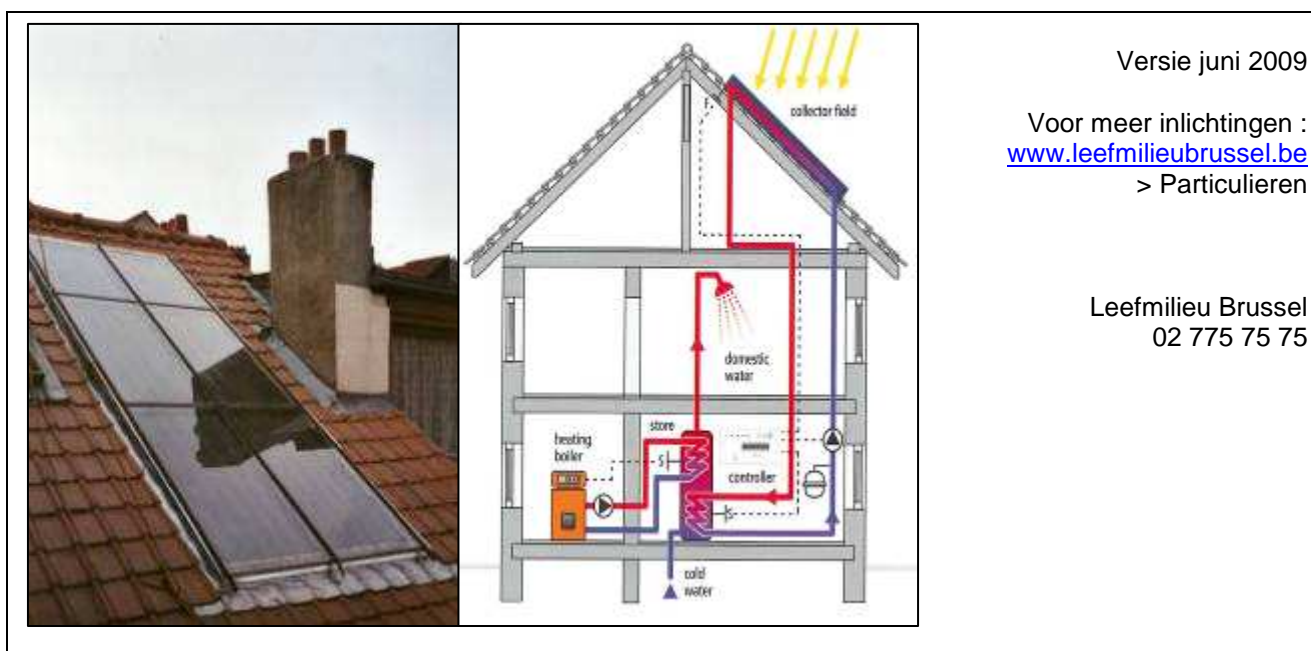


## DE INDIVIDUELE ZONNEBOILER

### Onderhoudsgids voor de eigenaars van een zonneboiler



Versie juni 2009

Voor meer inlichtingen :  
[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be)  
> Particulieren

Leefmilieu Brussel  
02 775 75 75





# DE INDIVIDUELE ZONNEBOILER

*Technische gids bestemd voor de eigenaar, hulpmiddel voor een optimaal gebruik van een individuele zonneboiler*

## INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK I : INLEIDING .....	4
HOOFDSTUK II : WERKING VAN EEN ZONNEBOILER .....	8
HOOFDSTUK III : DE FOLLOW-UP / PROBLEMEN MET DE ZONNEBOILER .....	13
HOOFDSTUK IV : ONDERHOUD VAN EEN ZONNEBOILER.....	20
HOOFDSTUK V : DE ZONNEDEKKING VERHOGEN.....	23
HOOFDSTUK VI : BESLUIT.....	27
INHOUDSOPGAVE .....	28

## INHOUD

Leefmilieu Brussel stelt u deze gids voor als een praktisch en technisch hulpmiddel voor een optimaal gebruik van uw individuele zonneboiler. U vindt hierin het antwoord op vele vragen en informatie over de werking, de follow-up en het onderhoud van uw systeem.

Deze gids geeft u bovendien ook advies om de zonne-energie optimaal te benutten en dus energiekosten te besparen.

## DOEL

Deze gids geeft de eigenaars inzicht in de werking van hun zonneboiler en stelt hen in staat om te bepalen wanneer bepaalde tussenkomsten van hemzelf of een vakman nodig zijn.

## DOELPUBLIEK

De gebruikers van een individuele zonneboiler

Systemen voor (collectieve) aanvullende of voorverwarming vallen buiten het kader van deze gids.



# HOOFDSTUK I : INLEIDING

## Enkele kencijfers

Ongeveer 15% van het energieverbruik van een gemiddeld gezin gaat naar de verwarming van water.

Hoe beter de isolatie van het huis, hoe groter deze fractie wordt en dus hoe belangrijker de zonneboiler wordt in de totale gezinsuitgaven voor energie.

Om 20 liter water van 12°C (gemiddelde temperatuur van het stadswater) te verwarmen tot 55°C, is er een netto energie-equivalent nodig van 1 kWh.

De primaire energie is afhankelijk van de energiebron en bedraagt ongeveer 10 kWh voor 1m<sup>3</sup> gas of 1 liter huisbrandolie.

De jaarlijkse zonnestraling die in België een horizontale oppervlakte van 1 m<sup>2</sup> bereikt, bedraagt 1.000 kWh (wat overeenkomt met de energetische waarde van 100 liter huisbrandolie of 100 m<sup>3</sup> gas).

Een zonneboiler die optimaal is afgestemd op het warmwaterverbruik, kan voldoen aan 50 tot 70% van de behoefte aan warm water in een huis.

In het Brusselse Gewest installeerden de voorbije vijf jaar meer dan duizend particulieren een individuele zonneboiler. Een derde van dat aantal werd geplaatst in 2007.

## 1. ZONNE-ENERGIE, EEN NATUURLIJKE, HERNIEUWBARE ENERGIEBRON

Het gebruik van thermische zonne-energie kan worden vergeleken met het gebruik van een andere natuurlijke, hernieuwbare energiebron : regenwater.

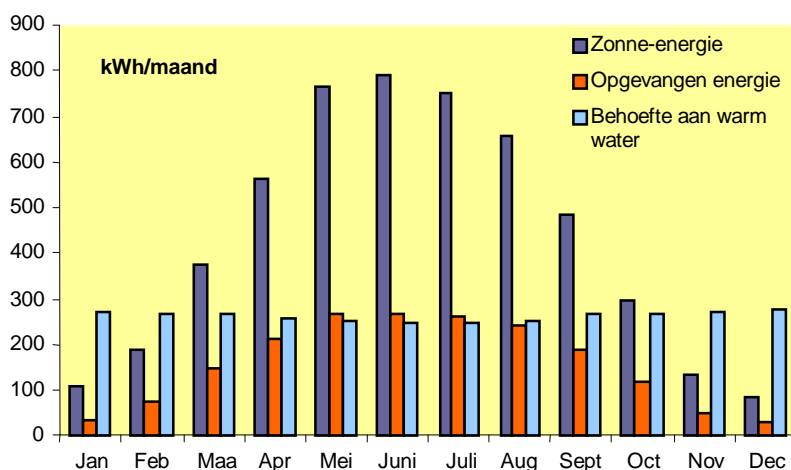
- Het is een **verspreide** energiebron; er zijn collectoren nodig om ze op te vangen, zoals het regenwater wordt opgevangen door de bodem.
- Deze energiebron is **minder geconcentreerd** dan de traditionele bronnen en ze is **intermitterend** ; ze wordt tijdens de dag opgeslagen en blijft zo klaar voor later gebruik. Regen is ook intermitterend, maar door de exploitatie van het grondwater (natuurlijke reserves die ontstaan na regenbuien) kunnen we het hele jaar door over water beschikken.
- Het is een **energiestroom** ; de bron hernieuwt zichzelf eeuwig en op haar eigen tempo. Wanneer de behoefte groter is dan de hoeveelheid hernieuwde energie, volstaat de energievoorraad niet meer ; net zoals wanneer er meer water aan de bodem wordt onttrokken dan erin dringt, en dit leidt tot de uitputting van de ondergrondse watervoorraden.



Daar houdt de vergelijking echter op, want tussen beide natuurlijke energiebronnen bestaat in ons land een belangrijk verschilpunt :

- De regenval is gelijkmatig over het hele jaar verdeeld (België kent geen droge seizoenen).
- In bepaalde seizoenen volstaat de zonnestraling niet om in onze energiebehoeften te voorzien. We hebben nog geen middel gevonden om de energie, die in de zomer overvloedig aanwezig is, op te slaan voor verbruik in de winter (dit is net één van de grote uitdagingen van het huidige onderzoek).

Gedurende bepaalde maanden is autonomie wel mogelijk, op voorwaarde dat het totale oppervlak van de zonnecollectoren en het opslagvolume zijn aangepast aan het verbruik **en** het verbruik op een normaal peil blijft.



Vergelijking tussen de zonne-energie op 4,5 m<sup>2</sup>, de energie die op dezelfde oppervlakte door een individueel zonnestelsel wordt opgevangen (hellingsgraad van 45° en gericht op het zuiden) en de gemiddelde maande lijke energiebehoefte voor warm sanitair water in een huis. *Bronnen : IRM, ICEDD, APERe.*

## 2. ZONNESTRALING IN BRUSSEL

Elk jaar bereikt gemiddeld 1.000 kWh zonnestraling per m<sup>2</sup> horizontale oppervlakte ons in Brussel. Een collectoroppervlak met de ideale hellingsgraad zal nog meer energie opvangen (zie volgende punt "Het zonlicht opvangen").

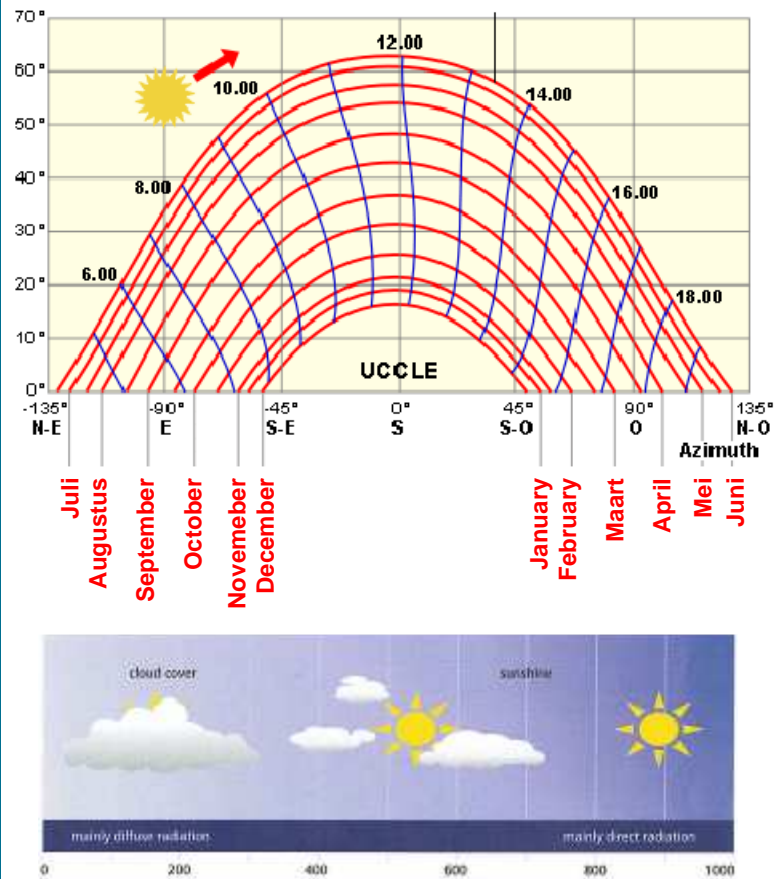
60% van de totale jaarlijkse straling is diffuse straling (door bewolking en mist) en de overige 40% is directe straling (heldere hemel en rechtstreeks zonlicht).



De kracht en de hoeveelheid energie van de zon varieert in de loop van het jaar met :

- de duur van de straling
- het uur van de dag
- het wolkendek.

Bronnen : IRM, Solar Thermal Systems



### 3. HET ZONLICHT OPVANGEN

Door de technologische vooruitgang op het gebied van absorbers en isolatiematerialen kan zonnestraling goed in warmte worden omgezet. Vanaf het ogenblik dat er licht is, kunnen de zonnecollectoren functioneren. Uiteraard vangen ze bij directe straling meer energie op.

De collectoren worden in een hellingshoek van 35° à 45° geplaatst om rekening te houden met de baan die de zon aan de hemel beschrijft. Door de collectoren op het zuiden te richten, vangt men 10% meer energie op dan op horizontale oppervlakken.

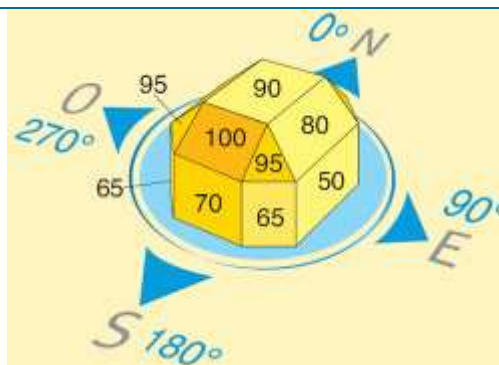
#### Invloed van de hellingshoek en de richting van de collectoren

We bepalen verschillende efficiëntiezones afhankelijk van de richting (het azimut wordt gemeten tegenover de zuidelijke coördinaat) en hellingsgraad (90° = verticaal oppervlak) van de collectoren.

Het optimale punt situeert zich op 35°-45° rond het zuidelijke azimut.

Met een hellingsgraad van 35° en gericht op het westen of het oosten bedraagt de efficiëntie nog steeds meer dan 85%.

De installatie en richting van de collectoren moet dus steeds oordeelkundig gebeuren.



Efficiëntiezones voor de opvang van zonne-energie, volgens hellingshoek en richting Bron photovoltaic systems

Het is niet mogelijk om de zonnecollectoren de baan van de zon te laten volgen, omdat de hydraulische leidingen vastzitten aan een gevel, een plat of een hellend dak.

### 4. DE WARMTE OPSLAAN

De warmte van de zon wordt in een omvangrijk en goed geïsoleerd opslagvat bewaard.

Wanneer het opslagvat op de maximale capaciteit is verwarmd, moet het gedurende minstens 2 dagen warm sanitair water kunnen leveren.

Door de dikke isolatie (10 – 15 cm) worden warmteverliezen tegengegaan en wordt de opgevangen energie maximaal gerentabiliseerd. Van april tot oktober kan de energieopslag van één dag het verbruik van verschillende dagen (2 tot 4) dekken zonder ondersteuning van een bijkomende energiebron.

Op die manier worden periodes met minder zonnestraling overbrugd en kan men spreken van seizoensautonomie (lente – zomer).

Omdat het nog niet mogelijk is om de energie in huis op te slaan voor verbruik in een volgend seizoen, zal men in bepaalde periodes van het jaar een beroep moeten doen op een bijkomende energiebron. Het doel van deze gids is het **verbruik** van deze energiebronnen te leren **beheersen** door zo optimaal mogelijk gebruik te maken van de individuele zonneboiler en zoveel mogelijk maanden per jaar de gratis zonne-energie te **benutten**.

Er bestaan verschillende factoren die het vermogen van zonneboilers beïnvloeden en ertoe bijdragen dat het verbruik van fossiele brandstoffen wordt teruggedrongen :

- het materiaal en de kwaliteit van de installatie;
- het gebruik en onderhoud van de installatie;
- het waterverbruik.

Deze gids geeft in de volgende hoofdstukken meer informatie die u zal helpen om deze aspecten beter te beheersen.



## HOOFDSTUK II : WERKING VAN EEN ZONNEBOILER

### 1. DE ONDERDELEN VAN EEN ZONNEBOILER<sup>1</sup>

De zonneboiler bestaat hoofdzakelijk uit :

- de collector, die licht omzet in warmte;
- het opslagvat, waarin de energie wordt opgeslagen voor later verbruik.

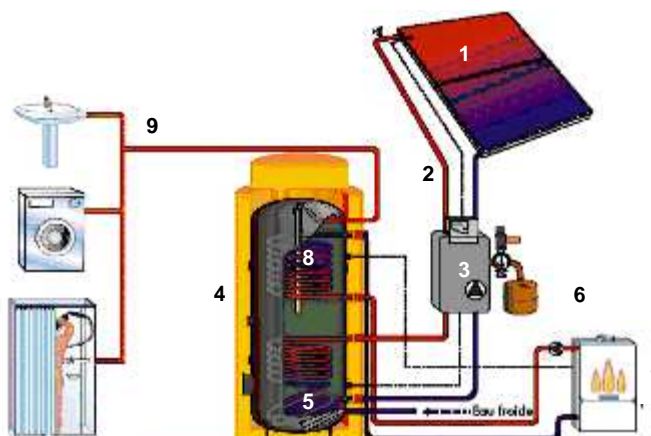
In warme landen staat het opslagvat rechtstreeks in contact met de collectoren op het dak (we spreken dan van een thermosifon).

In Brussel wordt het opslagvat in huis geplaatst om het tegen de koude te beschermen. Daardoor is er een bijkomend circuit nodig voor de overdracht van warmte tussen de collectoren en het opslagvat. Een circulatiepomp zorgt voor de doorstroming van de warmtegeleidende vloeistof in dit circuit.

Het circuit dat de collectoren en het opslagvat verbindt, wordt **primaire circuit** genoemd. De **circulatiepomp** wordt elektrisch aangedreven, maar het energieverbruik hiervan is verwaarloosbaar.

#### De onderdelen van een zonneboiler met naverwarming van het opslagvat

- 1 : collectoren
- 2 : primair circuit
- 3 : circulatiepomp
- 4 : opslagvat
- 5 : warmtewisselaar
- 6 : expansievat
- 7 : naverwarming
- 8 : warmtewisselaar van de naverwarming
- 9 : verbruikspunten



Schema van een thermische zonne-installatie. Naar Wagner

Er bestaan **druksystemen** en **leegloopsystemen**. Deze systemen verschillen in de wijze waarop ze bevriezing en oververhitting tegengaan. Het thermische vermogen is vergelijkbaar.

In een zonneboiler zorgen twee regelmodules voor de bedrijfszekerheid:

- de regelmodule van het zonnestelsel;
- de regelmodule van de naverwarming.

De optimale werking van het systeem hangt af van de instelling van de parameters van beide regelmodules (de temperaturen en de richtwaarden waarbij de installatie wordt in- en uitgeschakeld – zie punten 2 en 3 van dit hoofdstuk).

<sup>1</sup> Het doel van deze gids is niet om de onderdelen in detail te beschrijven noch om de verschillende bestaande systemen met elkaar te vergelijken (meer inlichtingen op [www.apere.org](http://www.apere.org)). Het is echter wel belangrijk dat u de technische handleiding van uw zonneboiler leest en vergelijkt met de informatie in deze gids.



## 2. DE REGELMODULE VAN HET ZONNESYSTEEM

De regelmodule van het zonn systeem is het automatische mechanisme dat de circulatiepomp aanstuurt door de temperatuur bij de uitgang van de collectoren te vergelijken met die op de bodem van het opslagvat.

De regelmodule optimaliseert het verbruik van zonne-energie.

We spreken van een differentiële regeling, omdat de module werkt op basis van een temperatuursverschil.

- Wanneer de temperatuur in de collectoren hoger is dan die op de bodem van het opslagvat, is er energie beschikbaar. De circulatiepomp wordt aangeschakeld en zorgt voor een energieoverdracht van de collectoren naar het vat, waardoor het water wordt opgewarmd.
- Zodra de temperatuur op de bodem van het vat gelijk is aan die in de collectoren, is er geen energiewinst meer en zal de pomp worden uitgeschakeld.
- Zolang de temperatuur in de collectoren lager is dan die op de bodem van het vat, blijft het systeem uitgeschakeld (anders zou de warmte uit het vat ontsnappen via de collectoren).

De regelmodule is zo afgesteld dat er steeds een groter temperatuursverschil (delta  $t^\circ$ ) nodig is om de circulatiepomp aan te schakelen (tussen  $6^\circ$  en  $9^\circ$ ) dan om ze uit te schakelen (tussen  $1^\circ$  en  $3^\circ$ ; zie volgend schema).

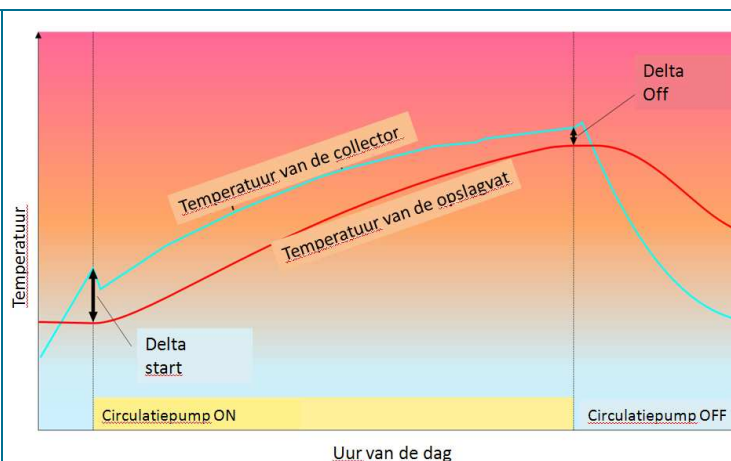
In beide gevallen is delta  $t^\circ$  voornamelijk afhankelijk van de lengte van het primaire circuit.

### Het temperatuursverschil (delta $t^\circ$ )

Wanneer de circulatiepomp wordt aangeschakeld wordt er energie onttrokken aan de collectoren. Dit veroorzaakt een lichte afkoeling (we spreken van het hysteresiseffect).

Om ervoor te zorgen dat deze afkoeling niet de onmiddellijke uitschakeling van de pomp tot gevolg heeft en het systeem niet onophoudelijk zou worden aan- en uitgeschakeld, is de delta  $t^\circ$  groter bij het aanschakelen dan bij het uitschakelen van de pomp.

Op deze manier wordt een tijdelijke temperatuurdaling in de collectoren opgevangen en behoudt het systeem zijn flexibiliteit.



Schema van de differentiële regelmodule van een zonneboiler

Met een te kleine delta  $t^\circ$  voor de aanschakeling van de circulatiepomp zou het systeem meer elektrische energie verbruiken dan het aan thermische energie wint. Het is raadzaam om steeds de fabriekswaarde van de delta  $t^\circ$  te hanteren, die van de regelmodule kan worden afgelezen, zelfs indien u de indruk hebt dat het systeem niet voldoende snel op zonnestraling reageert.

## 3. DE REGELMODULE VAN DE NAVERWARMING

De regeling (en het onderhoud) van de naverwarming is minstens even belangrijk als die van het zonn systeem zelf, omdat hiermee bespaard kan worden op het verbruik van traditionele, dure en verontreinigende energiebronnen. Een goede regeling draagt dus bij aan een kostenbesparing enerzijds en een vermindering van de  $CO_2$ -uitstoot anderzijds.



De regelmodule is afhankelijk van het type naverwarming :

- De naverwarming staat *in serie*, wanneer die plaatsheeft buiten het opslagvat; bijvoorbeeld een doorstroomapparaat (vaak op gas).
- De naverwarming staat *in parallel*, wanneer die plaatsheeft in het opslagvat. De regelmodule is verschillend voor naverwarmers op primaire energiebronnen (huisbrandolie, gas, hout, koolzaadolie) of op elektriciteit (zie kader “Welke regelmodule voor de naverwarming”).

Types naverwarming		
<p><b>In serie</b></p> <p><b>A</b> Doorstroomapparaat (naverwarming in serie) <b>B</b> Warm water (WW) en koud water (KW)</p> <p>Meest eenvoudige systeem; springt zuinig om met primaire energie; op gas.</p>	<p><b>In parallel, in het opslagvat</b></p> <p><b>Ketel naverwarming</b> <b>VS</b> Water voor zonne energie gewijdt <b>VA</b> Water door de naverwarming verwarmd, als het nodig is <b>A</b> Ketel <b>B</b> Warm water (WW) en koud water (KW) <b>C</b> Circulatiepomp <b>D</b> Thermostaat</p> <p>Dit systeem vereist een complexer opslagvat (2 warmtewisselaars) en een uurregeling op de naverwarming.</p>	<p><b>In parallel, elektrisch, in het opslagvat</b></p> <p><b>Elektrische naverwarming</b> <b>VS</b> Water voor zonne energie gewijdt <b>VA</b> Water door de naverwarming verwarmd, als het nodig is <b>A</b> Elektrische weerstanden <b>B</b> Warm water (WW) en koud water (KW) <b>C</b> Thermostaat</p> <p>Er wordt minder volume opgewarmd, want het vermogen van de elektrische weerstand is beperkt. Uurregeling is noodzakelijk.</p>

Een naverwarming in serie maakt gebruik van een doorstroomapparaat op gas, uitgerust met een **temperatuursensor** op het instromende water, met een **modulerend** vermogen (het apparaat regelt zich automatisch naargelang de hoeveelheid energie die de naverwarming moet kunnen leveren) en met een **elektronische** ontsteking (een permanente waakvlam betekent een grote energieverspilling).

Door de installatie van een extra uitrusting wordt het mogelijk om elke gebruiker zijn eigen watertemperatuur te laten kiezen (40 – 45 – 50°C afhankelijk van de persoon). Dit impliceert een bijkomende energiebesparing (want het water wordt niet warmer dan de door de verbruiker gewenste temperatuur).

Bij een naverwarming in het opslagvat wordt een **uurregeling** geïnstalleerd, die ervoor zorgt dat de verwarming zo weinig mogelijk overdag wordt ingeschakeld (om zoveel mogelijk zonne-energie te benutten).

Vaak gaat het naverwarmen met een ketel (huisbrandolie, gas, hout, ...) sneller dan met elektriciteit, omdat die over het algemeen een groter vermogen heeft, waardoor grote volumes water snel kunnen worden opgewarmd.

Elektrische weerstanden hebben een beperkter vermogen en om hetzelfde resultaat te bereiken, zullen ze dus langer moeten werken (zie kader “Welke regelmodule voor de naverwarming”).

Het punt van overeenkomst van deze drie types is de **thermostatische kraan** bij de uitgang van het opslagvat. Dit is een verplicht beveiligingsmechanisme, dat ervoor zorgt dat het water dat het vat verlaat niet te heet is, zodat de gebruiker zich niet zou kunnen branden.

De kraan kan worden ingesteld op maximum **50°C**, omdat deze temperatuur ruimschoots volstaat voor alle verbruik en beantwoordt aan de gezondheidsvereisten (zie : “de legionellabacterie”, hoofdstuk III punt 4 van deze tekst).

Met een naverwarming brengt men het water op de **aangewezen temperatuur** van 50°C.

De keuze van de aangewezen temperatuur heeft geen invloed op de warmte die afkomstig is van de zonnestraling en die in het opslagvat tot maximum 90° - 100° kan oplopen.

Welke regelmodule voor de naverwarming ?		
Type naverwarming	Aangewezen T°	Uurregeling
in serie – gasverwarmer	50°C	Niet nodig, wordt geregeld door de naverwarming in serie
in parallel – huisbrandolie, gas, pellets, ...	50°C	Maakt het mogelijk om de naverwarming voor een korte periode in te schakelen (van 18u – 21u bijvoorbeeld) indien de aangewezen t° niet is bereikt. Wordt tijdens vakanties uitgeschakeld.
in parallel – elektriciteit – dubbel tarief	50°C	Maakt het mogelijk om de naverwarming tijdens het nachttarief in te schakelen (van 22u – 7u) indien de aangewezen t° niet is bereikt. Wordt tijdens vakanties uitgeschakeld.
in parallel – elektriciteit – enkel tarief	50°C	Maakt het mogelijk om de naverwarming voor een korte periode in te schakelen (van 17u – 23u bijvoorbeeld) uitsluitend indien de aangewezen t° niet is bereikt. Wordt tijdens vakanties uitgeschakeld.

De naverwarming is slechts gedurende maximaal enkele uren per dag noodzakelijk. Het opslagvat wordt inderdaad zodanig gedimensioneerd dat het volume water dat door de naverwarmer dient te worden opgewarmd, overeenstemt met één dag waterverbruik.

De dikke isolatielaag rond het opslagvat zorgt ervoor dat het water dat 's avonds is opgewarmd zijn warmte behoudt voor de stortbaden van de volgende morgen. Het is dus niet nodig om de naverwarming 's morgens in te schakelen, indien ze de avond voordien heeft gefunctioneerd.

#### 4. DE ZONNEDEKKING

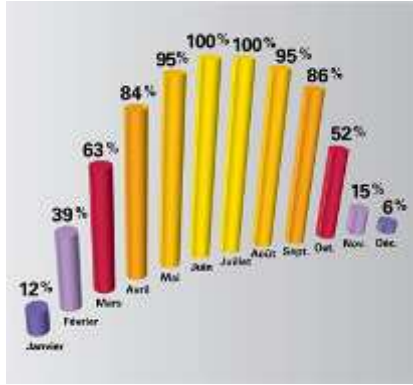
De zonnedekking (of zonne fractie) is het aandeel in de totale energiebehoefte dat door zonne-energie wordt gedekt. In Brussel kan een zonnedekking van 100% uitsluitend gedurende bepaalde maanden van het jaar worden bereikt.

$$\text{ZONNEDEKKING} = \frac{\text{OPGEVANGEN ZONNE-ENERGIE}}{\text{OPGEVANGEN ZONNE-ENERGIE} + \text{ENERGIE VAN DE NAVERWARMING}}$$

Wanneer de installatie van een zonneboiler wordt overwogen, zal de omvang bepalend zijn voor de zonnedekking. Bij een bestaand systeem kan uitsluitend het terugdringen van het verbruik (door verspilling te vermijden) de zonnedekkingscoëfficiënt verhogen.



## De maandelijkse zonne fractie (collector van 4,5 m<sup>2</sup>, 4 personen)



Om verspillingen tegen te gaan, moet men zorgen voor een goed afgestelde zonneboiler en naverwarmer (zie punten 2 en 3 hieronder), een regelmatig onderhoud (zie hoofdstuk IV) en een rationeel warmwaterverbruik (zie hoofdstuk V).

Op de afbeelding links kan men vaststellen dat men dicht bij een zonedekking van 100% komt in de maanden mei tot augustus.

In Brussel kan 50 tot 70 % van de jaarlijkse behoefte worden gedekt; de zonedekking is er met andere woorden 50 à 70%.

Het kan interessant zijn de oppervlakte van de zonnecollectoren en de inhoud van het opslagvat zodanig te dimensioneren, dat er **autonomie** mogelijk is tijdens de maanden dat **het huis niet verwarmd dient te worden**.

Op die manier kan de **verwarmingsketel** volledig worden **uitgeschakeld**. Die zou immers een veel te laag rendement leveren (en dus in verhouding veel te veel verbruiken).

## HOOFDSTUK III : DE FOLLOW-UP / PROBLEMEN MET DE ZONNEBOILER

Net zoals een traditionele verwarmingsketel vereist de zonneboiler regelmatige onderhoudsbeurten<sup>2</sup> om de goede werking en een maximaal energetisch vermogen te garanderen.

- Op **regelmatige tijdstippen** kan de **eigenaar van de installatie** onderstaande onderdelen **inspecteren**. Het is raadzaam om de bevindingen op te schrijven in bijvoorbeeld het onderhoudsboekje.
- In elk geval dient het **onderhoud en nazicht** steeds door een **installateur** te gebeuren.

### 1. ISOLATIE VAN DE LEIDINGEN

Het zou wel een heel spijtige zaak zijn om warmte te verliezen als gevolg van een slechte isolatie. Alle leidingen van het primaire circuit (ook de minder warme leidingen) moeten over hun hele lengte worden **geïsoleerd**.

**Opgelet** : het isolatiemateriaal van het primaire circuit moet bestand zijn tegen **hoge temperaturen (HT)** van 160°C en meer ter hoogte van de uitgang van de collectoren. Hiervoor gebruikt men dus niet het isolatiemateriaal voor gewone verwarmingssystemen, omdat het risico bestaat dat het bij dergelijke hoge temperaturen zou smelten, maar wel een **HT** materiaal (vaak duurder).

De ideale isolatiedikte is gelijk aan de diameter van de buis. Bovendien moet het isolatiemateriaal dat buiten wordt aangebracht, bestand zijn tegen ultraviolette straling en aanvallen van vogels. Buitenisolatie is meer onderhevig aan slijtage en moet daarom regelmatig aan een visuele inspectie worden onderworpen.

**Volledige isolatie op het dak**



**Volledige isolatie in de kelder**



### 2. REINIGING VAN DE COLLECTOREN

Collectoren dienen niet gepoetst te worden, omdat de beglazing zichzelf reinigt bij regen (zoals dakvensters).

Met een korte visuele inspectie kan men zich ervan vergewissen dat er zich geen mos vormt, wanneer ze staan opgesteld in een zeer vochtige omgeving (bijvoorbeeld vlakbij een bos) of

<sup>2</sup> Druksystemen vragen hetzelfde onderhoud als leegloopsystemen met uitzondering van het onderhoud van de onderdelen die met druk te maken hebben (dit zijn het expansievat, de veiligheidskleppen, ...).



dat er zich geen stof heeft opgehoopt. Mocht dit toch het geval zijn, dan is een poetsbeurt met helder water en een vensterwisser aangewezen, bij voorkeur bij het begin van de herfst.

### 3. CONDENS OP DE GLASPLAAT VAN DE COLLECTOR

1) Bij een vlakkeplaatcollector onder glas wijst condensvorming op de aanwezigheid van vocht in de luchtplaatsen van de collector. Wanneer de condens snel verdwijnt bij zonneschijn, wijst dit slechts op de condensatie van waterdamp die in de lucht aanwezig is en dat vormt geen probleem.

Wanneer het condens regelmatig terugkomt of niet verdwijnt, wijst dit op de infiltratie van water langs de pakking van het glas (productiefout). Dit kan de isolatie van de collectoren beschadigen en dus de performantie beïnvloeden. Het lek moet worden opgespoord en gedicht.

2) Indien zich in een buiscollector (in een systeem van vacuümbuiscollectoren) condens vormt en de buis (zelfs gedeeltelijk) wit kleurt, wijst dit erop dat ze niet langer vacuüm is. De buis is dus niet meer geïsoleerd en dient te worden vervangen.

#### Tijdelijke en niet problematische condensvorming op vlakkeplaatcollectoren



#### Vacuümbuiscollector met beschadigde dichting (witte kleur) (links op de foto)



De vervanging of afdichting moet steeds door een installateur worden uitgevoerd.

### 4. VEILIGHEIDSVOORSCHRIFTEN

#### Beveiliging tegen verbranding

Na enkele dagen hevige zonnestraling kan de temperatuur in het opslagvat gemakkelijk oplopen tot 80 à 90 °C. Om te vermijden dat de verbuiker zich brandt, moet het opslagvat verplicht worden uitgerust met een temperatuurbegrenzer (een thermostatische mengkraan), die wordt ingesteld op maximum 60°C.

Deze kraan beperkt de temperatuur van het tapwater automatisch op 60°C. Bij deze temperatuur is verbranding uitgesloten, terwijl temperaturen van meer dan 60°C de huid zouden verbranden vóór men zelfs maar de kans krijgt zijn hand terug te trekken.

#### De legionellabacterie

De legionellabacterie is op een natuurlijke wijze in het stadswater aanwezig. In bepaalde omstandigheden kan ze zich ontwikkelen en het water besmetten. Dat gebeurt bij<sup>3</sup> :

- een groot volume stilstaand water (>400 l);

<sup>3</sup> Bron : Zie ook "Risico's verbonden aan de legionellabacterie", Hoge Raad voor Volkshygiëne, Frankrijk, 2001

- temperaturen tussen 25 en 43°C;
- kalkaanslag.

Sommige omgevingen vertegenwoordigen op dit gebied een verhoogd risico : stilstaande warmwaterleidingen, sanitaire kringlopen (houden een bepaald volume aan warm water in het distributienet), koeltorens, bubbelbaden, luchtbevochtigers, ...

Een besmetting met de legionellabacterie is niet specifiek voor de zonneboiler, maar is eigen aan alle installaties voor de verwarming van sanitair water.

**Opgelet** : Niet alle stilstaande water in huis is sanitair water. In een opslagvat met een rechtstreekse warmtewisselaar is het sanitaire volume erg klein (2 tot 4 liter). Bij een opslagvat uit twee delen – een voor de verwarming van het huis en een voor de verwarming van het sanitaire water – moet alleen dit laatste volume in aanmerking worden genomen. Het risico betreft uitsluitend het sanitaire water en is uitgesloten bij volumes van minder dan 400 liter.

Wanneer de legionellabacterie zich ontwikkelt en vermenigvuldigt, kan ze een ernstige aandoening, de veteranenziekte, veroorzaken, wanneer kleine deeltjes van het besmette water worden ingeademd door risicopersonen (diabetici, rokers, bejaarden, kankerpatiënten, ...). Het is niet bewezen dat het inslikken ook besmettingsgevaar zou inhouden.

Hoewel er zich nog geen problemen hebben voorgedaan in kleine warmwaterinstallaties (voor huishoudelijk gebruik), is voorzichtigheid geboden en gelden volgende voorzorgsmaatregelen:

<b>Voorzorgsmaatregelen</b>	
Aangewezen T°	Niet minder dan 50°C
Na een lange afwezigheid	Het opslagvat gedurende 10 minuten tot 60°C opwarmen, behalve indien het vat al heel warm is door hevige zonnestraling.
	Laat in elk geval steeds eerst warm water weglopen vooraleer een eerste stortbad te nemen.

De tijd die nodig is om de legionellabacterie uit te schakelen, is omgekeerd evenredig met de **temperatuur**<sup>4</sup> :

- 20 minuten op 55°C
- 6 minuten op 57.5°C
- 2 minuten op 60°C

<sup>4</sup> Idem



## 5. KALKAANSLAG IN HET OPSLAGVAT

De kalk in het stadswater zet zich op een natuurlijke wijze af bij temperaturen van meer dan 60°C. De warmtewisselaar bereikt vaak nog hogere temperaturen en daarom vormt er zich een kalklaag.

Op korte termijn heeft dit geen gevolgen voor de rentabiliteit van het systeem, want door de regelmatige uitzetting van het metaal van de wisselaar (die van 20°C naar 40° – 60° – 80°C gaat) verbrokkelt de kalklaag en valt ze in stukjes uit elkaar op de bodem van het vat.

Men kan deze kalkbrokjes alleen zien, wanneer het vat wordt geopend. Om een ophoping te vermijden, is het raadzaam om het vat om de 3 à 4 jaar te ledigen tijdens een onderhoudsbeurt.

**Op de warmtewisselaar vormt zich een kalklaag, die verbrokkelt door de uitzetting van het metaal.**



## 6. DRUKVAL IN HET PRIMAIRE CIRCUIT

Wanneer in een druksysteem de druk (2 bar in de onderstaande figuur) onder de referentiedruk valt, circuleert de warmtegeleidende vloeistof minder goed of zelfs helemaal niet meer.

Bij een visuele inspectie kan de druk worden geverifieerd : de druk (zwarte naald) in het circuit moet gelijk zijn aan of hoger dan de referentiedruk (rode naald).

Drukverlies kan aan twee oorzaken worden toegeschreven :

- Een lek in het primaire circuit.
- Een vloeistoflek via de veiligheidsklep.

**Manometer en veiligheidsklep**



**Veiligheidsklep (rode dop)**



Een installateur moet de oorzaak van de drukval vaststellen VOOR er nieuwe warmtegeleidende vloeistof in het systeem mag worden gepompt.

## 7. WERKING VAN DE ANODE

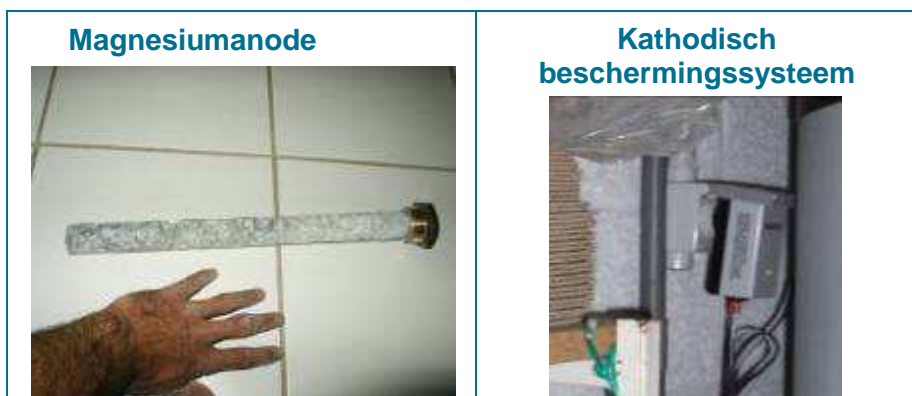
De anode beschermt geëmailleerde opslagvaten tegen corrosie.

De snelheid waarmee de anode slijt, is afhankelijk van het opslagvat (kwaliteit van het email), de waterhardheid (afhankelijk van de gemeente), de omvang van het opslagvat, de kwaliteit van het water, ...



De slijtage treedt niet op volgens een vast patroon, zodat een regelmatige follow-up nodig is. Wanneer de anode niet meer zou functioneren, heeft dit immers negatieve gevolgen voor de levensduur van het opslagvat.

Magnesiumanodes mogen uitsluitend door een installateur worden gecontroleerd. Een rood of een gedoofd verklikkerlampje van het kathodische beschermingssysteem wijst er waarschijnlijk op dat de anode moet worden vervangen (contacteer de installateur).



## 8. ENERGIEMETER

Zonder **energiemeter** is het niet eenvoudig om zelf de rentabiliteit van een zonnestelsel te bepalen. Het is **raadzaam** om zo'n toestel in uw installatie op te nemen, omdat het een realistische en snelle monitoring mogelijk maakt.

Een goede energiemeter bestaat uit :

- twee sensoren in een dompeltank, één aan elke kant van het opslagvat, op de in- en uitstroom van het primaire circuit;
- een volumetrische impulsdebietmeter;
- een controlestation dat de gegevens berekent en bewaart (in ideale omstandigheden is dit geïntegreerd in de regelmodule);
- een teller op de toevoerleiding van koud water naar het opslagvat.

Wanneer de pomp in werking is, wordt met regelmatige tussenpozen (minstens 30 seconden, afhankelijk van het systeem) het debiet gemeten met een elektrische impuls. Tegelijk wordt het temperatuurverschil van de warmtegeleidende vloeistof gemeten bij het in- en uitstromen van het vat. Het controlestation berekent en bewaart de energiehoeveelheid die in de loop van de tijd wordt opgeslagen.



Een teller op de leiding die het opslagvat met koud water bevoorraadt, houdt het volume (m<sup>3</sup>) verbruikt sanitair water bij.

Deze combinatie van metingen (zonnearmte en waterverbruik) vergemakkelijkt de follow-up van uw zonneboiler. U zal op elk moment kunnen verifiëren of de warmwaterproductie volstaat voor uw verbruik (performantiemeting). Het is dus een instrument bij uitstek waarmee u zelf uw totale energiebesparing kan berekenen. Bovendien zal zo elke eventuele storing snel aan het licht komen.

Aan de hand van de waterteller kan u daarnaast ook nog eens uw warmwaterverbruik opvolgen.

De beschreven instrumenten vertegenwoordigen een meerprijs van ongeveer 150 à 200 €; een kost die eveneens in aanmerking komt voor de premies en fiscale aftrek, omdat ze als een vast onderdeel van het zonnestelsel worden beschouwd.

## **9. WERKING VAN DE CIRCULTIEPOMP**

Zie hoofdstuk II, punt 2, in het schema.

## Samenvatting van de kwantitatieve en meetbare elementen

Follow-up (wat ?)	Nazicht (hoe en wanneer ?)	Contact opnemen met de installateur indien ... (actie)
Isolatie van het primaire circuit	Visuele inspectie, jaarlijks	- de isolatie komt los of vertoont slijtage aan de buitenkant
Mos of stof op de collectoren	Visuele inspectie, jaarlijks	
Condensatie op de collectoren	Visuele inspectie, maandelijks	- het condens verdwijnt niet meer
Kalkaanslag	Visuele inspectie door het openen van het opslagvat.	- de installatie is 3 à 4 jaar oud : plan een onderhoudsbeurt
Druk van het primaire circuit	Manometer : Druk moet constant blijven (op het niveau van de inbedrijfstelling), maandelijks	- de druk neemt merkbaar af
Niet functionele anode	Verklikkerlampje (elektrische anode) of leeftijd van de installatie (magnesiumanode), maandelijks.	- het verklikkerlampje is gedoofd of rood - of de installatie is 3 à 4 jaar oud : plan een specifieke onderhoudsbeurt van de installatie
Productie	- Energiemeter (indien aanwezig), zesmaandelijks	- Geen toename van de energieproductie van minimum 250 – 350 kWh per geïnstalleerde m <sup>2</sup> en per jaar (voor een installatie tussen 2 en 7m <sup>2</sup> ) : contact opnemen met de installateur en warmwaterverbruik meten (zie hoofdstuk 5).
	- Temperatuur op de bodem van het vat (indien er geen energiemeter aanwezig is), zesmaandelijks.	- Op een zonnige dag (juli – augustus) wordt op de bodem van het opslagvat geen 65 – 80 °C gemeten, (vóór het normale verbruik van de avond en zonder naverwarming) : contact opnemen met de installateur en warmwaterverbruik meten (zie hoofdstuk 5).
	- Teller van de bedrijfsuren, zesmaandelijks.	- Het aantal bedrijfsuren van een zonneboiler moet zich jaarlijks tussen 1.100 en 1.800 situeren. Een abnormaal laag aantal uren duidt op een probleem (collectoren of sensoren, contact opnemen met de installateur).
Werking van de circulatiepomp	- Delta t° tussen de instroom van het vat (vanuit de collectoren) en de uitstroom. - werking van de circulatiepomp  Maandelijks.	- de t° van de instroom is lager dan de t° van de uitstroom (vanuit het opslagvat)
		- bij hevige zonneschijn, t° instroom > t° uitstroom en de circulatiepomp functioneert niet (indien er geen warmte wordt geleverd door naverwarming).
		- de circulatiepomp functioneert 's nachts  - de circulatiepomp functioneert onophoudelijk
Debiet	Debietmeter	- bij zonnestraling is het debiet lager dan verwacht (onderhoudsboekje).



## HOOFDSTUK IV : ONDERHOUD VAN EEN ZONNEBOILER

De levensduur van een zonneboiler bedraagt minstens 20 jaar. Er zijn echter een aantal onderdelen die blootstaan aan slijtage en dus moeten worden nagekeken en eventueel vervangen.

Een zonneboiler vraagt weinig onderhoud, vooral wanneer de gebruiker de werking ervan goed begrijpt. Niettemin is, zoals voor elk systeem, een regelmatige onderhoudsbeurt door een vakman noodzakelijk.

### 1. ONDERHOUDSFREQUENTIE

Het jaarlijkse onderhoud bestaat voornamelijk uit een snel nazicht van de installatie (zie ook het vorige hoofdstuk).

Indien er geen reinigings- of onderhoudswerken dienen te gebeuren (zie punt 2), neemt dit een tiental minuten in beslag.

Gezien de korte duurtijd van het onderhoud is het kostenefficiënter, wanneer de vakman meteen ook alle andere systemen voor warmwaterproductie nakijkt (zonneboiler, verwarmingsketel, boiler, elektrische weerstand, schouw, ...).

Idealiter wordt dit onderhoud gepland bij het begin van de herfst, op het ogenblik dat de verwarming in huis wordt aangeschakeld.

Het jaarlijkse onderhoud van de verwarmingsketels op **huisbrandolie** (fiscaal aftrekbaar) is **verplicht**; de aangeraden onderhoudsfrequentie voor ketels op **gas** is tweejaarlijks.

### 2. TE INSPECTEREN ONDERDELEN

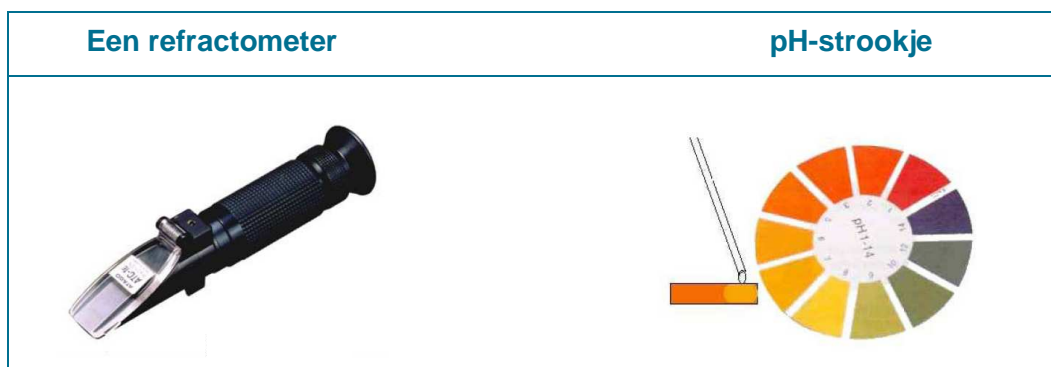
De belangrijkste onderdelen die bij een onderhoudsbeurt nagekeken dienen te worden, zijn :

#### Jaarlijks :

- De dichtheid en de kwaliteit van het antivriesmiddel (door het aftappen van een beetje warmtegeleidende vloeistof):

De dichtheid wordt gemeten met een refractometer of een dichtheidsmeter. Men dient erop toe te zien dat de reële dichtheid van het antivriesmiddel de warmtegeleidende vloeistof tegen vorst tot -25°C beschermt. De dichtheid is afhankelijk van de aard van het gebruikte antivriesmiddel.

Aan de hand van een pH-staafje wordt de kwaliteit van het genomen staaltje warmtegeleidende vloeistof gemeten. De waarde moet zich tussen 7 en 9 situeren. Een afname van de waarde is afhankelijk van het type vloeistof en het type installatie. De pH-waarde wordt in het onderhoudsboekje geschreven. Door het regelmatige nazicht van de vloeistof kan men de kwaliteit ervan van nabij volgen en de vloeistof tijdig vervangen.



- Systeemdruk:

Met een manometer wordt in een druksysteem de huidige druk vergeleken met die op het moment van inbedrijfstelling. Er mag zich geen drukval voordoen.

Om de 3 à 4 jaar :

- Kalkaanslag :

De kalk in het stadswater zet zich af op de warmtewisselaar in het opslagvat. Men kan die kalkaanslag alleen vaststellen, wanneer het opslagvat wordt geopend. Om een ophoping van kalkbrokjes te vermijden, is het raadzaam om het vat om de 3 à 4 jaar te ledigen tijdens een onderhoudsbeurt.

#### Kalk in het opslagvat : voor en na het ledigen.



- De staat van de (magnesium)anode :

Men maakt uitsluitend gebruik van anodes in geëmailleerde opslagvaten (zie ook hoofdstuk 3). Inox en synthetische vaten zijn niet onderhevig aan corrosie en hebben er dus geen nodig.

Het principe berust op het fenomeen dat een metaal met een lagere potentiaal (magnesium) de rol speelt van anode en op die manier het staal beschermt dat de rol speelt van kathode.

Wanneer de corrosiebestrijding gebeurt aan de hand van een magnesiumbescherminsanode, moet worden nagegaan of de anode niet volledig is opgelost, omdat anders de kathodische corrosiebescherming van het stalen wateropslagvat niet is gegarandeerd.

#### Nieuwe magnesiumanode (links) en een door corrosie aangetaste anode (rechts); de rechtse anode bevat nog steeds voldoende materiaal om het opslagvat te beschermen.



### 3. HET ONDERHOUD : DE VEREISTE TUSSENKOMSTEN

Bij problemen met de cruciale onderdelen is het raadzaam om er een in zonneboilers **gespecialiseerd vakman** bij te roepen, want de tussenkomsten vereisen een minimum aan technisch materiaal en kennis.

Samenvatting		
	Wanneer ?	Tussenkomst van de installateur
Dalende kwaliteit van het antivriesmiddel	Te lage dichtheid pH $\leq$ 7	Warmtegeleidende vloeistof vervangen (ledigen + hervullen). Datum van de vervanging opschrijven.
Niet functionele anode	Verklikkerlampje gedoofd / nazicht met de multimeter of visuele inspectie	Anode vervangen. Datum van vervanging opschrijven, want de snelheid waarmee de anode wordt aangetast, is afhankelijk van de kwaliteit (hardheid) van het water en van het verbruik en is dus voor elke zonneboiler verschillend.
Druk	Gemeten druk < druk bij inbedrijfstelling	<ol style="list-style-type: none"><li>1. De oorzaak van de drukval opsporen en verhelpen.</li><li>2. In het primaire circuit warmtegeleidende vloeistof bijvoegen tot de initiële druk opnieuw wordt bereikt. De gemeten druk opschrijven.</li></ol>
Kalk	Visuele inspectie (ophoping op de bodem van het vat)	Vat openen en de kalkresten van de bodem verwijderen (opzuigen).

Voor de follow-up van de hierboven beschreven parameters is een onderhoudsboekje onmisbaar. Hierin worden de gegevens opgetekend van de inbedrijfstelling (druk, type antivries) en van het tussentijds nazicht en onderhoud.

## HOOFDSTUK V : DE ZONNEDEKKING VERHOGEN

Dit hoofdstuk belicht verschillende manieren om de zonnedekking te verhogen. De beschreven oplossingen gaan ervan uit dat de regelmodules van zowel de zonneboiler als de naverwarming vooraf werden geoptimaliseerd (eerste prioriteit : zie hoofdstuk 2) en dat de installatie goed is onderhouden (zie hoofdstuk 3 en 4).

De hier voorgestelde adviezen hebben zowel betrekking op de materialen als op het verbruiksgedrag.

Eenzijds dient er aandacht te gaan naar efficiënt materiaal, maar anderzijds moet men zich ook bewust zijn van zijn eigen verbruiksgewoontes en de energiekost ervan.

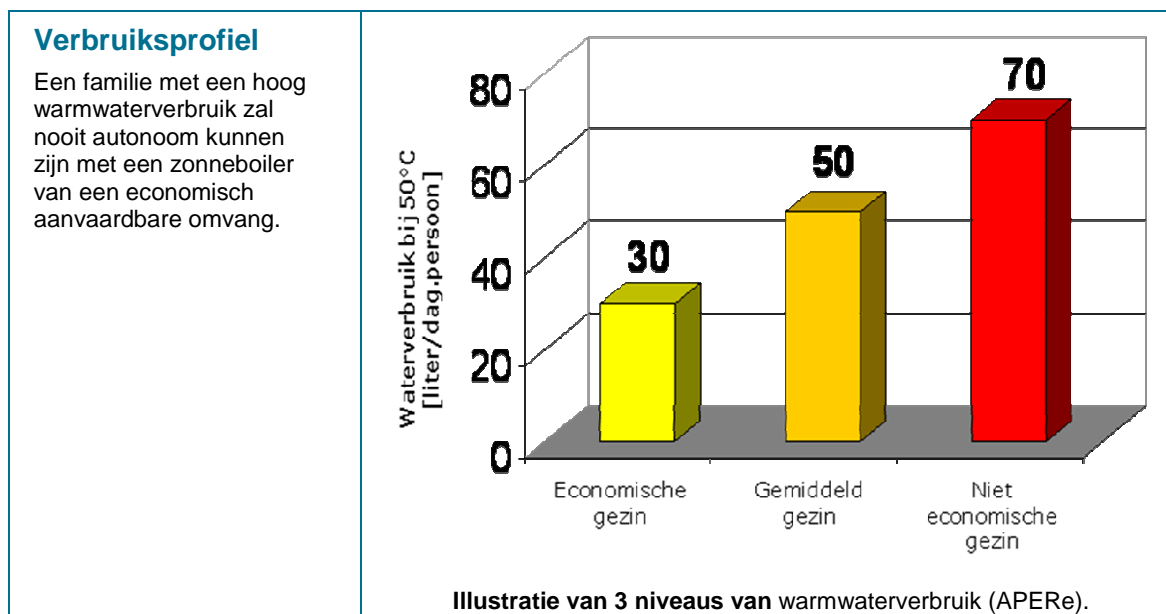
Dit hoofdstuk stelt u een paar dagelijkse routinehandelingen voor, waarmee u, eenmaal u ze zich heeft eigen gemaakt, ten volle de zonnedekking kan benutten.

Een gezin van 4 personen met een **aanvaardbaar**<sup>5</sup> warmwaterverbruik, dat gebruik maakt van 4 – 5 m<sup>2</sup> op het zuiden gerichte zonnecollectoren en een opslagvat van 300 l, moet gedurende **3 à 4 maanden per jaar volledig autonoom** kunnen zijn (van mei tot augustus).

### 1. HET VERBRUIK METEN EN KENNEN

Eenmaal de zonneboiler is geplaatst, kan alleen het warmwaterverbruik de zonnedekking nog beïnvloeden.

De eerste stap is dus het (warmwater)verbruik meten, om het daarna te kunnen beheersen. De tweede is meteen ook de moeilijkste stap, want hij impliceert dat we kritisch nadenken over bepaalde gewoontes in ons verbruikspatroon.



De onderstaande tabel is louter bedoeld als voorbeeld. Men kan er de cijfers van zijn eigen "huishoudelijke audit" in kwijt.

<sup>5</sup> Een verbruik van 20 à 30 liter warm water van 50°C per persoon per dag wordt beschouwd als een aanvaardbaar verbruik.



<b>Schatting van het verbruik op 55°C (gemiddeld gezin van 4 personen)</b>			
Verbruikstype	Hoeveelheid (l)	Aantal/dag	Totaal volume
<i>Douche</i>	30	3	90
<i>Bad</i>	80	1	80
<i>Vaat met de hand</i>	4	4	16
<i>Handen wassen</i>	1.5	8	12
<i>Vaatwasser</i>	20	1	20
<i>Divers keukenverbruik</i>	1.5	10	15
<i>Poetsen</i>	10	0.5	5
Totaal	<b>238</b>		
Nuttige energie	<b>11.9 kWh = Totaal / 20</b> (want er is 1kWh nodig om 20 l op te warmen tot 55°C)		

Enkele vanzelfsprekende factoren :

- Een stortbad verbruikt veel minder dan een bad (mogelijke besparing 50 liter per dag).
- Met een vaatwasser van het type AAA op het meest zuinige<sup>6</sup> programma (~= 10 liter) kan bijkomend ~= 9 liter per dag worden bespaard.

Bepaalde andere handelingen verbruiken veel warm water zonder echte meerwaarde. Het gaat om het snelle aftappen van kleine hoeveelheden warm water, waarbij de energie voor het grootste deel in de buizen verloren gaat :

- Omspoelen van een mes, een kopje, de gootsteen, ... : is goed voor 15 liter besparing, wanneer het met koud water gebeurt.
- Handen wassen : is goed voor 12 liter besparing, wanneer het met koud water gebeurt.

Het gezin uit ons voorbeeld kan door eenvoudigweg bepaalde gewoonten te veranderen, in totaal bijna 90 liter water per dag (39 %) op warm water besparen.

Op die manier stijgt de zonnedekking van 50 naar 70 % per jaar en de energiebesparingen volgen dezelfde trend.

## 2. HET VERBRUIK BEHEERSEN

Het loont om zijn verbruiksgewoonten aan te passen voor een rationeler warmwaterverbruik. Met enkele kleine veranderingen bespaart men water, terwijl men toch niet inboet op zijn gebruiksgemak.

### Tips om zijn gewoonten te veranderen

- De kranen goed sluiten (en mengkranen op de stand “koud” zetten : zie kader hieronder).
- De kranen controleren op lekken.
- Niet voor elk huishoudelijk klusje de warmwaterkraan opendraaien (omspoelen van een vork of glas, een schoteldoek bevochtigen, ...).
- Kinderen kunnen samen baden.
- Plaats de zonneboiler zo dicht mogelijk bij de aftappunten (er hoeven bovendien niet overdreven veel aftappunten te zijn).
- Als er een apart circuit bestaat voor sanitair warm water, moet dat volledig worden afgezonderd en (met een programmeerbare tijds klok) zo worden geregeld dat de warmwatercirculatie niet werkt als er niemand thuis is.

<sup>6</sup> Het is niet steeds het “ecologische” vaatwasprogramma dat het meeste kWh en water bespaart. Lees dus aandachtig de handleiding. Laat u niet misleiden, want het programma “half vol” verbruikt in verhouding tot de hoeveelheid vaat meer water en energie.



## Mengkranen

Voor een hoop huishoudelijke klusjes volstaat koud water. Een mengkraan in de centrale stand geeft lauw water en vraagt dus ook de toevoer van warm water.

Door de mengkraan na elk gebruik opnieuw in de koude stand te zetten, sluit men het ongewild en onnodig verbruik van warm water uit.

De geschatte besparing bedraagt 150 kWh, per jaar per mengkraan.



## Klein materiaal

- Vervang de traditionele douchekop (10 à 18 l/min) door een zuinige met laag debiet (5 à 7 l/min)
- Isoleer alle warmwaterleidingen (ook alle bochten) over hun volledige lengte
- Plaats op kranen straalbrekers die een groter bevochtigend vermogen hebben voor een kleinere hoeveelheid water (zie kader hieronder)
- Rust bad en douche uit met een thermostatische mengkraan.

## Straalbrekers

Straalbrekers zijn heel goedkoop (beschikbaar op alle nieuwe kranen), eenvoudig te installeren, overal verkrijgbaar en ze verminderen het waterverbruik, terwijl ze het verbruik comfort verhogen.

De geschatte besparing bedraagt 50 kWh per jaar en per kraan.



## 3. DE ZON BENUTTEN

Wie een zonneboiler bezit, springt anders om met zijn warm water en kan bijkomend besparen zonder op zijn gebruiksgemak te moeten inboeten, bijvoorbeeld tijdens de zomermaanden. Het is echter mogelijk om nog verder te gaan en de zonneboiler nog efficiënter in te zetten.

### Wasmachine aansluiten op het warme water

Het is mogelijk om de wasmachine rechtstreeks aan te sluiten. Zo kan 50 à 60% worden bespaard op elektriciteit (een wasmachine verbruikt 80% van de elektriciteit om het water op te warmen), indien aan 2 voorwaarden is voldaan :

- er is een rechtstreekse toevoer van warm water (begindebiet van het koude water is minder dan 2 l);
- een mengsysteem op de toevoer van het warme water vermijdt dat de machine het delicate wasgoed op 60°C zou wassen; het mengsysteem is niet nodig wanneer de machine zelf met een dergelijk systeem is uitgerust.

Tegenwoordig zijn wasbeurten op 90°C en meer niet meer nodig, maar volstaat 30-40°C voor de dagelijkse wasjes.



## Vaatwasser aansluiten op het warme water

Net als wasmachines kunnen vaatwassers rechtstreeks worden aangesloten, indien de machine een watertoevoer van 60°C aankan (dat is het geval voor de meeste machines; raadpleeg de handleiding).

Een mengsysteem is in dit geval niet noodzakelijk, maar er moet aan enkele voorwaarden worden voldaan om merkbare besparingen te kunnen realiseren :

- er is een rechtstreekse toevoer van warm water (begindebiet van het koude water is minder dan 2 l);
- een toevoerleiding voor het warme water die aan temperaturen van meer dan 60°C weerstaat (zich informeren bij de aankoop).

### Wasmachine / vaatwasser

De wasmachine en de vaatwasser kunnen rechtstreeks op het warme water worden aangesloten.

Zo wordt de zonne-energie optimaal benut en wordt op de energiefactuur bespaard.

**Zelfs tijdens de winter, wanneer de zonneboiler minder produceert, blijft het vanuit financieel en energie-oogpunt interessant om de toestellen rechtstreeks aan te sluiten.**

De foto is een illustratie van het mengsysteem dat noodzakelijk is voor de aansluiting van de wasmachine.



## HOOFDSTUK VI : BESLUIT

Het is uiterst eenvoudig om een beroep te doen op de zon om gratis zijn eigen warm water te produceren. Met deze gids willen we de gebruiker wegwijs maken, want hoewel het zonnestelsel eenvoudig en efficiënt is, blijft een minimum aan follow-up noodzakelijk.

Door de raadgevingen voor het monitoren en het onderhoud van uw zonneboiler na te leven, kan u de levensduur van uw systeem aanzienlijk verlengen en de efficiëntie ervan doen toenemen.

Naast alle technische redenen om zonne-energie te gebruiken, zal u trouwens enorm veel plezier beleven aan het eenvoudige feit van een “zonedouche” te kunnen nemen en zich de zon toe te eigenen, zodra ze zich toont.



### Wie meer wil weten :

De infofiches van Leefmilieu Brussel :

- Infofiche Energie : De zonneboiler (Hernieuwbare energie n°4)
- Infofiche Verwarming : Optimale afstelling van de verwarming (Verwarming n°7)
- Infofiche Warm water :
  - o Een nieuwe verwarmingsketel kiezen (Warm water n°1 )
  - o Energiebronnen voor warmwaterproductie (Warm water n°2)
  - o Onderhoud van een warmwaterinstallatie (Warm water n°4)

Atelier de la rue Voot, Vademecum zonnetechnieken, 2008.

Webstek [www.apere.org](http://www.apere.org)

Gedragscodex voor de installatie van zonneboilers, technische informatienota (NIT 212), CSTC, juni 1999.



# INHOUDSOPGAVE

<b>HOOFDSTUK I : INLEIDING .....</b>	<b>4</b>
1. ZONNE-ENERGIE, EEN NATUURLIJKE, HERNIEUWBARE ENERGIEBRON .....	4
2. ZONNESTRALING IN BRUSSEL .....	5
3. HET ZONLICHT OPVANGEN .....	7
4. DE WARMTE OPSLAAN .....	7
<b>HOOFDSTUK II : WERKING VAN EEN ZONNEBOILER .....</b>	<b>8</b>
1. DE ONDERDELEN VAN EEN ZONNEBOILER.....	8
2. DE REGELMODULE VAN HET ZONNESYSTEEM .....	9
3. DE REGELMODULE VAN DE NAVERWARMING .....	9
4. DE ZONNEDEKKING.....	11
<b>HOOFDSTUK III : DE FOLLOW-UP / PROBLEMEN MET DE ZONNEBOILER .....</b>	<b>13</b>
1. ISOLATIE VAN DE LEIDINGEN .....	13
2. REINIGING VAN DE COLLECTOREN .....	13
3. CONDENS OP DE GLASPLAAT VAN DE COLLECTOR.....	14
4. VEILIGHEIDSVORSCHRIFTEN.....	14
5. KALKAANSLAG IN HET OPSLAGVAT .....	16
6. DRUKVAL IN HET PRIMAIRE CIRCUIT .....	16
7. WERKING VAN DE ANODE .....	16
8. ENERGIEMETER.....	17
9. WERKING VAN DE CIRCULTIEPOMP .....	18
<b>HOOFDSTUK IV : ONDERHOUD VAN EEN ZONNEBOILER.....</b>	<b>20</b>
1. ONDERHOUDSFREKWENTIE.....	20
2. TE INSPECTEREN ONDERDELEN .....	20
3. HET ONDERHOUD : DE VEREISTE TUSSENKOMSTEN .....	22
<b>HOOFDSTUK V : DE ZONNEDEKKING VERHOGEN .....</b>	<b>23</b>
1. HET VERBRUIK METEN EN KENNEN .....	23
2. HET VERBRUIK BEHEERSEN.....	24
3. DE ZON BENUTTEN .....	25
<b>HOOFDSTUK VI : BESLUIT.....</b>	<b>27</b>
<b>INHOUDSOPGAVE .....</b>	<b>28</b>

INFO



02 775 75 75  
www.leefmilieubrussel.be

Redactie : APERe vzw

Leescomité : APERe vzw, An VERSPECHT, Cédric Nathanaël HANCE

Verantwoordelijke uitgevers : J.-P. Hannequart & E. Schamp – Gulledelle 100 – 1200  
Brussel

Andere inlichtingen : [www.apere.org](http://www.apere.org)

