

GROTE THERMISCHE ZONNESYSTEMEN

Onderhoudsgids voor de technische of energieverantwoordelijke



Versie juni 2009

Voor meer inlichtingen :
www.leefmilieubrussel.be
> Professionelen

Leefmilieu Brussel
02 775 75 75



GROTE THERMISCHE ZONNESYSTEMEN

Onderhoudsgids voor de technische of energieverantwoordelijke

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK I : INLEIDING	4
HOOFDSTUK II : WERKING VAN EEN GROTE ZONNEBOILER.....	6
HOOFDSTUK III : GEBRUIK EN ONDERHOUD.....	11
HOOFDSTUK IV : FOLLOW-UP VAN DE INSTALLATIE.....	26
BIJLAGEN : OMREKENTABEL VOOR DE CONTROLE VAN DE NORMEN EN VOORSCHRIFTEN BETREFFENDE OP MAAT GEBOUWDE THERMISCHE ZONNESYSTEMEN.....	28
INHOUDSTAFEL	33

INHOUD

Deze gids bevat de onderhoudsvorschriften voor grote thermische zonnepstemen. Het betreft voornamelijk installaties met een externe warmtewisselaar.

DOEL

De gids vormt een leidraad voor het onderhoud van een waterverwarmingssysteem op zonne-energie en is bedoeld voor de verantwoordelijke van een tertiair gebouw of een gebouw voor collectieve huisvesting dat is uitgerust met zo'n installatie. De verschillende stappen van het nazicht en onderhoud worden chronologisch beschreven.

Zonnepstemen voor de verwarming van gebouwen vallen buiten het kader van deze handleiding.

DOELPUBLIEK

Technische of energieverantwoordelijken



HOOFDSTUK I : INLEIDING

1. ALGEMEEN

Waarom zonne-energie gebruiken

Zonnestraling is gratis en in ruime mate beschikbaar en is bovendien een hernieuwbare energiebron.

Zonne-energie is onschadelijk en onuitputtelijk. Ze is milieuvriendelijk, draagt bij tot het behoud van onze energiebronnen en veroorzaakt geen afval of verontreiniging.

Niet alleen heeft warm tapwater een aanzienlijke milieu-impact en draagt het bij aan de vorming van broeikasgas, het vormt tevens een niet te verwaarlozen kostenpost op de energiefactuur van een gebouw, waarop dankzij zonne-energie kan worden bespaard.

Al verscheidene jaren staat de technologie op punt om deze energie op te vangen en tot nuttige warmte om te vormen.

Oorsprong van zonne-energie

De zon verspreidt enorme hoeveelheden energie gelijkmatig in de ruimte.

Het geheel van stralingen die het aardoppervlak bereiken, bestaat uit :

- directe straling, rechtstreeks afkomstig van de zon en zichtbaar bij helder weer.
- diffuse straling, veroorzaakt door de verstrooiing van het licht in de atmosfeer, voornamelijk als gevolg van het wolkendek.

De jaarlijkse straling per m² bedraagt in België 1.000 kWh (wat overeenkomt met de energetische waarde van 100 liter huisbrandolie of 100 m³ gas). Een fractie van 60 % van deze invallende straling bereikt ons (in Brussel) onder de vorm van diffuse straling.

Een thermische zonnecollector kan dus logischerwijze 40 tot 60 % van de invallende straling onder de vorm van warmte recupereren.

2. INTEGRATIE IN EEN BESTAAND WATERVERWARMINGSSYSTEEM

Bij de plaatsing van een zonneboiler moet rekening worden gehouden met de technische beperkingen (beschikbare ruimte, oriëntatie van het dak, ...) en met de mogelijkheden die het bestaande verwarmingssysteem biedt (voor een plaatsing na de bouw).

De technische en/of architecturale beperkingen en mogelijkheden betreffen voornamelijk:

- voor de plaatsing van collectoren: beschikbare oppervlakte, oriëntatie, schaduw, toegankelijkheid, draagkracht van het dak, ...,
- voor de plaatsing van een of meer wateropslagvaten: beschikbare ruimte, toegankelijkheid, integreerbaarheid in het bestaande systeem, ...,

Plaatsing van zonnecollectoren

De ideale plaats voor zonnecollectoren is het dak, in een hellingshoek van ongeveer 40° en volledig op het zuiden gericht.

Wanneer zonnecollectoren op een plat dak worden geplaatst, moet het dakoppervlak groter zijn dan de totale oppervlakte van de collectoren om te vermijden dat een rij collectoren schaduw zou werpen op een volgende rij. Voor panelen met een lengte van 2 m en een hoogte van 1 m moet de afstand tussen de rijen minstens 3 m bedragen.

Soms vereist de plaatsing van zonnecollectoren dat het dak wordt verstevigd om de extra belasting te kunnen dragen.

Plaatsing van wateropslagvaten

Wateropslagvaten, warmtewisselaars en andere hydraulische onderdelen van het thermische zonnesysteem worden idealiter zo dicht mogelijk bij de ketel geplaatst (foto's 1 en 2).

Leidingen

De leidingen van het primaire circuit, dat de collectoren en de warmtewisselaar(s) verbindt (zie figuur 1, hoofdstuk 2), kunnen in de bestaande technische schachten van het gebouw worden geleid (foto 's 1 en 2). De buizen moeten worden geïsoleerd. Indien ze aan de buitenkant van het gebouw worden gemonteerd, zal er een dikkere isolatie nodig zijn en moeten de buizen extra worden beschermd tegen aanvallen van vogels en tegen het zonlicht (ultraviolet).



Foto's 1 en 2 : Een technische schacht verbindt het dak met de kelder

HOOFDSTUK II : WERKING VAN EEN GROTE ZONNEBOILER

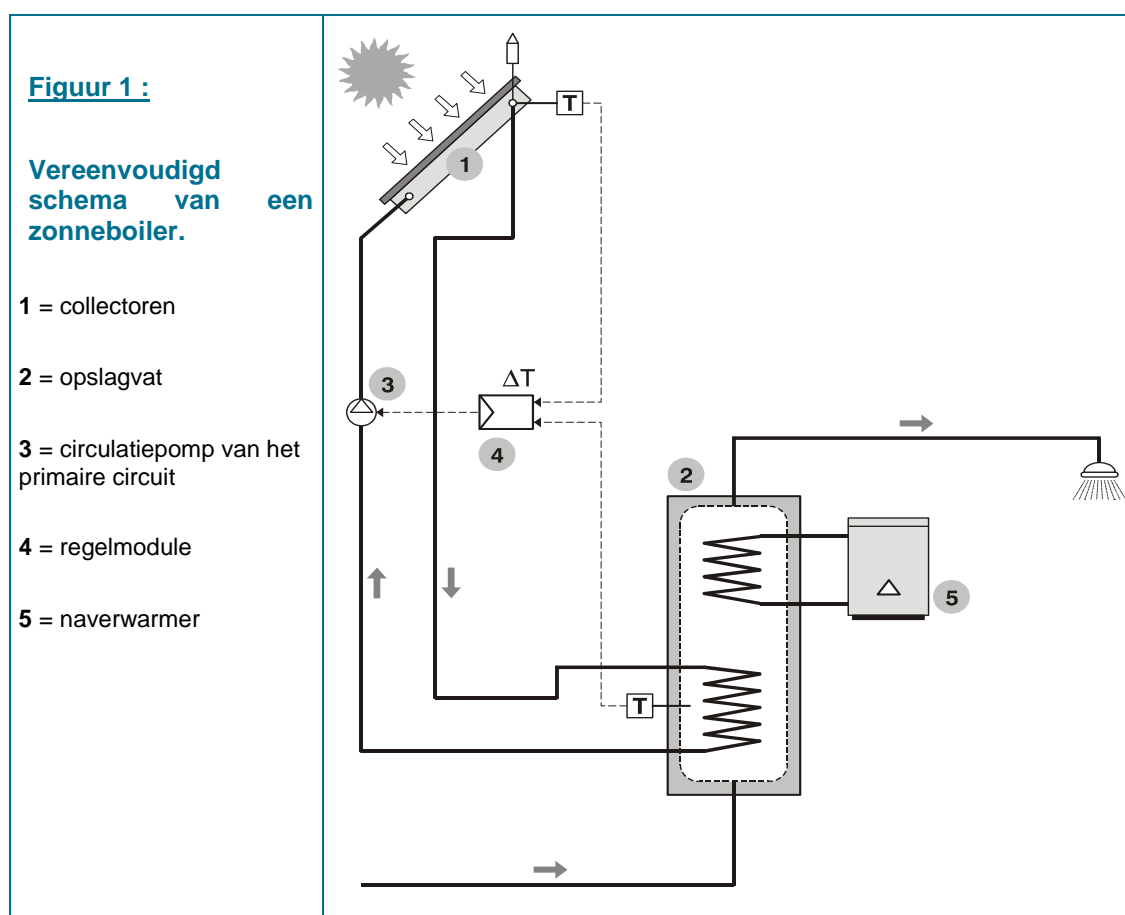
1. WERKINGSPRINCIPES EN SYSTEEMTYPES

Een zonneboiler is een geïntegreerd systeem om sanitair water te verwarmen met zonnestraling.

Het systeem werkt als volgt (zie figuur 1) : de absorbers in de zonnecollectoren (1) vangen de zonnestraling op en geven ze weer af aan een vloeistof die door de collectoren stroomt. Het primaire circuit verbindt de collectoren met één of meer wateropslagvaten (2), waarin het sanitair warm water, klaar voor gebruik, wordt gestockeerd.

De circulatiepomp (3) en de regelmodule (4) besturen het systeem in functie van de hoeveelheid zonnestraling en het warmwaterverbruik.

De zonnecollectoren kunnen nooit gedurende een heel jaar aan de vraag naar sanitair warm water voldoen. Daarom is er een naverwarmer (5) nodig, die het voorverwarmde water op de gewenste temperatuur houdt, onafhankelijk van de kracht van de zon.



1.1. De zonnecollectoren

Voor de verwarming van sanitair water kiezen we vlakkeplaatcollectoren. Vacuümbuiscollectoren zijn immers meer geschikt voor toepassingen waar hoge temperaturen moeten worden bereikt of wanneer de dakoppervlakte erg klein is. Vacuümbuiscollectoren bieden een hogere energieopbrengst per oppervlakte, maar zijn veel duurder dan de vlakkeplaatcollectoren.

1.2. Het primaire circuit

Het primaire circuit (zwarte cirkel in figuur 2) is een gesloten systeem van meestal koperen buizen, dat de zonnecollectoren verbindt met een warmtewisselaar aan de buitenkant van het wateropslagvat.

Zo'n externe warmtewisselaar is typisch voor grote zonnesystemen met een collectoroppervlak van meer dan 30 m². Het hogere energievermogen vereist inderdaad een groter uitwisselingoppervlak. Nochtans zijn vaak ook zulke grote systemen uitgerust met opslagvaten met een interne warmtewisselaar. De leverancier zal bij deze keuze advies kunnen geven.

Het primaire circuit van een druksysteem is volledig gevuld met een warmtegeleidende, vorstbestendige vloeistof. Bij een leegloopsysteem kan er ook worden gewerkt met water zonder antivries. Er is dan geen expansievat nodig, omdat het primaire circuit niet onder druk staat, maar tussen de zonnecollectoren en het opslagvat moet er wel een plaats worden voorzien voor het leegloopvat, waarin de warmtegeleidende vloeistof kan worden opgevangen. De keuze tussen een systeem onder druk of een leegloopsysteem kan worden gemaakt bij de opstelling van het aanbestedingsdossier of zelfs nog op het moment van de toewijzing.

Een primair circuit bestaat uit volgende onderdelen (zie figuur 2 en 3) :

- een veiligheidsklep met manometer; in geval van oververhitting wordt hierlangs de overdruk afgelaten. Om ervoor te zorgen dat er geen giftige lozingen in de riolering terechtkomen, staat de klep in verbinding met een terugloopvat, waarin de warmtegeleidende vloeistof met antivries wordt opgevangen.
- een expansievat, langs de kant waar de circulatiepomp aanzuigt, vangt de volumeschommelingen op en recycleert de warmtegeleidende vloeistof die in geval van oververhitting uit de collectoren loopt.
- een circulatiepomp verzekert de doorstroming van de warmtegeleidende vloeistof in het circuit.
- een manuele ontluchtingskraan ; tijdens het aanvullen of bij onderhoudsbeurten wordt hierlangs in het hoogste deel van het circuit lucht afgelaten.
- een terugslagklep vermijdt dat er zich een thermische tegenstroom zou vormen, die een afkoeling in het opslagvat tot gevolg zou hebben.
- verschillende afsluitkleppen (enkele voorbeelden zijn groen omcirkeld), waarmee tijdens onderhoudsbeurten of herstellingswerkzaamheden de belangrijkste onderdelen van het systeem kunnen worden geïsoleerd.
- een kraan (onderste groene cirkel) waarlangs de warmtegeleidende vloeistof wordt aangevuld of afgetapt.

1.3. Overdrachtscircuit

Het overdrachtscircuit bevindt zich net voor de opslagvaten (in het midden van de rode cirkel in figuur 2) en verbindt het primaire (zwarte cirkel) met het sanitaire circuit (blauwe cirkel). Het bestaat uit volgende onderdelen:

- een afsluitklep waarmee de zonneboiler wordt gescheiden van de warmwaterdistributie.
- een veiligheidsklep (oranje cirkel) die het systeem tegen overdruk beschermt.
- een kraan waarlangs het systeem kan worden geledigd (d.i. de reinigungsset op de afbeelding).

Ter hoogte van de externe warmtewisselaar kan het risico op lekken van de warmtegeleidende vloeistof uit het primaire circuit nooit volledig worden uitgesloten. Het stadswaternet moet dus extra worden beschermd tegen verontreiniging en daarom wordt de toevoer uitgerust met :

- een niet controleerbare afsluitkraan met drukdifferentiaal, die de terugloop van sanitair water uit het opslagvat naar het stadswaternet verhindert. De afsluitkraan, de ventielen en de aftapkraan zijn verbonden met terugloopvaten voor de warmtegeleidende vloeistof. Door de hoge toxiciteit ervan is de rechtstreekse afvoer naar de riolering immers verboden.



- een wateropslagvat dat wordt opgewarmd door de warmtewisselaar van het overdrachtscircuit (rode cirkel) en waarin het warme tapwater tijdelijk kan worden gestockeerd.

Het sanitaire circuit (blauwe cirkel) omvat verder nog :

- een thermostatische aan/uit klep (niet afgebeeld) meet de temperatuur van het water dat uit het opslagvat stroomt en zal het in functie hiervan leiden naar ofwel een naverwarmer ofwel de plaats van verbruik.
- via een leiding, die is uitgerust met een terugslagklep en een circulatiepomp, stroomt het sanitair warm water van het opslagvat naar de waterverdeelkranen.

Bij hevige zonnestraling (in de zomer) kan de temperatuur van het sanitaire water in de opslagvaten hoger oplopen dan de maximaal toegestane. Om te vermijden dat de gebruiker zich zou branden, wordt de installatie daarom meestal uitgerust met een thermostatische driewegkraan¹. Die zorgt ervoor dat er koud water wordt toegevoegd, zodat de maximum temperatuur niet boven de richtwaarde kan stijgen.

1.4. Regelmodule (niet geïllustreerd op onderstaande afbeeldingen)

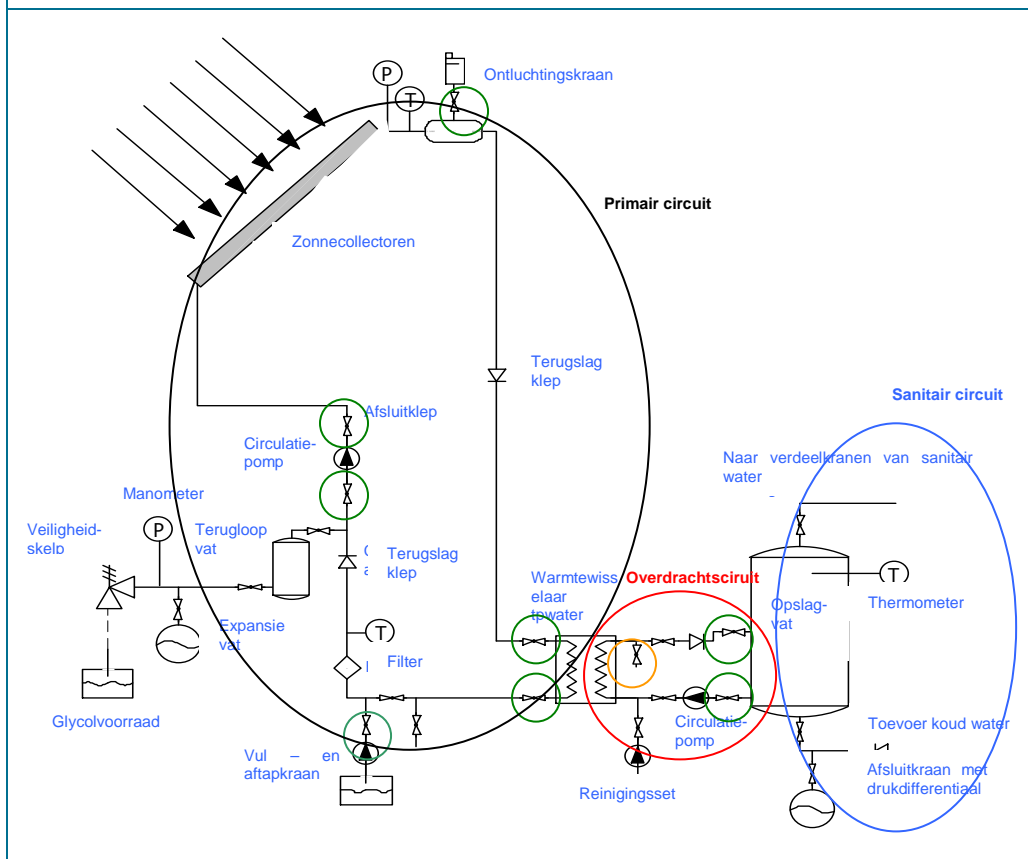
De thermische zonne-installatie is volledig geautomatiseerd. Het systeem omvat verschillende regelmechanismen (meestal in één behuizing bijeengebracht) met onder andere een regelmodule voor het primaire circuit dat de circulatiepomp aanstuurt, één voor het overdrachtscircuit en één voor de circulatiepompen van de naverwarmer en de warmwaterverdeling.

We onderscheiden twee types waterboilers :
- het eerste is een druksysteem (figuur 2),
- het tweede is een leegloopsysteem onder atmosferische druk (figuur 3).

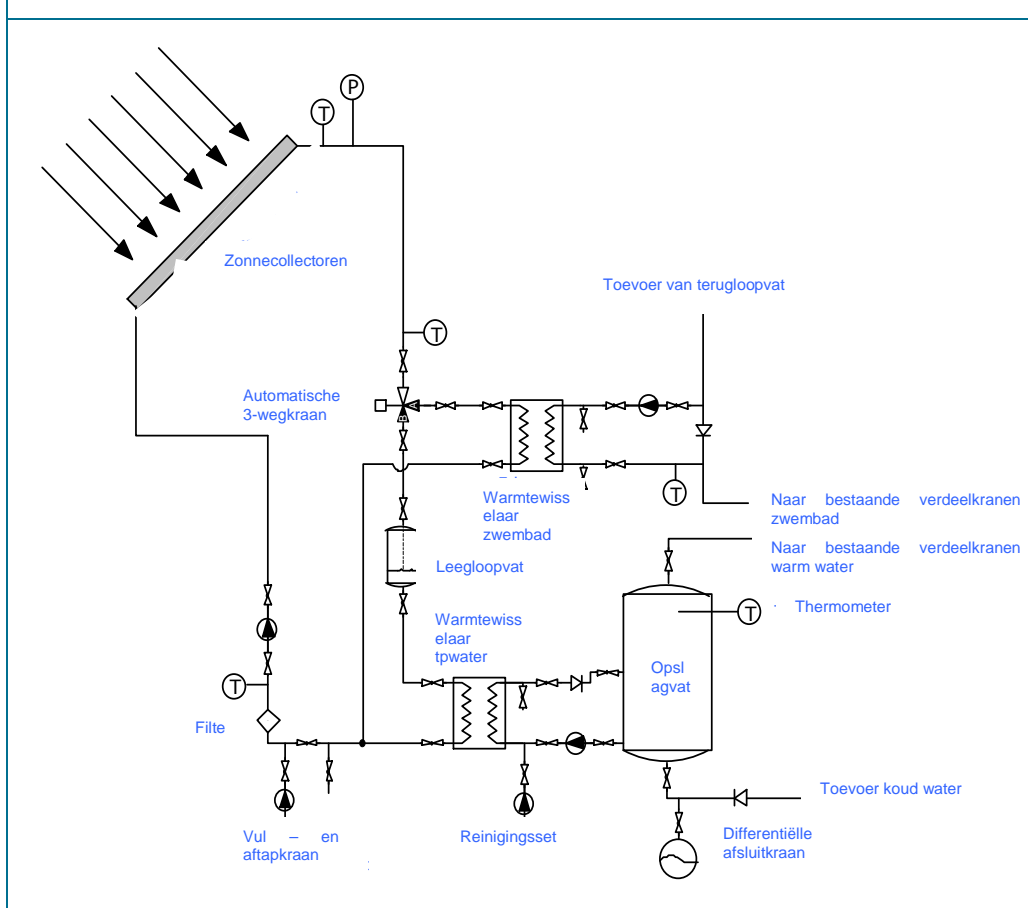
In het tweede geval wordt het circuit niet onder druk gezet en wanneer het systeem niet in werking is, wordt de warmtegeleidende vloeistof afgetapt in een leegloopvat om ze tegen vorst te beschermen.

¹ De driewegkraan wordt niet opgelegd door de normering.

Figuur 2 : Schema van een zonnestelsysteem met pompcirculatie / druksysteem (courant systeem)



Figuur 3 : Schema van een leegloopsysteem met zwembadverwarming



2. DIMENSIONERING

Basisregels voor de dimensionering van een zonneboiler

De dimensionering van een zonneboiler gebeurt op basis van een schatting van enerzijds de energiebehoefte voor de verwarming van sanitair water en anderzijds de beschikbare zonne-energie.

Deze oefening impliceert verscheidene hypothesen met als grondslag een economische levensduur voor een zonne-installatie van 25 jaar.

Het doel is de behoefte aan zonne-energie te berekenen op basis van belangrijke parameters als het totale warmwaterverbruik, het verbruiksprofiel en de verbruikstemperatuur.

HOOFDSTUK III : GEBRUIK EN ONDERHOUD

Het regelmatige onderhoud garandeert een optimale werking van de installatie en vermijdt storingen en pannes. Het draagt dus ook bij tot besparingen op herstellingen.

Neem in geval van problemen steeds contact op met uw installateur.

Het is raadzaam om heel regelmatig het kathodische beschermingssysteem of de druk in het primaire circuit na te kijken. Het nazicht van de andere onderdelen kan minder frequent gebeuren, bijvoorbeeld drie- of zesmaandelijks. Jaarlijks moet er een volledig onderhoud van de installatie plaatshebben.

1. MAANDELIJKS NAZICHT

Nazicht van de druk in het primaire circuit (specifiek voor druksystemen)

Doel	Nakijken of het drukniveau in het primaire circuit juist is. Een te lage druk wijst erop dat er onvoldoende warmtegeleidende vloeistof in het primaire circuit zit. Wanneer de druk te hoog is, bestaat het risico dat de veiligheidsklep opengaat.
Werkwijze	Het drukniveau aflezen van de manometer van het primaire circuit.
Duur	< 5 minuten

De minimale druk is die welke het mogelijk maakt om de manometrische hoogte van de installatie te overbruggen (ongeveer 1 bar per 10 meter hoogte) met een bijkomende veiligheidsmarge van 0,5 bar.

Het is aangewezen om de circulatiepompen af te zetten voor de druk wordt afgelezen. Vergewis u ervan dat de manometer wel degelijk de relatieve druk weergeeft (de manometer moet op nul staan bij atmosferische druk). Schrijf de drukwaarde en temperatuur in het onderhoudsboekje.

Wanneer de druk in de installatie te laag is, moet er warmtegeleidende vloeistof worden bijgevoerd.

Opmerking : De druk is afhankelijk van de temperatuur. De druk in een koude installatie is de vuldruk. Wanneer de temperatuur in de installatie stijgt, neemt ook de druk toe. De maximale toegestane druk in het primaire circuit moet (ongeveer 10 %) kleiner zijn dan de belasting die de veiligheidskleppen kunnen dragen (de kleppen beschermen het meest kwetsbare onderdeel van de installatie).



Foto 3 : De manometer geeft de druk in het primaire circuit weer. (Veiligheidsklep = rode dop)

De afmeting van het expansievat wordt berekend afhankelijk van de manometrische hoogte van het circuit en van de oppervlakte van de collectoren. Het is aan te bevelen dat in een koude installatie de druk 0,2 bar hoger is dan de vuldruk van het expansievat (zie ook het 7^e punt van paragraaf 4 hieronder : het jaarlijkse nazicht van de vuldruk van het expansievat).

Nazicht van het kathodische beschermingssysteem

Doel	Nakijken of de anode van het kathodische beschermingssysteem correct functioneert.
Werkwijze	Nazicht van de verklikkerlampjes op de anode. In geval van defect, nazicht van de anode in het opslagvat (ledigen van de installatie)
Duur	< 1 minuut indien alleen de verklikkerlampjes worden gecontroleerd Indien er een probleem wordt vastgesteld, zal de duur afhangen van de storing (ledigen van de installatie)

Indien de opslagvaten zijn uitgerust met een kathodisch beschermingssysteem (m.a.w. wanneer het vat bestaat uit geëmailleerd staal), moet de werking van de anodes worden gecontroleerd. Hiervoor dienen de verklikkerlampjes van de anode (groen / rood knipperlicht). Indien het verklikkerlampje niet brandt of indien het rood knippert, moeten de volgende punten worden nagekeken :

Indien het verklikkerlampje niet brandt :

Verifieer de aansluitingen van de anode en controleer of ze gelijkstroomvoeding krijgt. Meet de spanning met een multimeter. Haal er een elektricien bij, wanneer de spanning geen 230 V bedraagt en wanneer dit niet het gevolg is van een algemene stroompanne. Maak notities over de eventuele problemen in het onderhoudsboekje.

Indien het verklikkerlampje rood knippert :



Verifieer de aansluitingen van de anode en controleer of ze gelijkstroomvoeding krijgt. Controleer vervolgens de staat van de anode in het opslagvat². Hiervoor dient de installatie te worden stilgelegd.

Foto 4 : Anode van het kathodische beschermingssysteem

Werkwijze :

- De stroomtoevoer van de anodes en van het opslagvat onderbreken
- De stadswatertoevoer van het opslagvat onderbreken
- Het opslagvat ledigen door tegelijk de reinigungsset en een warmwaterkraan open te draaien (daarmee wordt een luchttoevoer gecreëerd).
- De kranen sluiten.
- Het inspectieluik van het opslagvat openen.
- De anodes inspecteren : wanneer ze zijn beschadigd, moeten ze volgens de aanwijzingen van de producent worden vervangen; wanneer zich een afzetting heeft gevormd, moeten ze worden schoongemaakt (gebruik geen vet of olie) en moet het vat worden ontsmet.
- Indien er geen enkel defect kan worden vastgesteld, het inspectieluik opnieuw sluiten (met een nieuwe pakking).
- De stadswatertoevoer en een warmwaterkraan openen.
- De warmwaterkraan sluiten wanneer de waterstroom constant wordt.

² De plaats van de anode hangt af van het type opslagvat. Raadpleeg de technische documentatie van uw installatie

- De afdichting van de pakking inspecteren.
- De anodes en het opslagvat opnieuw onder druk zetten

2. DRIEMAANDELIJKS NAZICHT

Nazicht van de circulatiepompen en het debiet

Doel	Het debiet van de circulatiepompen en van het sanitaire water nakijken
Werkwijze	Visuele inspectie en eventueel verschil in drukniveau meten in de leidingen vóór en na de circulatiepomp
Duur	< 15 minuten

2.1.1. Visuele inspectie

In normale omstandigheden veroorzaakt de circulatiepomp een lichte trilling en stijgt de temperatuur ervan merkbaar. Wanneer de trillingen te hevig zouden worden en de temperatuur verbranding zou kunnen veroorzaken ($> 70\text{ °C}$), moet men verifiëren of de circulatiepomp niet is geblokkeerd.

Werkwijze :

- Met behulp van een platte schroevendraaier kan de schroef langs de voorzijde van de circulatiepomp worden losgedraaid.
- Verifiëren of de rotor draait. Indien niet, probeer de rotor dan los te krijgen met behulp van de schroevendraaier (wanneer de motor lange tijd buiten werking is geweest, kan de rotor immers vastlopen).
- Ook de richting van de rotatie verifiëren (wanneer de motor wordt gevoed door een driefasenwisselstroom, verifieer dan de fasen bij de omkering van de rotatie).
- Verifiëren of de filters niet zijn aangekoekt en ze vervangen indien nodig.

Opmerking: Nieuwe circulatiepompen worden uitgerust met een automatisch inschakelmechanisme dat dergelijke blokkeringen opvangt.

2.1.2. Drukverschil meten (wanneer de circulatiepomp is uitgerust met een manometer)

De werking van de circulatiepomp kan worden afgeleid uit het verschil in drukniveau voor en na de pomp. Het drukverschil maakt het mogelijk het debiet te berekenen.

Werkwijze :

- De manometer ontluchten met gesloten afsluitkleppen. De klep vóór de circulatiepomp openen en de druk aflezen.
- Deze klep sluiten en de klep achter de circulatiepomp openen.
- De druk opnieuw aflezen en het drukverschil tussen beide berekenen.

Dit drukverschil stelt ons in staat om het debiet te berekenen in overeenstemming met de karakteristieke curve die de producent ter beschikking stelt. Indien het debiet abnormaal is, (te hoog of te laag), is een nazicht van de circulatiepomp en de systeemdruk noodzakelijk.

Opmerking : Buiten deze inspectiewerkzaamheden dienen de afsluitkleppen altijd gesloten te blijven.





Foto's 5 en 6 : Debietmeting en een circulatiepomp in het primaire circuit

3. ZESMAANDELIJKS NAZICHT

Visuele inspectie van de collectoren

Het is aangewezen om in de lente en de herfst na te kijken of de collectoren schoon zijn en om ze eventueel te poetsen.

Bij die gelegenheid kijkt men het best meteen ook na of de ophangbeugels nog in goede staat zijn (roest op klemmen en schroeven, ...).

Wanneer de zon begint te schijnen, kan er zich op vlakkeplaatcollectoren condens vormen, die normaal ook weer snel verdwijnt. Mocht dit niet het geval zijn, dan moet de afdichting van het primaire circuit in de collectoren worden nagekeken en eventueel moet de collector worden hersteld of vervangen.



Foto 7 : Vlakkeplaatcollector onder glas

Nazicht van de veiligheidsklep van het primaire circuit

De veiligheidsklep van het primaire circuit is de grootste veiligheidsgarantie. Hierlangs kan eventueel overdruk worden afgelaten, die in het circuit zou kunnen ontstaan, indien het expansievat niet correct zou werken. Elk primaire circuit dient dus met zo'n afsluitklep te worden uitgerust.

Doel	De werking van de veiligheidsklep van het primaire circuit nakijken
Werkwijze	Gedurende ongeveer een seconde de veiligheidsklep manueel openen en verifiëren of er warmtegeleidende vloeistof uitloopt
Duur	< 5 minuten

Opmerking : Men dient zich ervan te vergewissen dat de afsluitklep wel degelijk is verbonden met een terugloopvat voor de warmtegeleidende vloeistof en men moet tijdens het nazicht beschermende handschoenen dragen.



Foto's 8 en 9 : Veiligheidsklep en terugloopvat voor de warmtegeleidende vloeistof met antivries

Nazicht van de manuele ontluichtingskraan

Op de hoge punten³ van de installatie bevinden zich ontluichtingskranen. De werking van de (zowel manuele als automatische) kranen moet worden geverifieerd.

Doel	De werking van alle ontluichtingskranen nakijken
Werkwijze	Visuele inspectie en ontluchting
Duur	< 5 minuten per ontluichtingskraan

Manuele ontluichtingskranen

Visuele inspectie van de afdichting tegen de warmtegeleidende vloeistof. Voer dit nazicht niet uit, wanneer de temperatuur hoger is dan 90 °C. Open manueel de ontluichtingskraan, opdat de eventueel aanwezige lucht zou kunnen ontsnappen.

Automatische ontluichtingskranen

Vaak hebben automatische ontluichtingskranen een afsluitklep. Voor dit nazicht opent men de klep manueel om de afdichting tegen de warmtegeleidende vloeistof te kunnen verifiëren. Daarna sluit men de klep opnieuw. Net als bij manuele ontluichtingskranen voert men dit nazicht niet uit wanneer de temperatuur hoger is dan 90 °C.

De ontluichtingskleppen kunnen eventueel worden verwijderd, gereinigd en opnieuw gemonteerd volgens de aanwijzingen van de producent.

³ Met de hoge punten worden alle hoogste punten van de installatie bedoeld. Wanneer de collectoren op verschillende daken zijn geïnstalleerd (bij grote collectieve gebouwen), kan een installatie verschillende hoge punten en dus ook verschillende ontluichtingskranen bevatten.





Opmerking : Niet vergeten de afsluiter op de hoge punten van de collectoren weer te sluiten, anders zou het primaire circuit volledig kunnen leeglopen wanneer de temperatuur abnormaal⁴ zou stijgen.

Foto 10 : Manuele ontluuchtingskraan op een hoog punt van het primaire circuit

4. JAARLIJKS NAZICHT

Nazicht van de elektrische voeding en de verklikkerlampjes

Doel	De werking van de stroomtoevoer en de verklikkerlampjes van sensoren, circulatiepompen, ... nakijken
Werkwijze	zie werkwijze hieronder
Duur	20 minuten per zekeringkast

Elektrische voeding

- Verifiëren of de kabels goed vastzitten (stroom uitschakelen).
- De zekeringkast en alle onderdelen ervan ontstoffen (stroom uitschakelen).
- Verifiëren of het schakelschema up-to-date is.
- De staat van de beschermende omhulsels verifiëren.
- Aan elk beginpunt de spanning meten tussen de neutrale pool en de fase.
- Met een tangampèremeter voor elk beginpunt de intensiteit van de fase meten. De symmetrie van de fasen verifiëren.
- De gemeten waarden in het onderhoudsboekje schrijven.

Verklikkerlampjes

Het doel is na te gaan of de verklikkerlampjes wel degelijk en tijdig aangaan, wanneer er zich een panne voordoet.

- Het verklikkerlampje dat aangeeft dat de zekeringkast onder stroom staat : verifieer eerst of de installatie normaal reageert op het uitschakelen van de stroom en onderbreek daarna de algemene stroomtoevoer van de zekeringkast; zet de kast opnieuw onder stroom.

⁴ Wanneer er zich in de collectoren een oververhitting voordoet, wijst dit op een overdimensionering of op het feit dat er tijdens de zomer gedurende bepaalde periodes onvoldoende verbruik is. Over het algemeen is de fractie zonne-energie in collectieve systemen beperkt en komt oververhitting dus maar zelden voor.

- De verklikkerlampjes van de circulatiepompen : forceer achtereenvolgens de aanschakeling en de uitschakeling van de circulatiepomp (door de schakelaar manueel te bedienen en vervolgens de warmteregeling of elektrische beveiliging te forceren).
- De verklikkerlampjes van de regelmodule : verander de aan/uit-stand, regel alles terug op de initiële instelling, activeer en deactiveer de manuele bediening (de circulatiepomp functioneert voortdurend).



Foto's 11 en 12 : Controlebord en zekeringenkast

Nazicht van de warmtegeleidende vloeistof

Doel	Het antivriesgehalte in de warmtegeleidende vloeistof nakijken
Werkwijze	Meet het gehalte aan glycol en de pH-waarde
Duur	< 20 minuten

We nemen een staal van de warmtegeleidende vloeistof langs een klep in het primaire circuit.

De pH-waarde meten

Met deze test kunnen we de kwaliteit van de warmtegeleidende vloeistof nagaan.

Eerst iken we een pH-meter met enerzijds een neutrale standaardoplossing en anderzijds een oplossing met een gekende pH-waarde. Indien de pH-waarde van de warmtegeleidende vloeistof zich niet tussen 7 en 9 situeert, is ze te zuur of te base. Schrijf de gemeten pH-waarde in het onderhoudsboekje en vergelijk met de vorige waarde.

Een daling van de pH-waarde met meer dan 0,5 wijst op een mogelijke achteruitgang van de kwaliteit van de warmtegeleidende vloeistof.

Het antivriesgehalte meten

Voor deze test kunnen we gebruikmaken van een dichtheidsmeter.

De refractometer



Het vriespunt van propyleenglycol wordt gemeten met een refractometer.

Neem een staal van de warmtegeleidende vloeistof. Zorg ervoor dat het prisma schoon is en ijk het toestel met behulp van de correctieschroef. Laat vervolgens enkele druppels van de vloeistof vallen tussen het prisma en het beschermingsglas. Richt de refractometer naar een lichtbron om de waarde te kunnen aflezen. Schrijf de waarde in het onderhoudsboekje.

Wanneer de warmtegeleidende vloeistof niet meer voldoende antivries bevat, dient ze te worden vervangen⁵.

Foto 13 : Met de refractometer kan het antivriesgehalte worden gemeten

De dichtheidsmeter

Met behulp van een dichtheidsmeter, een thermometer en een omreken tabel kan de dichtheid van de warmtegeleidende vloeistof worden bepaald en dus ook het percentage glycol en de weerstand tegen vrieskou.

Dompel een thermometer en een dichtheidsmeter onder in de warmtegeleidende vloeistof (hiervoor is een groter staal nodig dan bij de test met de refractometer). Lees de waarden af en vergelijk ze met de omreken tabel. Schrijf de gemeten dichtheidswaarde in het onderhoudsboekje en vergelijk met de vorige waarde. Wanneer de warmtegeleidende vloeistof niet voldoende antivries meer bevat, dient ze te worden vervangen

Percentage propyleenglycol	Weerstand tegen vrieskou
20%	-10°C
25%	-14°C
30%	-19°C
35%	-24°C
40%	-28°C

Nazicht van de veiligheidsklep van het sanitaire circuit

Doel	De veiligheidsklep van het sanitaire circuit nakijken
Werkwijze	Visuele inspectie en manuele test van de klep
Duur	< 5 minuten

De veiligheidsklep (zie foto 3) van het sanitaire circuit zorgt ervoor dat er geen overdruk ontstaat in het opslagvat voor sanitair warm water. De klep is aangesloten op de riolering of op een expansievat.

Gedurende ongeveer een seconde de veiligheidsklep manueel openen en verifiëren of er water uitloopt.

⁵ Het benodigde percentage glycol is afhankelijk van het gebruikte product en de verwachte vriestemperatuur waarbij het systeem zal moeten functioneren (zie daarvoor de productfiche)

Reiniging en ontsmetting van de vaten

Doel	Afzetting, kalkaanslag en biofilm verwijderen om de ontwikkeling van legionellabacteriën ⁶ tegen te gaan en de vaten ontsmetten
Werkwijze	Vaten ledigen en ontsmetten
Duur	Tussen 4 en 8 uur (afhankelijk van het soort ontsmettingsmiddel en de afmetingen van het vat)

Het ledigen en ontsmetten van de vaten is een preventieve maatregel waarmee de ontwikkeling van legionellabacteriën kan worden tegengegaan. Het is raadzaam om voor deze werkzaamheden de hulp in te roepen van een gespecialiseerd bedrijf.

Werkwijze :

- De installatie stopzetten (circulatiepompen, stroomtoevoer).
- De vaten ledigen (de koudwatertoevoer afsluiten; de reinigungsset en een warmwaterkraan openen).
- Indien er verschillende opslagvaten zijn, deze van elkaar gescheiden houden.
- Het inspectieluik van het vat openen.
- Een visuele inspectie uitvoeren.
- De vaten reinigen met behulp van een waterstraal.
- Als er nadien nog kalkaanslag aanwezig is, een oplosmiddel tegen kalkaanslag aanbrengen (sluit de kleppen).
- De inwerkingstijd laten afhangen van de instructies van de producent (bijvoorbeeld : de wachttijd voor sulfaminezuur is ongeveer een half uur).
- De vaten reinigen met een waterstraal (nooit zure of basische oplossingen afvoeren naar de riolering).
- Van dit nazicht gebruikmaken om ook de eventuele anodes te inspecteren (zie hierboven voor de paragraaf over anodes en punt 5 hieronder).
- Een ontsmettingsmiddel op de wanden verstuiven (bijvoorbeeld : natriumhypochloriet).
- De inwerkingstijd laten afhangen van de instructies van de producent.
- De vaten verschillende malen reinigen met een waterstraal.
- De wanden van de vaten aan een visueel onderzoek onderwerpen. (Wanneer er roest wordt vastgesteld, moet worden overwogen om de binnenwand opnieuw te laten bekleden of om de vaten te vervangen).
- Het inspectieluik weer sluiten met een nieuwe voegstrip.
- De vaten opnieuw in gebruik nemen.

Alle werkzaamheden beschrijven in het onderhoudsboekje.

⁶ Zie ook "Risiko's verbonden aan de legionellabacterie", Hoge Raad voor Volkshygiëne, Frankrijk, 2001





Foto's 14 en 15 : Tijdens een reinigingsbeurt wordt het slib verwijderd van de bodem van een vat – foto rechts: het buitenaanzicht van een opslagvat.

Nazicht van de magnesiumbeschermingsanode

Doel	De magnesiumbeschermingsanode nakijken en eventueel vervangen
Werkwijze	Visuele inspectie van de anodes en meting van de elektrische stroom
Duur	10 minuten (+ 10 minuten indien de anode vervangen dient te worden)

Het principe berust op het fenomeen dat een metaal met een lagere potentiaal 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 magnesiumbeschermingsanode, moet worden nagegaan of de anode niet volledig is opgelost, omdat anders de kathodische corrosiebescherming van het stalen wateropslagvat niet is gegarandeerd.

Opmerking : Omdat de kathodische bescherming slechts over een beperkte afstand functioneert (ongeveer één meter), vereisen grote vaten verschillende magnesiumanodes.



Foto's 16 en 17 : Magnesiumanodes: een nieuwe anode (links) en een aangetaste (maar nog steeds functionele) anode (rechts)

- Meting van de elektrische stroom

Men kan de anodes ook testen zonder de installatie stil te leggen door de elektrische stroom te meten tussen het vat en de anode. Gebruik hiervoor een multimeter. Wanneer de stroom $> 0,3$ mA is het vat niet aangetast door corrosie.

Werkwijze :

Koppel de draad van de anode los en meet de stroom tussen het vat en de anode. Schrijf deze waarde op en sluit de draad weer aan op de anode. Wanneer de stroom $<0,3$ mA is, zal een visuele inspectie, zoals hierboven werd beschreven, nodig zijn.

- Nazicht van de anodes

De reinigingsbeurt van de vaten kan meteen worden aangegrepen om ook de anodes te inspecteren. Dit houdt in dat de diameter ervan wordt gemeten (met behulp van een schuifpasser). Wanneer de diameter kleiner is dan 10-15 mm, moeten de anodes worden vervangen. Schrijf de gemeten diameter eveneens in het onderhoudsboekje.

- Vervanging van de magnesiumanodes

Omdat de werkwijze afhankelijk is van het type opslagvat, verwijzen we naar de technische handleiding van de installatie. De aandachtspunten zijn de volgende : zorg voor een goede afdichting en een aansluiting van de aardleiding. Schrijf de datum van de vervanging in het onderhoudsboekje, zodat de frequentie van toekomstige vervangingsbeurten kan worden ingeschat. De periodiciteit kan gaan van enkele tot meer dan 5 jaar.

Nazicht van de platenwarmtewisselaar (extern)

Doel	Een goede thermische uitwisseling tussen de warmtegeleidende vloeistof van het primaire circuit en het sanitaire circuit verzekeren en drukvallen beperken.
Werkwijze	Drukvalen opsporen door metingen van drukverschillen. Het vermogen van de warmtewisselaar bepalen op basis van debiet- en temperatuurmetingen in het circuit.
Duur	< 15 minuten voor de drukvallen 30 minuten voor het bepalen van het vermogen

De warmtewisselaar is erg onderhevig aan verkalken en aankoeken. Daarom is een waterhardheid van maximaal 10-15 $^{\circ}$ f aangewezen en is de installatie van een filter op de toevoer van stadswater raadzaam.



Foto's 18 en 19 : Platenwarmtewisselaars

Drukvalen in de warmtewisselaar

Elke platenwarmtewisselaar wordt gekenmerkt door een eigen maximale druk en debiet (zie hiervoor de documentatie van de producent). Men kan de werking ervan controleren door de druk vóór en na de wisselaar met elkaar te vergelijken. Deze waarden worden vergeleken met referentiewaarden (voor drukval en debiet) die werden gemeten bij de ingebruikneming van de installatie.

Het thermische vermogen van de warmtewisselaar

Om het thermische vermogen van een platenwarmtewisselaar te meten, gaat men als volgt te werk :

- Het debiet meten in het primaire (q_{cp}) en het sanitaire circuit (q_{cs}) (zie 2.1. driemaandelijks nazicht).
- De waarden in het onderhoudsboekje schrijven.
- De volgende in- en uitgaande temperaturen meten (met behulp van een contactthermometer) en ze in het onderhoudsboekje schrijven :
 T_1 : Ingaande temperatuur van het primaire circuit
 T_2 : Uitgaande temperatuur van het primaire circuit
 T_3 : Ingaande temperatuur van het sanitaire circuit
 T_4 : Uitgaande temperatuur van het sanitaire circuit
- De gemiddelde temperatuur berekenen van de warmtewisselaar T_m (de som van de 4 genoemde temperaturen gedeeld door 4) en ze in het onderhoudsboekje schrijven.
- De correctiefactor K bepalen, die afhankelijk is van het percentage monopropyleenglycol in de warmtegeleidende vloeistof (Men kent het percentage van het initiële mengsel. Men kan het eventueel meten met behulp van een refractometer).

Gemiddelde temperatuur van de warmtewisselaar T_m	30%	40%	50%
20°C	1,04	1,07	1,12
40°C	1,03	1,07	1,11
60°C	1,02	1,06	1,09
80°C	1,02	1,05	1,08
100°C	1,01	1,03	1,06

- Het vermogen berekenen van de warmtewisselaar η_{ww} (deze waarde moet worden vergeleken met de rendementscurve van de producent):

$$\eta_{ww} = \frac{q_{cp} \times (T_1 - T_2)}{q_{cs} \times (T_4 - T_3)} \times K$$

q = debiet T = temperatuur K = correctiefactor
--

Nazicht van de vuldruk van het expansievat

Doel	De werking van het expansievat van het primaire circuit nakijken.
Werkwijze	De vuldruk meten door het expansievat af te sluiten van het primaire circuit.
Duur	< 10 minuten

Werkwijze :

Vergewis u ervan dat het expansievat is uitgerust met een afsluitklep en een aftapkraan. Indien dit niet het geval is, moeten er afsluitende snelkoppelingen worden gebruikt, die verhinderen dat de installatie zou leeglopen.

Wanneer er een afsluitklep en een aftapkraan voorhanden zijn, doet men het volgende :

- Het expansievat van het primaire circuit afzonderen door de afsluitklep te sluiten.

- Het expansievat onder atmosferische druk zetten met behulp van de aftapkraan.
- Via de klep aan de onderkant van het expansievat de druk meten met behulp van een manometer (uitgerust met een flexibele verbinding).
- De afsluitklep opnieuw openen (!).

Het expansievat is in goede staat, wanneer de druk in de buurt komt (ongeveer 0,2 bar) van de initiële druk.



Indien de druk lager is dan de initiële druk, is het expansievat leeggelopen.

Wanneer er op het niveau van de klep water aanwezig is, wijst dit erop dat het membraan stuk is (of dat er condensatie is opgetreden).

Indien het membraan stuk is, dient het expansievat te worden vervangen.

Foto 20 : Expansievat

Opmerking : Zorg ervoor dat uitsluitend gekwalificeerde personen de afsluitklep kunnen hanteren (door de handgreep te verwijderen).

Nazicht van de temperatuursensoren

Doel	De werking van de temperatuursensoren nakijken
Werkwijze	De plaatsing en werking van de sensoren verifiëren met behulp van een geijkte contactthermometer en een ohmmeter
Duur	5 minuten per sensor

De sensoren zorgen ervoor dat het zonnestelsel zich aan- en uitschakelt. Daarom is het uiteraard belangrijk dat ze correct worden geplaatst en dat ze de temperatuur exact aangeven. De temperatuursensoren kunnen op twee manieren worden geplaatst :

Opliggende sensor

De sensor wordt bevestigd aan een buis of een absorberende plaat. Het is raadzaam om de sensor te bedekken met een thermische pasta (tenzij de producent dit afraadt) en ze tegen de natuurelementen te beschermen (wanneer ze buiten staan).

Sensor in dompelhuls (aangeraden)

De sensor zit in een huls die is gevuld met een thermische pasta. Deze opstelling levert preciezere metingen. De huls wordt loodrecht op de stroom geplaatst zonder deze te hinderen.



Foto's 21 en 22 : Opliggende sensor (links) en sensor in een dompelhuls (rechts), hier in een opslagvat

Werkwijze :

Vóór het nazicht van de sensoren :

- De inschakeling van de circulatiepompen forceren (of uitsluitend de primaire circulatiepomp voor de installaties met een interne warmtewisselaar).
- Enkele minuten wachten tot de temperatuur zich heeft gestabiliseerd.
- Voor elke sensor :
 - De temperatuur meten (indien mogelijk vlakbij de sensor) met een (geijkte) contactthermometer.
 - De twee draden loskoppelen van de regelmodule van de temperatuursensor.
 - De elektrische weerstand meten van de sensor (met een ohmmeter).

Op basis van een omreken tabel (bijlage 1) bepaalt men daarna de temperatuur van de sensor. De sensor is in goede staat, wanneer de waarde die met de contactthermometer wordt gemeten, overeenstemt met de waarde uit de tabel, rekening houdend met een foutenmarge van $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Nazicht van de regelmodule

Doel	De werking van de regelmodule nakijken
Werkwijze	Op basis van de waarden van de ohmmeter de temperaturen afleiden, waarop het systeem zich aan- en uitschakelt.
Duur	10 minuten per differentiële regelmodule

De regelmodule van de zonneboiler beheerst de energieoverdracht van de zonnecollectoren naar het opslagvat. Een goede afstelling van deze module verzekert de optimale werking van de installatie.

We onderscheiden twee types regelmodules. Bij een externe (platen)warmtewisselaar gaat het om een regeling met dubbele temperatuurdifferentiaal. Bij een interne warmtewisselaar heeft de regelmodule een enkele temperatuurdifferentiaal.

Het nazicht van de regelmodule kan alleen gebeuren wanneer de circulatiepompen en de sensoren in goede staat zijn. Dat nazicht dient dus eerst te gebeuren (de temperatuursensoren : zie punt 4.8 en de circulatiepompen : zie punt 2.1).

Regelmodule met dubbele temperatuurdifferentiaal

Nazicht van de circulatiepomp van het primaire circuit (het dichtst bij de collectoren vóór de externe warmtewisselaar)

Vooreerst moet worden nagekeken of de circulatiepomp in de automatische modus staat en moet de stroomtoevoer van de regelmodule worden uitgeschakeld.

Werkwijze :

- De draden loskoppelen van de twee temperatuursensoren.
- Van elke sensor de elektrische weerstand meten en in de omreken tabel de overeenkomstige temperatuur van de sensor opzoeken.
- Het resultaat in het onderhoudsboekje schrijven en het verschil ΔT berekenen (d.i. het verschil tussen de temperatuur bij de collector en op de bodem van het reservoir).
- De temperatuursensoren terug aansluiten.
- De regelmodule opnieuw onder stroom zetten.
- Eens de regelmodule opnieuw functioneert, de stand (aan/af) van de circulatiepomp verifiëren.

Nazicht van de circulatiepomp voorbij de externe warmtewisselaar (het dichtst bij de opslagvaten). Vooreerst moet worden nagekeken of de circulatiepomp van het primaire circuit in de manuele modus staat en die van het overdrachtscircuit in de automatische modus en moet de stroomtoevoer van de regelmodule worden uitgeschakeld.

De werkwijze voor de circulatiepomp van het overdrachtscircuit is identiek aan die hierboven is beschreven.

Regelmodule met interne warmtewisselaar en één circulatiepomp

Wanneer de regelmodule slechts één temperatuurdifferentiaal heeft, is de werkwijze identiek aan die hierboven is beschreven.

Testresultaten		Interpretatie
Circulatiepomp AAN	$\Delta T \geq$ startdifferentiaal	In orde
	$\Delta T <$ startdifferentiaal	Regelmodule functioneert slecht
Circulatiepomp UIT	$\Delta T \geq$ startdifferentiaal	Tmax van het vat is bereikt OF regelmodule functioneert slecht
	$\Delta T <$ startdifferentiaal	In orde

Nazicht van de buitenisolatie

Er is een visuele inspectie nodig op de isolatie van de leidingen. Er moet bijzondere aandacht worden besteed aan de buitenisolatie, die is blootgesteld aan de natuurelementen, ultraviolette straling en aanvallen van vogels.



HOOFDSTUK IV : FOLLOW-UP VAN DE INSTALLATIE

1. FOLLOW-UP VAN HET WARMWATERVERBRUIK

Om de werking van de zonneboiler te kunnen beoordelen, dient er ook een follow-up van het warmwaterverbruik te gebeuren. Men opteert bij voorkeur voor een impulsmeter die is verbonden met een systeem voor gegevensverwerking (of aan een centrale technische bediening). Het is dus van groot belang om op regelmatige tijdstippen de schommelingen in het warmwaterverbruik te meten.

Warmwaterverbruik

Het is belangrijk om de behoeften aan warm water in kaart te brengen en te anticiperen op eventuele wijzigingen in het verbruiksprofiel. Stel een lijst op van de voornaamste aftappunten :

- Douches, baden
- Lavabo's
- Keukens
- Onderhoudslokalen
- Waterbekkens

Schommelingen in het warmwaterverbruik

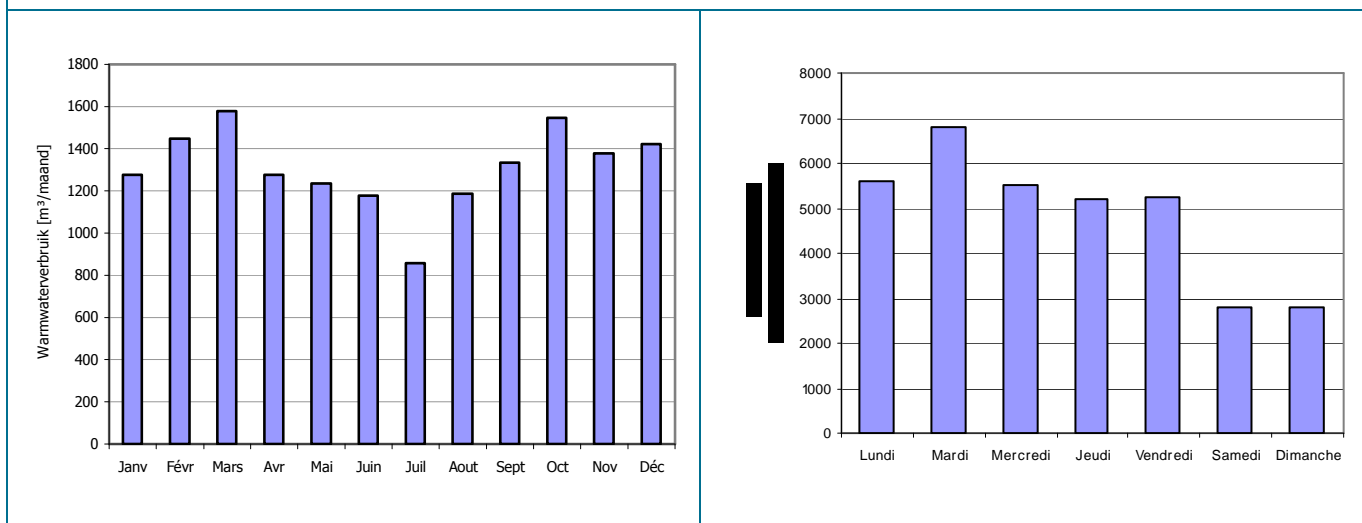
Omdat de zonnestraling intensiever is tijdens de zomer, zal de spreiding van het warmwaterverbruik over het jaar een bepalende factor zijn voor de rendabiliteit van de zonneboiler. Hoe hoger het warmwaterverbruik tijdens de zomer, hoe groter de fractie van zonne-energie is en hoe interessanter de investering wordt.

Om rekening te houden met de maandelijkse schommelingen in het verbruik :

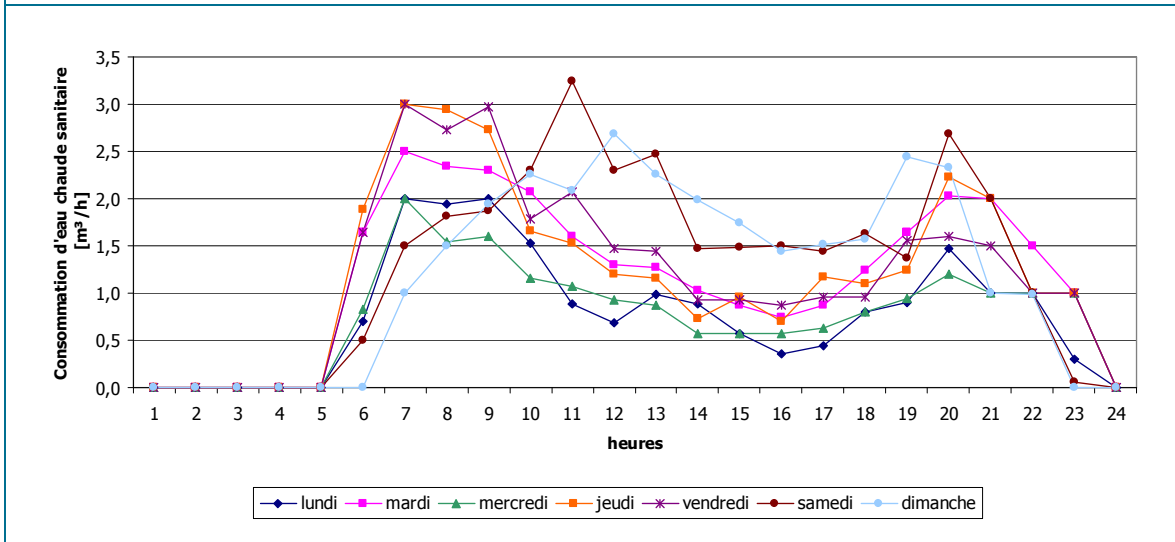
- schommelingen in het gemiddelde koudwaterverbruik over verscheidene jaren
- warmwaterverbruik

Voorbeelden van verbruiksprofielen van warm water

Figuren 4 en 5 : Voorbeelden van verbruiksprofielen van warm water (links in m³/maand, rechts in l/dag).

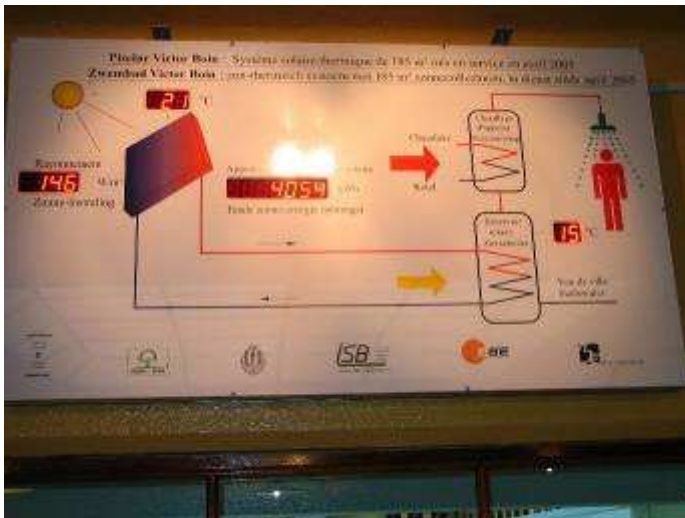


Figuur 6 : Voorbeeld van een dagelijks verbruiksprofiel van sanitair warm water in een woongebouw.



2. FOLLOW-UP VAN DE WERKING EN DE ENERGIEPRESTATIE VAN DE INSTALLATIE

Het is aangewezen om de installatie uit te rusten met een systeem voor de follow-up van de energieprestatie. De minimumvereisten voor zo'n systeem zijn een calorimeter op het primaire circuit (die ook een impulsdebietmeter en twee temperatuursensoren bevat) en een verbruiksmeter voor het warme water (volume en temperatuur).



Wanneer dit alles wordt aangesloten op een systeem voor gegevensmonitoring, wordt het mogelijk om de resultaten te analyseren.

De meterstanden moeten zo vaak mogelijk worden opgetekend, maar minstens éénmaal per maand.

Foto 23 : Informatiepaneel met de energieprestatie van de thermische zonne-installatie van het zwembad Victor Boin in Sint-Gillis.

3. GEGARANDEERD ZONNERESULTAAT (GZR)

Het is ook mogelijk om de energieprestatie van de installatie terug te koppelen naar de installateur en ze jaarlijks te evalueren in functie van de reële zonnestraling.

Een gegarandeerd zonneresultaat (GZR) is een vorm van productgarantie voor het zonnestelsel. De producent en de installateur engageren zich om jaarlijks een bepaalde hoeveelheid energie te leveren, die afhankelijk is van de reële zonnestraling.

Een GZR maakt het mogelijk om de jaarlijkse energieprestatie te vergelijken met de hoeveelheid energie die het systeem had moeten leveren, rekening houdend met de reële zonnestraling tijdens het jaar. Indien de jaarlijkse energieopbrengst van het systeem lager uitvalt dan het cijfer dat door een onafhankelijk studie bureau (niet verbonden met de producent of installateur) wordt berekend, engageert de installateur zich om het systeem te optimaliseren. Bovendien moet hij een boete betalen als compensatie voor de niet geleverde energie.

BIJLAGEN : OMREKENTABEL VOOR DE CONTROLE VAN DE NORMEN EN VOORSCHRIFTEN BETREFFENDE OP MAAT GEBOUWDE THERMISCHE ZONNESYSTEMEN

BIJLAGE 1 : OMREKENTABEL

Variatietabel voor de weerstand als functie van de temperatuur (0 tot 299 °C) voor de sensoren PT100 en PT1000⁷.

De centrale gegevens in de tabel zijn de waarden van de elektrische weerstand die worden gemeten met een ohmmeter. De temperatuur die hiermee overeenkomt, kan worden afgelezen als volgt : het cijfer in tientallen graden op de y-as en de graden op de x-as.

Bijvoorbeeld : voor een PT100-sensor leest men 117,86 af van de ohmmeter; dat betekent dat de temperatuur overeenkomt met 46°C (zie tabel). Deze temperatuur wordt vervolgens vergeleken met de werkelijk gemeten waarde.

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0+	100	100,39	100,78	101,17	101,56	101,94	102,33	102,72	103,11	103,59
10+	103,89	104,28	104,67	105,06	105,45	105,84	106,23	106,62	107,01	107,40
20+	107,79	108,18	108,57	108,95	109,34	109,73	110,12	110,51	110,89	111,28
30+	111,67	112,06	112,44	112,83	113,22	113,60	113,99	114,38	114,77	115,15
40+	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01
50+	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86
60+	123,24	123,62	124,00	124,39	124,77	125,15	125,54	125,92	126,30	126,69
70+	127,07	127,45	127,83	128,22	128,60	128,98	129,36	129,74	130,13	130,51
80+	130,89	131,27	131,65	132,03	132,41	132,79	133,18	133,56	133,94	134,32
90+	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12
100+	138,50	138,88	139,46	139,63	140,01	140,39	140,77	141,15	141,52	141,90
110+	142,28	142,66	143,04	143,41	143,79	144,17	144,55	144,93	145,30	145,68
120+	146,06	146,44	146,81	147,19	147,56	147,94	148,32	148,69	149,07	149,44
130+	149,82	150,19	150,57	150,94	151,32	151,69	152,07	152,44	152,82	153,19
140+	153,57	153,94	154,32	154,69	155,07	155,44	155,82	156,19	156,57	156,94
150+	157,32	157,69	158,06	158,44	158,81	159,18	159,55	159,92	160,30	160,67
160+	161,04	161,41	161,78	162,16	162,53	162,90	163,27	163,64	164,02	164,39
170+	164,76	165,13	165,50	165,87	166,24	166,61	166,99	167,36	167,73	168,10
180+	168,47	168,84	169,21	169,58	169,95	170,31	170,68	171,05	171,42	171,79
190+	172,16	172,53	172,90	173,26	173,63	174,00	174,37	174,74	175,10	175,47
200+	175,84	176,21	176,57	176,94	177,31	177,67	178,04	178,41	178,78	179,14
210+	179,51	179,88	180,24	180,61	180,97	181,34	181,71	182,07	182,44	182,80
220+	183,17	183,53	183,90	184,26	184,63	184,99	185,36	185,72	186,06	186,45
230+	186,82	187,18	187,55	187,91	188,28	188,64	189,00	189,37	189,73	190,10
240+	190,46	190,82	191,18	191,55	191,91	192,27	192,63	192,99	193,36	193,73
250+	194,08	194,44	194,80	195,17	195,53	195,89	196,25	196,61	196,98	197,34
260+	197,70	198,06	198,42	198,78	199,14	199,50	199,86	200,22	200,58	200,94
270+	201,30	201,66	202,02	202,37	202,73	203,09	203,45	203,81	204,16	204,52
280+	204,88	205,24	205,60	205,95	206,31	206,67	207,07	207,39	207,74	208,10
290+	208,46	208,82	209,17	209,53	209,89	210,24	210,60	210,96	211,32	211,67

⁷ In principe is de PT1000-sensor gelijk aan de PT100. De variatietabel voor de weerstand als functie van temperatuur is dezelfde, maar de weerstandswaarden moeten met 10 worden vermenigvuldigd. In de sector van de klimaatregeling worden vaak PT1000-sensoren gebruikt.

BIJLAGE 2 : NORMEN EN VOORSCHRIFTEN

Referentienorm	Titel	Samenvatting
NBN EN ISO 9488:2000	Zonne-energie - terminologie	Deze internationale norm legt de basistermen vast met betrekking tot zonne-energie. NB : Buiten de termen en definities in twee van de drie officiële talen van de ISO (Engels, Frans en Russisch), bevat deze norm ook de equivalente termen en definities in het Duits; die werden gepubliceerd onder de verantwoordelijkheid van het Duitse lid (DIN). Niettemin worden uitsluitend de termen en definities in de officiële talen door ISO goedgekeurd.
NBN EN 12975-1 :2006	Thermische zonne-energiesystemen en componenten - Zonnecollectoren - Deel 1 : Algemene eisen	This European Standard specifies requirements on durability (including mechanical strength), reliability and safety for liquid heating solar collectors. It also includes provisions for evaluation of conformity to these requirements. The Standard defines the procedure that has to be followed for evaluation of conformity of the collector. This procedure defines: <ul style="list-style-type: none"> • Conduction of the above tests in a specified order by an appropriate testing laboratory, • Continuous internal control by the manufacturer in the framework of an existing quality control system in the production (of EN ISO 9000 series) • Checks by an appropriate body if quality control system in the production does not exist. Moreover, the Standard defines security requirement for the materials and their properties (combustibility, toxicity, stability in high temperature, resistance to UV radiation, mechanical, thermal and chemical requirements, etc), design (water tightness, no leakages, cover stresses, absorber corrosion, etc) installation and weight of the collector. Finally, it defines the existence of collector identification material (drawings, data sheets, labeling, installer instruction manual)
NBN EN 12975-2 :2006	Thermische zonne-energiesystemen en componenten - Zonnecollectoren - Deel 2 : Beproevingmethoden	This European Standard specifies test methods for validating the durability, reliability and safety requirements for liquid heating collectors as specified in EN 12975-1. This standard also includes 3 test methods for the thermal performance characterization for liquid heating collectors. Test methods for solar collectors are the same that are defined in the Standards ISO 9806-1 «Test methods for solar collectors - Part 1 - Thermal Performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop» and ISO 9806-2, «Test methods for solar collectors - Part 2 - Qualification test procedures». Minor differences appear in the testing conditions. However, these differences have practically no effect on the obtained results. The main differences that exist between the ISO and the EN 12976-2 are the following: <ul style="list-style-type: none"> • A new test method is defined for measurement of collector efficiency, called "quasi-dynamic method". According to this method the collector is tested continuously over days with different sunshine levels. The equation describing collector efficiency is actually an extension of the one of the ISO 9806-1 method, since it contains a number of extra parameters affecting collector's efficiency (influence of direct and diffuse irradiance and wind speed). Moreover, the effective thermal capacity and the incidence angle modifiers for direct and diffuse irradiance are also included. These factors are determined from test data by multi-parameter least squares regression. • In rain penetration test, the absorber of the collector must be kept warm in temperature around 50°C. This can be achieved by circulating hot water in this temperature through the collector during the test. • Three new tests are introduced, These are the mechanical tests: – positive pressure test on the collector cover – negative pressure test on the collector cover – negative pressure test on the collector fixings.



NBN EN 12976-1:2006	Thermische zonne-energiesystemen en componenten - Fabrieksmatig geproduceerde systemen - Deel 1 : Algemene eisen	This EU Standard specifies requirements on durability, reliability and safety for Factory Made thermal solar heating systems. The standard also includes provisions for evaluation of conformity to these requirements. The requirements in this standard apply to Factory Made solar systems as products. The installation of these systems as such is not considered, but requirements are given for the documentation.
NBN EN 12976-2:2006	Thermische zonne-energiesystemen en componenten - Fabrieksmatig geproduceerde systemen - Deel 2 : Beproevingmethoden	This European Standard specifies test methods for validating the requirements for Factory Made Thermal Solar Heating Systems as specified in EN 12976-1. The standard also includes two test methods for thermal performance characterization by means of whole system testing
NBN EN 61725:1998	Analytische formule voor dagelijkse zonneprofielen	/
NBN ENV 12977-1:2001	Thermische zonne-energiesystemen en bouwdelen - Op maat gebouwde systemen - Deel 1 : Algemene eisen	Specifies requirements on durability, reliability and safety of small and large custom built solar heating systems with liquid heat transfer medium for residential buildings and similar applications. The standard contains also requirements on the design process of large custom built systems.
NBN ENV 12977-2:2001	Thermische zonne-energiesystemen en bouwdelen - Op maat gebouwde systemen - Deel 2 : Proeven	Applies to small and large custom solar heating systems with liquid heat transfer medium for residential buildings and similar applications, and specifies test methods for verification of the requirements.
NBN ENV 12977-3:2001	Thermische zonne-energiesystemen en bouwdelen - Op maat gebouwde systemen - Deel 3: Prestatiekarakterisering van opslagvaten voor thermische zonne-energiesystemen	This document specifies test methods for the performance characterization of stores which are intended for use in small custom built systems as specified in prCEN TS 12977 1. Stores tested according to this document are commonly used in solar hot water systems. However, also the thermal performance of all other thermal stores with water as storage medium can be assessed according to the test methods specified in this document. The document applies to stores with a nominal volume between 50 and 3000 litres. This document does not apply to combistores. Performance test methods for solar combistores are specified in prCEN TS 12977-4.
ISO 9459-2:1995	Solar heating - Domestic water heating systems - Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	Describes test procedures for characterizing the performance of solar domestic water heating systems operated without auxiliary boosting and for predicting annual performance in any given climatic and operating conditions. Suitable for testing all types of systems including forced circulation, Thermosyphon, Freon-charged collector systems.
ISO/FDIS 9459-5	Solar heating -- Domestic water heating systems - Part 5: System performance characterization by means of whole-system tests and computer simulation [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	ISO 9459-5:2007 specifies a method for outdoor laboratory testing of solar domestic hot-water (SDHW) systems. The method may also be applied for in-situ tests, and also for indoor tests by specifying appropriate draw-off profiles and irradiance profiles for indoor measurements. The system performance is characterized by means of whole-system tests using a 'black-box' approach i.e. no measurements on the system components or inside the system are necessary. Detailed instructions are given on the measurement procedure, on processing and analysis of the measurement data, and on presentation of the test report.
EN 15316-4-3:2006	Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar systems [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	This European Standard is part of a series of standards on the method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. The framework for the calculation is described in prEN 15603. The scope of this specific part is to standardize the: - required inputs, - calculation method, - required outputs, for thermal solar systems (including control) for space heating, domestic hot water production and the combination of both. The following typical thermal solar systems are considered: - domestic hot water systems characterized by EN 12976 (factory made) or ENV 12977 (custom built); - combisystems (for domestic hot water and space heating) characterized by ENV 12977 or the Direct Characterization method developed in Task 26 'Solar Combisystems' of the IEA Solar Heating and Cooling program; - space heating systems characterized by ENV 12977.

ISO 9553:1997	Zonne-energie - Beproevingmethoden voor voorgevormde rubber afsluitingen en onderdelen van afsluitingen gebruikt in collectoren [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	This International Standard gives requirements for the classification and testing of rubbers used to seal solar energy collectors in order to aid selection for specific applications. The design requirements in this International Standard pertain only to permissible deflection of the rubber during thermal expansion or retraction of the seal in use and to the tolerances on dimensions of moulded and extruded seals. This International Standard does not include requirements pertaining to geometrical design, fabrication or installation of the seals..
ISO 9808:1990	Solar water heaters - Elastomeric materials for absorbers, connecting pipes and fittings - Method of assessment	/
ISO/TR 10217:1989	Solar energy - Water heating systems - Guide to material selection with regard to internal corrosion	This Technical Report provides a discussion of the parameters that have a bearing on the internal corrosion of solar water heating systems. The following topics are not dealt with: problems of compatibility between polymeric materials (plastics and rubber) and fluids; corrosion risks concerning the enclosure and the external surface of the absorber; safety and health questions.
ISO 9459-1:1993	Solar heating - Domestic water heating systems - Part 1: Performance rating procedure using indoor test methods [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	Establishes a uniform indoor test method for rating solar domestic water heating systems for thermal performance. Applies only to solar water heating systems designed solely to heat potable water to be supplied for domestic water usage. The test procedures described are applicable to systems of solar storage capacity of 0,6 m ³ or less.
ISO/AWI 9459-4	Solar heating -- Domestic water heating systems - Part 4: System performance characterization by means of component tests and computer simulation [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	/
ISO 9806-1:1994	Test methods for solar collectors - Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	Establishes methods for determining the thermal performance of glazed liquid heating solar collectors; provides test methods and calculation procedures for determining the steady-state and quasi-steady-state thermal performance of solar collectors. Contains methods for conducting tests outdoors under natural solar irradiance and indoors under simulated solar irradiance.
ISO 9806-2:1995	Test methods for solar collectors - Part 2: Qualification test procedures [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	Establishes test methods for testing solar collectors under well-defined and repeatable conditions. Determination of the ability to resist the influences of degrading agents.
ISO 9806-3:1995	Test methods for solar collectors - Part 3: Thermal performance of unglazed liquid heating collectors (sensibleheat transfer only) including pressure drop [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	Establishes methods for determining the thermal performance of unglazed liquid heating solar collectors. Contains methods for conducting tests outdoors under natural solar irradiation and simulated wind and for conducting tests indoors under simulated solar irradiation and wind. Not applicable to those collectors in which the heat transfer fluid can change phase.
ISO 9059:1990	Solar energy - Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer	/
ISO 9060:1990	Solar energy - Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation	Establishes a classification and specification of instruments for the measurement of hemispherical solar and direct solar radiation integrated over the spectral range from 0,3 μm to 3 μm.



ISO 9845-1:1992	Solar energy - Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions - Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5 [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	Provides an appropriate standard spectral irradiance distribution to be used in determining relative performance of solar thermal, photovoltaic, and other system components and materials where the direct and hemispherical irradiance component is desired.
ISO 9846:1993	Solar energy - Calibration of a pyranometer using a pyrliometer	Its use is mandatory for the calibration of secondary standard pyranometers according to ISO 9060, and is recommended for the calibration of pyranometers which are used as reference instruments in comparisons. The object is to promote the uniform application of reliable methods to calibrate pyranometers, since accurate calibration factors are the basis of accurate hemispherical solar radiation data which are needed for solar energy test applications or simulations.
ISO 9847:1992	Solar energy - Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	/
ISO/TR 9901:1990	Solar energy - Field pyranometers - Recommended practice for use [NB: Uitsluitend in het Engels beschikbaar]	/

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK I : INLEIDING	4
1. ALGEMEEN.....	4
<i>Waarom zonne-energie gebruiken.....</i>	4
<i>Oorsprong van zonne-energie</i>	4
2. INTEGRATIE IN EEN BESTAAND WATERVERWARMINGSSYSTEEM	4
<i>Plaatsing van zonnecollectoren</i>	4
<i>Plaatsing van wateropslagvaten</i>	5
<i>Leidingen.....</i>	5
HOOFDSTUK II : WERKING VAN EEN GROTE ZONNEBOILER.....	6
1. WERKINGSPRINCIPES EN SYSTEEMTYPES	6
1.1. <i>De zonnecollectoren</i>	6
1.2. <i>Het primaire circuit.....</i>	7
1.3. <i>Overdrachtscircuit.....</i>	7
1.4. <i>Regelmodule (niet geïllustreerd op onderstaande afbeeldingen).....</i>	8
2. DIMENSIONERING.....	10
<i>Basisregels voor de dimensionering van een zonneboiler</i>	10
HOOFDSTUK III : GEBRUIK EN ONDERHOUD.....	11
1. MAANDELIJKS NAZICHT	11
<i>Nazicht van de druk in het primaire circuit (specifiek voor druksystemen).....</i>	11
<i>Nazicht van het kathodische beschermingssysteem</i>	12
<i>Indien het verklikkerlampje niet brandt :</i>	12
<i>Indien het verklikkerlampje rood knippert :</i>	12
2. DRIEMAANDELIJKS NAZICHT	13
<i>Nazicht van de circulatiepompen en het debiet</i>	13
3. ZESMAANDELIJKS NAZICHT	14
<i>Visuele inspectie van de collectoren.....</i>	14
<i>Nazicht van de veiligheidsklep van het primaire circuit</i>	14
<i>Nazicht van de manuele ontluchtingskraan</i>	15
4. JAARLIJKS NAZICHT	16
<i>Nazicht van de elektrische voeding en de verklikkerlampjes.....</i>	16
<i>Nazicht van de warmtegeleidende vloeistof.....</i>	17
<i>Nazicht van de veiligheidsklep van het sanitaire circuit.....</i>	18
<i>Reiniging en ontsmetting van de vaten.....</i>	19
<i>Nazicht van de magnesiumbescherminsaanode</i>	20
<i>Nazicht van de platenwarmtewisselaar (extern)</i>	21
<i>Nazicht van de vuldruk van het expansievat.....</i>	22
<i>Nazicht van de temperatuursensoren</i>	23
<i>Nazicht van de regelmodule.....</i>	24
<i>Nazicht van de buitenisolatie</i>	25
HOOFDSTUK IV : FOLLOW-UP VAN DE INSTALLATIE.....	26
1. FOLLOW-UP VAN HET WARMWATERVERBRUIK	26
<i>Warmwaterverbruik</i>	26
<i>Schommelingen in het warmwaterverbruik.....</i>	26
<i>Voorbeelden van verbruiksprofielen van warm water.....</i>	26
2. FOLLOW-UP VAN DE WERKING EN DE ENERGIEPRESTATIE VAN DE INSTALLATIE.....	27
3. GEGARANDEERD ZONNERESULTAAT (GZR).....	27
BIJLAGEN : OMREKENTABEL VOOR DE CONTROLE VAN DE NORMEN EN VOORSCHRIFTEN BETREFFENDE OP MAAT GEBOUWDE THERMISCHE ZONNESYSTEMEN.....	28
BIJLAGE 1 : OMREKENTABEL.....	28
BIJLAGE 2 : NORMEN EN VOORSCHRIFTEN	29
INHOUDSTAFEL	33



INFO



02 775 75 75
www.leefmilieubrussel.be

Redactie : 3E / APERe vzw

Leescomité: APERe vzw, An VERSPECHT, Cédric Nathanaël HANCE

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

Andere : Fotorechten 3E / APERe