

2015

Zonnepanelen



Verdiepende opdracht

Inleiding

In dit onderdeel kun je meer leren over het onderwerp zonnepanelen (pv-panels).

Inhoud

| | |
|---------------------|---|
| 1. PV-panelen | 3 |
| 1.1 Doel | 3 |
| 1.2 Inhoud | 3 |

1. PV-panelen

1.1 Doel

Aan het eind van dit onderdeel ben je als deelnemer in staat om:

- Uit te leggen wat een zonnepaneel is
- De techniek van een zonnepaneel te beschrijven
- Uit te leggen wat een zonnepaneel opbrengt?
- Kun je aangeven wat terug leveren en besparen betekent
- Aan te geven wat het je oplevert voor je energierekening

1.2 Inhoud

Inleiding

Een belangrijke duurzame bron van energie is de zon. Deze energie kun je als lichtbron gebruiken, maar ook als verwarming.

Energie kan men opwekken met behulp van zonnepanelen, PV panelen genaamd. Het is een energiebron die onuitputtelijk is. De zon is een oneindige bron van energie, dat in tegenstelling tot fossiele brandstof. Behalve bij de productie van PV panelen ontstaat er bij de opwekking van elektrische energie veel minder CO₂. Bij de productie van 1 kilowattuur (1 kWh) uit zonlicht komt 50 gram CO₂ vrij.

Belangrijk is dat we in Nederland een inhaalslag maken ten aanzien van installeren van PV panelen. Ten opzichte van de ons omringende landen lopen we achter met het "uitrollen" van panelen.

Daarnaast wordt het probleem van de uitstoot van CO₂ steeds groter. Dit alles heeft er toe geleid dat er internationaal afspraken worden gemaakt over het terugdringen van de uitstoot en het invoeren van alternatieve energiebronnen.

Eén van de afspraken die er is gemaakt is dat in 2020 het zogenaamde 20-20-20 akkoord ingaat. Dit betekent dat er 20% minder CO₂ uitstoot moet zijn, het energieverbruik met 20% moet afnemen en 20% van de gebruikte energie afkomstig moet zijn van hernieuwbare energiebronnen, zoals wind- en zonenergie.

In deze module wordt gekeken naar hoe een PV paneel werkt, wat er allemaal nodig is om een goed werkend systeem te installeren.

Wat is een zonnepaneel?

Een zonnepaneel is een paneel dat zonne-energie omzet in elektriciteit. Hiertoe wordt een groot aantal fotonvoltaïsche cellen op een paneel gemonteerd. Een zonnepaneel wordt ook wel PV-paneel genoemd, dit komt van het Engelse 'Photo-Voltaic'.

Zonnepanelen worden vaak verward met zonnecollectoren.

Zonnecollectoren zijn apparaten die zonlicht omzetten in warmte. Deze warmte kan vervolgens gebruikt worden voor het verwarmen van ruimtes of (tap)water.



PV zonnepaneel
(vlakke plaat)

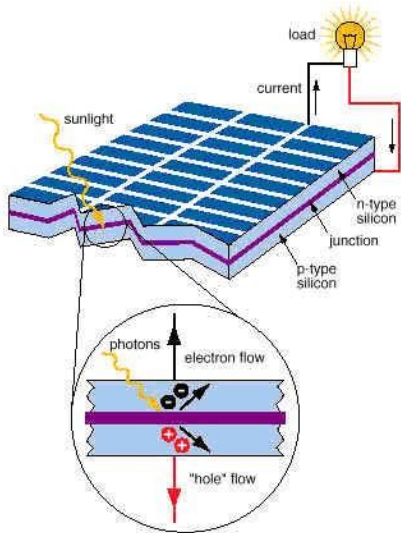


Zonnecollector(heatpipes)

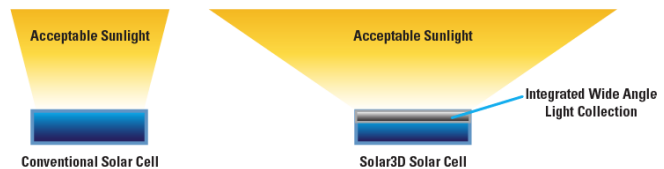


Zonnecollector

Een zonnepaneel bestaat uit meerdere in serie geschakelde zonnecellen. Het proces wat zich in een zonnecel afspeelt noemt men fotonvoltaïsche omzetting. Hierbij wordt zonlicht in elektrische energie omgezet. Hoe dit ontstaat heeft te maken met een bepaald spanningsverschil (elektrisch veld) dat ontstaat als je zonlicht op een zonnecel laat schijnen. Een zonnecel is opgebouwd uit 2 of meer lagen van verschillend materiaal, die door toedoen van zichtbaar licht een spanningsverschil opwekken. Deze elektrische lading gebruiken we om energie terug te leveren naar het openbare net of om dit zelf te gebruiken. Er zijn inmiddels zonnepanelen die in 3D gezet worden, of combi vormen met het waterzijdig deel. Dus combi zonnecollector met zonnecel.



Conventioneel zonnecel



3d Zonnecel

Techniek van een zonnepaneel

Hoe groen zijn zonnepanelen?

Wat in het enthousiasme vaak vergeten wordt is het feit dat ook het fabriceren en vervoeren van panelen de nodige energie kost. Energie die meestal wordt opgewekt door kolencentrales en kerncentrales. Vooral het maken van de glazen platen voor de panelen vergt veel energie. Al met al wordt de tijd dat het paneel zoveel energie heeft opgewekt als de fabricage ervan heeft gekost gesteld op anderhalf tot drie jaar. Op een levensduur van minimaal 30 jaar is dat helemaal niet zo slecht!

Wat zijn de materialen in zonnepanelen

Het materiaal dat in de zonnecellen is verwerkt bestaat uit het overgrote deel uit silicium. Silicium is in grote hoeveelheden beschikbaar op onze aarde in de vorm van zand. Om hiervan zuiver silicium te maken is een ingewikkeld proces.

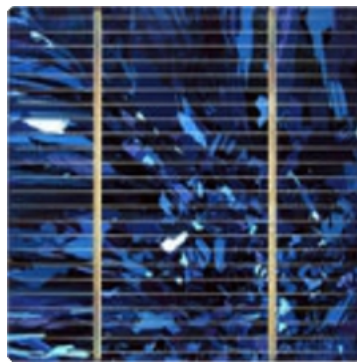
Er zijn twee fabricagemethoden. De eerste resulteert in zgn. mono-kristallijn silicium, terwijl de andere poly-kristallijn silicium oplevert. Welke soort er in een paneel aanwezig is kan aan de vorm van de cellen worden

gezien. Behalve silicium worden ook snufjes van andere materialen in de cellen verwerkt, zoals: indium, gallium en selenide.

In het algemeen is mono-kristalijn iets efficiënter in de omzetting van zonlicht en tevens wat beter geschikt voor diffuus licht. De verschillen met poly-kristalijn zijn echter niet groot meer.



Mono Kristalijn



Poly Kristalijn

Wat komt er uit een zonnepaneel?

Wattpiek is de gemeten output van een zonnepaneel in een omgeving met vast gedefinieerde condities. Alle metingen in de fabriek worden gedaan bij een paneeltemperatuur van 25 graden Celsius. Alle fabrikanten doen dat hetzelfde zodat je panelen onderling vergelijken kunt. Er wordt een lichtflits op het paneel losgelaten van 1000 Watt per vierkante meter. Wat ze meten is dan wat het paneel in deze condities als output oplevert. Die Wattpiek komt in alle aanbiedingen die je ziet terug. De meetgegevens van het paneel dienen altijd samen met het paneel door de leverancier geleverd te worden. Deze gegevens worden "Flashdata" genoemd. Vraag ernaar als ze niet bij je panelen zitten. Om je panelen optimaal aan te sluiten heb je ze nodig. De Wattpiek betekent *niet* dat dit het maximale is dat een paneel kan leveren. Een paneel kan gemakkelijk meer leveren dan de Wattpiek, echter dit gebeurt bij lagere temperaturen dan die 25 graden Celsius. Zonnepanelen zijn namelijk temperatuurgevoelig. Ze verliezen output als de temperatuur stijgt. Bij warm weer heb je dus minder opbrengst, wat kan oplopen tot 20% minder opbrengst. Evenzo als de temperatuur lager is dan die bewuste 25 graden gaat de opbrengst omhoog. Deze gegevens over de temperatuurgevoeligheid van het paneel, een percentage per graad Celsius, staat ook op het papier met de Flashdata. De Wattpiek wordt aangegeven door Wp, kWp (KiloWattpiek), MWp (MegaWattpiek) of GWp (GigaWattpiek).

Omvormer

Zonnepanelen leveren gelijkspanning en gelijkstroom af. Dit kan niet zomaar in het lichtnet worden ingevoerd. Deze spanning en stroom (DC) moet eerst worden omgezet in wisselspanning en wisselstroom (AC). Hiertoe dient de omvormer. De output van de zonnepanelen wordt aan de ene kant hierop aangesloten en aan de andere kant komt er 230 Volt wisselspanning uit. De omvormer is elektronica en wordt warm als hij hard moet werken. Dat betekent dat er veel zon is, maar dat betekent ook dat de omgevingstemperatuur in huis warm kan zijn. Een goede koeling van de omvormer is van groot belang om de elektronica een lange levensduur te gunnen. De omvormer ophangen op zolder in de punt van een ongeïsoleerd dak is geen goed idee. De levensduur van omvormers wordt op dit moment geschat op ongeveer 15 jaar. Dit wordt vaak niet vermeld bij berekeningen over de terugverdientijd.



Meestal geeft de typeaanduiding aan hoeveel vermogen (Watt) de omvormer kan terugleveren aan het lichtnet. Bij sommige omvormers echter zoals de Soladin 600 voor kleine systemen wordt gesuggereerd dat deze 600 Watt kan terugleveren aan het net. Dat is niet waar, deze omvormer is begrensd op ongeveer 500 Watt (AC). Van belang is hierop te letten, het heeft gevolgen voor de verwachte opbrengst.

Dimensionering omvormer/panelen

Ten einde een werkbare gelijkspanning en -stroom op te wekken wordt meestal een aantal panelen aan elkaar gekoppeld. Dit wordt een "string" genoemd. De Wattpieken van de panelen in de string worden bij elkaar opgeteld. Drie panelen van 200 Wp in een string geven dus 600 Watt af in de testcondities (bij 25 graden Celsius). Elke omvormer kan een maximale ingangsspanning, -stroom aan. Het is van belang de omvormer en de strings goed op elkaar af te stemmen. Het vermogen aan de zijde van de

panelen en het vermogen dat aan het lichtnet kan worden geleverd is aan elkaar gerelateerd. De omzetting van gelijk- naar wisselspanning kost natuurlijk ook energie (wordt o.a. in warmte omgezet). De efficiency waarin de omvormer in de omzetting slaagt wordt het rendement genoemd. Een omzetter kan tegenwoordig een rendement van 95% halen. Het is mogelijk meer Wattpiek van de string aan te sluiten op de omvormer dan dat deze leveren kan aan het lichtnet. Drie panelen van 200Wp is 600Wp kunnen zonder problemen aan een 500 Watt omvormer (zoals de Steca500) worden gekoppeld. Voor Nederland kan in het algemeen een dimensionering van de panelen van 110 tot 120% van het vermogen van de omvormer worden aangehouden.

Wat levert het op?

Maten panelen

Hoewel zonnepanelen in alle maten kunnen worden geleverd zijn er 2 standaard maten.

Bijvoorbeeld:

JYM 190 Wattpiek = $1580 \times 808 \text{ mm} = 1,27 \text{ m}^2 = (148,8 \text{ Wp /m}^2)$

Sharp 245 Wattpiek = $1652 \times 994 \text{ mm} = 1,64 \text{ m}^2 = (149,2 \text{ Wp /m}^2)$

Een valkuil is hier de vermelde Wattpiek van een paneel. Omdat de laatste een grotere oppervlakte heeft zal deze uiteraard ook een groter vermogen vertegenwoordigen. Om goed te vergelijken moet je de opgegeven Wattpieks per paneel omrekenen naar vierkante meters.

Dakoriëntatie

De hoogste opbrengst kan worden bereikt als het dak pal op het zuiden staat.

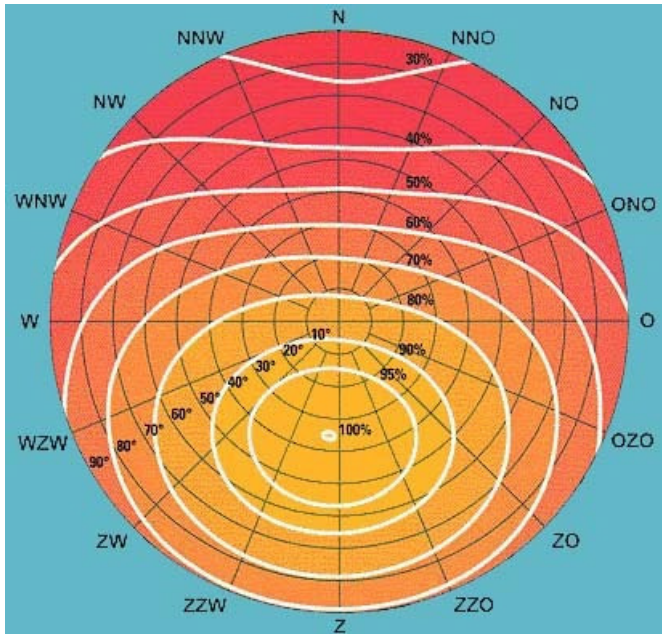
Hier een bijzonder handige link om te kijken hoe je dak ervoor staat.

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>

Zoom in naar je eigen dak, vul de data 21 juni en 21 december in, vink de hokjes Sunset en Sunrise aan en je ziet waar de zon opkomt en neergaat op die data t.o.v. je dak.

Ook daken op zuidwest of zuidoost kunnen een mooie opbrengst hebben.

Nu je weet hoe je dak is georiënteerd ten opzichte van het zuiden kan je met het volgende instralingsdiagram ongeveer bekijken wat het opbrengstpercentage is.



Dakhelling

Zonnepanelen geven de maximale opbrengst indien de zon loodrecht op de panelen staat.

Omdat panelen vast op een schuin dak moeten worden gemonteerd (van overheidswege is dat verplicht) zullen de panelen in bepaalde seizoenen beter presteren dan in andere.

Nederland bevindt zich ongeveer op 52 graden noorderbreedte. Dit houdt in dat als de zon rond 21 maart en 21 oktober loodrecht op de evenaar staat, de zon in Nederland in een hoek van 90 minus 52 graden is 38 graden binnenkomt. De keerkringen bevinden zich ongeveer op $23,5$ graden noorder- en zuiderbreedte. Dit houdt in dat de hoek van de zon gedurende het jaar varieert tussen de 38 graden plus $23,5 = 51,5$ graden en 38 minus $23,5 = 14,5$ graden. Duidelijk is dat in onze zomer de dagen het langst zijn, er valt dus relatief veel meer licht te oogsten dan in de winter wanneer de dagen kort zijn. De kwaliteit van het licht (de daarin aanwezige lichtfrequenties) is uiteraard van groot belang. In de bijlage een nadere uiteenzetting. In het algemeen wordt gesteld dat de ideale hellingshoek van zonnepanelen tussen de 20 en 30 graden ligt (bij een oriëntatie pal zuid). Is er sprake van een plat dak dan kunnen de panelen

op frames worden gemonteerd. Hiermee kan de ideale hellingshoek voor de panelen worden ingesteld.

Nog fraaier zou zijn de panelen via een systeem met de hoek van de zon mee te laten bewegen. Er zijn voldoende ervaringen met een dergelijk systeem om te stellen dat dit tamelijk onderhoudsgevoelig is. Bovendien is dit op de Nederlandse daken niet toegestaan.

Schaduw

Zonnepanelen houden absoluut niet van schaduw. Hoewel er in alle zonnepanelen een voorziening is getroffen om bij gedeeltelijke beschaduwing toch nog het maximale uit het paneel te persen kan (en zal meestal) de opbrengst dramatisch kelderen.

Het paneel bestaat uit in serie geschakelde zonnecellen. Dit houdt in dat zodra een cel minder kan leveren omdat er bijvoorbeeld schaduw op valt, de hele rij die in die serie zit niet meer maximaal kan leveren.

De voorzieningen (zgn. bypass-diodes) zijn aangebracht in de lange kant van het paneel.

Als een rij cellen uitvalt, dan zullen de overige rijen cellen nog gewoon kunnen leveren. Pas op als de panelen in zogenaamde landscape oriëntatie zijn gemonteerd en er valt schaduw op een rijtje cellen op de korte kant dan zal het gehele paneel worden belemmerd.

Temperatuur

Zonnepanelen houden van koud weer. Hoe kouder hoe hoger de opbrengst. Deze kan gemakkelijk boven de vastgestelde Wattpiek uitkomen. Aan de andere kant, bij warm weer kan de opbrengst behoorlijk teruglopen.

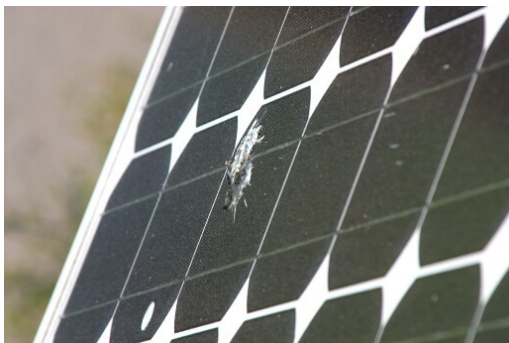
In de documentatie die bij elk paneel hoort te zitten, de zogenaamde Flashdata, staat ook vermeld met welk percentage de opbrengst terugloopt per graad Celsius temperatuur.

Een wolkenloze dag samen met een lage temperatuur zorgt voor een maximale opbrengst van je panelen. Als er bovendien een lekker windje staat scoren de panelen bovenmatig. Dit weer komt af en toe voor in het voorjaar. Het is dan uitermate bevredigend naar je terugdraaiende meter te kijken. Wereldwijd wordt gezocht naar methoden om op warme zomermaanden de panelen te koelen. Het makkelijkst hiervoor is water. Maar water kost ook geld en om drinkwater te maken is ook energie nodig, bovendien heb je een pomp nodig die om de zoveel tijd water over de panelen laat stromen en die consumeert weer de elektriciteit die je door te koelen meer opwekt. Er wordt ook geëxperimenteerd met een

combinatie van zonnepanelen en zonnecollectoren om de warmte weg te voeren van de panelen. Probleem is echter dat als het buiten warm is er weinig behoefte is aan warm water of warmte om je huis mee te verwarmen.

Schoonmaken

Smerige panelen leveren beduidend minder op. Uitwerpselen van vogels, stof uit de Sahara, bladeren in de herfst, ze zorgen ervoor dat de zonnepanelen niet maximaal presteren. Het is de moeite waard (qua meeropbrengst) om even met een bezem of met een waterspuit de rommel te verwijderen.



Opbrengst meten

Uiteraard wil je wel weten wat dat nou allemaal oplevert. Hiertoe kan je een opbrengstmeter tussen de aansluiting van de omvormer en het lichtnet plaatsen. Er zijn ook prachtige meters voor de rails in je elektriciteitskast. Sommige omvormers hebben een aansluiting waarmee deze kunnen worden uitgelezen met een PC. Soms kan je een extra kastje kopen dat aangesloten wordt op (een serie van) omvormers en dat de opbrengst bijhoudt.

Ook is er een product als Plugwise, dat verschillende bronnen, ook opbrengstbronnen, in de gaten houdt. Daar komen weer prachtige grafiekjes uit.



De omvormers zelf gebruiken ook wat stroom in de nacht. Ze staan immers stand-by om aan te schakelen zodra er voldoende stroom/spanning van de panelen komt.

Bevestiging

Schuin dak

Er zijn verschillende bevestigingssystemen op de markt. Een systeem dat veel gebruikt wordt is Clickfit. Het systeem bestaat uit dakhaken, die over de pannelatten worden geschoven. Op deze haken wordt een rail geklikt. Op deze rails (2 per rij panelen) worden de panelen vastgezet. In feite is een sleutel of ratel met dop 10 alles wat je nodig.



Plat dak

Voor een plat dak moeten frames worden gemaakt of aangeschaft. Ook hier zijn verschillende oplossingen beschikbaar. De frames moeten worden verzwaard met bijvoorbeeld grinttegels om wegwaaien te voorkomen. Er

zijn regels van de overheid voor de opstelling van panelen op een plat dak. Zie hier: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/publicatiespb51/zonnecollectoren-en-zonnepanelen.html>



Omvormer

De omvormer moet op een droge plaats binnen worden opgehangen. Er zijn geen speciale haken of iets dergelijks nodig. Het enige waarop gelet moet worden is dat de omvormer goed gekoeld wordt, dat er een vrije luchtstroom is van koele lucht.

Er zijn omvormers die actief gekoeld worden door een ventilator. Dit kan vooral tijdens zeer zonnige dagen hinderlijk zijn. 's Nachts zijn ze uiteraard stil.

Onderhoud

Afgezien van het schoon houden behoeven zonnepanelen geen onderhoud. Uiteraard is het verstandig eens in de paar jaar alle bevestigingen nog eens na te lopen. Maar in principe geldt dat zodra gemonteerd er geen onderhoud nodig is. Het paneel is voorzien van gehard glas waardoor ook normale hagel geen problemen oplevert. Uiteraard kan het voorkomen dat een paneel het gaat begeven. Soms komt er vocht tussen het glas en de zonnecellen. De zaak gaat oxideren en de opbrengst gaat achterblijven. Dit wordt delamineren genoemd. Het is verstandig om vóór het aflopen van de garantietermijn de panelen nog even na te lopen.



Delaminatie paneel

Terugleveren

Bij wet is vastgesteld dat een consument elektriciteit mag terugleveren aan de energiemaatschappij. Het energiebedrijf is verplicht om je hiertoe in staat te stellen.

Salderen

Je kunt de energie die je opwekt zelf gebruiken door bijvoorbeeld de was te doen, maar als je op een gegeven moment meer opwekt en niet alles zelf gebruikt kan het meerdere worden teruggeleverd aan de energieleverancier bij wie je bent aangesloten. Dit wordt salderen genoemd. Als er meer stroom wordt teruggeleverd dan afgenomen, houd je netto energie over. Daarvoor ontvangt de zonnepanelen-eigenaar een terugleververgoeding van de energieleverancier. De hoogte daarvan verschilt per energieleverancier.

Registratie van terug geleverde energie

Om te kunnen salderen moet de elektriciteitsmeter de teruggeleverde energie wel kunnen registreren. Bij nieuwbouw of gerenoveerde elektravoorzieningen zal in de meeste gevallen een digitale meter in de meterkast hangen. Deze heeft vaak een apart telwerk voor terug geleverde energie en is dus geschikt voor zonnepanelen.

Een slimme meter is een nieuw soort digitale meter. Het registreert hoeveel stroom en gas een huishouden verbruikt en stuurt de meetgegevens automatisch door naar de energieleverancier. Een slimme meter kan helpen om energie te besparen door er een

energieverbruiksmanager op aan te sluiten. Deze laat zien hoeveel energie iemand verbruikt en wanneer.

Volgens Europese regels moet 80% van alle huishoudens en bedrijven in 2020 een slimme meter in huis hebben. In Nederland krijgen alle huishoudens de komende jaren gratis een slimme meter aangeboden. Het is echter niet verplicht om deze te laten plaatsen. Je kunt er ook voor kiezen om de meter wel te laten plaatsen, maar het automatisch doorsturen van de meetgegevens 'uit' te zetten.

Om de privacy te beschermen, heeft de overheid regels opgesteld voor het aflezen van de meetgegevens door de energieleverancier: 1x per jaar voor de jaarlijkse energierekening; 6x per jaar voor het tweemaandelijks overzicht, bij een verhuizing of een overstap naar een andere energieleverancier of wanneer het noodzakelijk is voor het beheer en onderhoud van het energienet. Daarnaast moeten de slimme meters aan wettelijke veiligheidseisen voldoen.

Tot slot: er bestaan ook digitale meters zonder terugleverregistratie. Ze zijn wel op afstand uit te lezen, maar kunnen de terug geleverde energie dus niet registreren. Daarom zijn ze niet geschikt voor zonnepanelen.

Besparen

Het gemiddelde verbruik van een gezin wordt voor wat betreft de elektriciteit gesteld op 3500 kWh per jaar. Wij zijn in de westerse wereld gewend met energie te morsen. Kijk maar eens in de winter naar de open winkeldeuren waar een hittekanon de buitenlucht staat te verwarmen.

Maar kijk ook eens bij je thuis. Allerlei apparaten blijven op stand-by staan als ze niet worden gebruikt. Bijvoorbeeld: een Digitenne-ontvanger consumeert 20 Watt als ie aan staat, maar ook 20 Watt in de stand-by stand. Neem eens aan dat de ontvanger 8 uur per dag aan staat en 16 uur op stand-by. Dan verstookt hij dus zonder beeld te leveren 16 uur x 20 Watt x 365 dagen is ruim 116 Kwh per jaar. Computers zonder aan-en-uit schakelaar zijn in stand-by mode ook energievreters. Gewone gloeilampen hoeven allang niet meer.

Het is niet moeilijk om energie te besparen: het uitschakelen van alle stand-by met schakelaars of geschakelde stekkerdozen en het vervangen

van lampen door spaarlampen of led-lampen kan het jaarlijkse verbruik met 500 kWh per jaar terugbrengen. Dat levert een besparing van € 110,- per jaar op.

