelmatig in de schaduw liggen, worden dan voorzien van een power-optimizer die ervoor zorgt dat het paneel altijd zijn bijdrage levert aan de sterkte van de stroomkring.

Een nadeel aan poweroptimizers is wel de levensduur. Het BiTile Zonnedak is goed geventileerd waardoor poweroptimizers relatief lang meegaan en het systeem kan bovendien gemakkelijk worden gedemonteerd om optimizers te vervangen. Wij letten echter wel goed op de configuratie. Als optimizers langdurig hun maximaal voltage moeten leveren, is dat niet goed voor de levensduur. Door het toevoegen van extra elektrotechnische componenten in het dak wordt de installatie per definitie minder onderhoudsvriendelijk. Ons advies is daarom om optimizers alleen bij veel schaduw toe te passen.

De Micro omvormer

De micro omvormer zorgt er net als power optimizers voor dat de zonnepanelen individueel worden aangesloten. In dat opzicht is de toepasbaarheid van micro omvormers hetzelfde als bij power optimizers. Het grote verschil met power optimizers is dat de gelijkstroom direct achter het paneel wordt omgevormd naar 230V wisselstroom. Daarbij wordt dus geen centrale omvormer geplaatst. Anders dan bij power-optimizers, kunnen micro omvormers al vanaf 1 zonnepaneel worden toegepast. De beperking ontstaat eerder als u relatief veel zonnepanelen wilt aansluiten. Standaard ga je niet verder dan 8 micro omvormers op een 1 fase branch en 24 micro omvormers op een 3-fase branch. Mede gezien de wat hogere prijsstelling worden micro omvormers vaker bij kleinere dan bij grotere installaties toegepast.

De bekendste leverancier van Micro omvormers is Enphase en dit is ook de micro omvormer die Robisol in de basis levert. Het Enphase systeem biedt een fraai monitoringsplatform waarmee de energieopwekking per paneel inzichtelijk is. Doordat een zonnepaneel laag voltage levert en de omvormers zelf metwisselstroom zijn aangesloten, is een systeem met micro omvormers zeer veilig. Het systeem is voorzien van goede vlamboogdetectie en kan eenvoudig spanningsvrij worden gemaakt. De omzetting van een laag voltage gelijkstroom (zoals met micro-omvormers) is wel iets minder efficiënt dan een omzetting van hoog voltage gelijkstroom (zoals met stringomvormers of poweroptimizers). Vooral de micro-omvormers van Enphase zijn wel zeer betrouwbaar waardoor de onderhoud bij dit systeem lager ligt dan bij een systeem met power optimizers.