

ZONTHERMISCH INSTALLATIE

Aandachtspunten bij het opstellen van het lastenboek voor de uitvoering van installatiewerken

Versie april 2009

Meer info :

www.leefmilieubrussel.be

> Start pagina > Professionelen > Thema's > Energie > Hernieuwbare energiebronnen > Hulpmiddelen

Facilitator voor hernieuwbare energiebronnen
grote systemen
0800 85 775



ZONTHERMISCH INSTALLATIE

*Aandachtspunten bij het opstellen van het lastenboek voor de uitvoering van
installatiewerken*

OVERZICHT

INLEIDING	3
1. ELEMENTEN DIE OPGENOMEN MOETEN WORDEN IN HET LASTENBOEK VOOR DE INSTALLATIE VAN EEN ZONNEBOILER	5
1.1 <i>Berekeningen</i>	5
1.2 <i>Standaardlastenboeken zonneboiler</i>	7
1.3 <i>Uitvoeringsplannen.....</i>	8
BIJLAGE 1 : BIJZONDERE BEPALINGEN (NIET LIMITATIEF).....	9
BIJLAGE 2 : MEETTOESTELLEN VOOR HET WARMWATERVERBRUIK - PRINCIPESHEMA	10
<i>Onderdelen van het zonnestelsel</i>	11
1. <i>Zonnecollectoren</i>	11
2. <i>Het primaire circuit.....</i>	11
3. <i>Het circuit van het sanitaire water</i>	12
4. <i>Zwembadcircuit.....</i>	12
5. <i>Regeling</i>	12
6. <i>Aanvulling.....</i>	12
BIJLAGE 3 : REFERENTIEDOCUMENTEN THERMISCHE ZONNE-ENERGIE	13
INHOUDSTABEL	14

INLEIDING

In de beginfase van een project voor de integratie van een zonthermisch systeem in het gebouw bestaat meestal uit de evaluatie van de relevantie en de haalbaarheid van een zonthermische installatie voor warmwaterproductie aan de hand van een zonne-audit.

Na de zonne-audit met de meting van het energie- en warmwaterverbruik in de instelling en een predimensionering van de installatie zijn de essentiële benodigde elementen voor opmaak van een lastenboek voor het ontwerp van het systeem beschikbaar. Daartoe behoren ook de gegevens die nodig zijn voor de definitieve dimensionering van de installatie en de integratie ervan in het bestaande verwarmingssysteem.

Dan volgt de fase van het eigenlijke ontwerp van de installatie. De technische studie zal leiden tot het opstellen van een lastenboek voor de werken.

Het betreft vooral volgende gegevens:

- een lijst van de documenten die ter beschikking moeten zijn (plannen, nota's en resultaten van de berekeningen, ...);
- de studie van het solair circuit (ontwerp, optimalisering, dimensionering, tracés);
- de integratie in de bestaande installatie (ontwerp, koppeling, beschrijving van de typecomponenten, kenmerken, plaatsing);
- de tussentijdse en definitieve resultaten (vergaderingen, PV van vergaderingen);
- de goedkeuringsprocedure (tests en ingebruikname) van de installatie;
- de monitoring en opvolging van de prestatie ...



INHOUD

Verschillende studies, o.a. één die in 2003 uitgevoerd werd in het Waals Gewest¹, tonen dat veel onthaalcentra en instellingen van collectieve huisvesting een zeker potentieel hebben voor de warmwaterbereiding op basis van zonne-energie.

Dit referentiedocument wil helpen bij de voorbereiding van deze stap in het project en vat in een checklist de onontbeerlijke gegevens samen die de opdrachtgever in de technische bepalingen van het lastenboek voor de installatie van een zonthermische installatie voor warmwaterproductie moet terugvinden.

DOEL

Het doel is er zeker van te kunnen zijn dat de opdrachtgever van de technische studie de essentiële gegevens voor een goede afloop van het project in het lastenboek voor de werken terugvindt.

DOELGROEP

Dit referentiedocument is een checklist bestemd voor de opdrachtgever. Het geeft een overzicht over de onontbeerlijke gegevens die in de technische bepalingen van het lastenboek voor de installatie van een zonthermische installatie voor warmwaterproductie zich moeten terugvinden.

¹ Cfr. "Aperçu du Potentiel pour la production d'eau chaude solaire dans le secteur tertiaire et l'habitat groupé en Wallonie" Identificatierapport over de meest interessante sectoren - 3E. Architecture & Climat-UCL (januari 2003).

1. ELEMENTEN DIE OPGENOMEN MOETEN WORDEN IN HET LASTENBOEK VOOR DE INSTALLATIE VAN EEN ZONNEBOILER

1.1 Berekeningen

1.1.1 Voorafgaandelijke opmerking over de dimensionering van de installatie

De dimensionering van de installatie (collectoroppervlak en opslagvolume) gebeurt best in functie van een economisch optimum. Dit economisch optimum is de grootte van het systeem waarvoor de netto-investering per kWh bespaarde brandstof op een levensduur van de installatie van 25 jaar het kleinste is.

We raden aan volgende formule te gebruiken:

$$C_{CES} = \frac{INV}{n * (E_{Solaire} / \eta_{chaudière})} \times 100$$

met:

- C_{CES} = kosten van de Zonthermisch installatie per kWh bespaarde brandstof (in cEUR/kWh)
- INV = totale netto-investering in de Zonthermisch installatie, rekening houdend met de subsidies (in EUR)
- n = verwachte levensduur van de zonneboiler (in jaren).
- $E_{Solaire}$ = jaarlijkse nuttige inbreng van het zonnestelsel (in kWh/jaar).
- $\eta_{chaudière}$ = totaal jaarlijks rendement van de bestaande warmte-installatie (in %).
- 100 = omrekeningsfactor EUR naar cEUR.

1.1.2 Dimensionering van het collectoroppervlak

Bepaling van het type collector en de voor de berekening gebruikte parameters.

Essentiële parameters voor een zonnecollector:

- η_0 : rendement van de collector staat voor zijn efficiëntie bij het omzetten van de zonne-energie naar warmte;
- α_1 : eersterangs coëfficiënt van de rendementscurve van de collectoren zoals beschreven in norm EN12975-2. Wordt uitgedrukt in $W/m^2.K$ en staat voor het warmteverlies van de collector. De coëfficiënt k_1 lineair verlies zonder wind kan ook gebruikt worden;
- α_2 : tweederangs coëfficiënt van de rendementscurve van de collectoren zoals beschreven in norm EN12975-2. Wordt uitgedrukt in $W/m^2.K$. De coëfficiënt k_2 van kwadratisch verlies kan ook gebruikt worden;

Deze drie parameters bepalen het rendement van de collectoren. De aanvaardbare waarden voor elke parameter moeten van geval tot geval in functie van het type collector (vlakkeplaatcollector onder glas, vacuümbuiscollector, ...) worden bepaald.

De drempelwaarden moeten streng genoeg gedefinieerd worden om te zwakke collectoren te vermijden en toch breed genoeg zijn om overeen te stemmen met meer dan één à twee merken, omdat anders de concurrentie beperkt wordt op het moment van offerte-aanvraag voor uitvoering van de werken.



Daarom wordt het minimaal vereiste rendement als volgt bepaald.

De collectoren moeten een minimaal rendement van 40% behalen onder de volgende condities:

- $G=500\text{W/m}^2$
- $T^*=0.1$

Waarbij

$$T^* = \frac{T_c - T_a}{G}$$

- T_c : collectortemperatuur
- T_a : buitentemperatuur

Het rendement kan nu bepaald worden met volgende formule :

$$\eta_{\min} = \eta_0 - \alpha_1 \cdot T^* - \alpha_2 \cdot G \cdot T^{*2} > 0.40$$

of met bovenstaande waarden : $\eta_{\min} = \eta_0 - \alpha_1 \cdot 0.1 - \alpha_2 \cdot 5 > 0.40$

Indien het systeem met een variabel primair debiet of met een laag debiet werkt (low flow), zal de aannemer een testverslag met dit debiet voorleggen of een attest dat de collectoren met dit lage debiet kunnen werken.

Andere parameters beïnvloeden ook het rendement van de collectoren, maar worden niet gebruikt om het te gebruiken materiaal te bepalen, omdat ze enerzijds niet volstaan om het totale rendement van de collectoren te bepalen en anderzijds omdat ze de drie hierboven genoemde parameters beïnvloeden:

- τ : coëfficiënt van de lichtdoordringbaarheid van transparant glas, normaalgezien tussen 0.9 en 1;
- α : coëfficiënt van de zonne-energie-absorptie aan de absorber, normaalgezien tussen 0.8 en 1.

resultaat van de optimalisering: grafiek of tabel met de resultaten voor verschillende collectoroppervlakken ter ondersteuning van de redenering en visualisering van het optimum.

1.1.3 Dimensionering van het opslagvolume

Resultaat van de optimalisering: grafiek of tabel met de resultaten voor verschillende opslagvolumes ter ondersteuning van de redenering en visualisering van het optimum..

1.1.4 Dimensionering van de circuits en de hydraulische componenten

- Dimensionering van leidingen, circulatoren, expansievat(en), veiligheidsklep, regelkleppen, opvangtank,...;
- Resultaat en details van de berekening.;

1.2 Standaardlastenboeken zonneboiler

De volgende elementen moeten minstens worden vermeld in het lastenboek van de zonneboiler

1.2.1 Collectoren

1.2.1.1 Specificatie van het materiaal

- Type collectoren: vlakkeplaatcollectoren, al dan niet onder glas, of vacuümbuiscollectoren;
- Minimumrendement (via de parameters van de rendementscurve: η_0 , a_1 , (k_1) en a_2 (k_2), zie hierboven.

1.2.1.2 Kwantitatieve specificatie

- Optische opening van het collectorvlak. Wordt uitgedrukt in m^2 . Het lastenboek geeft de minimale en maximale optische opening.

1.2.1.3 Uitvoering

- Type hydraulische verbindingen;
- Bevestigingswijze van de collectoren op het dak of op een ander draagvlak. Moet weerstand kunnen bieden tegen de wind;
- Bescherming van de afdichting van het dak.

1.2.2 Opslagvat(en) (en eventueel terugloopvat)

1.2.2.1 Specificatie van het materiaal

- Type materiaal (bekleding van de binnenwand van het vat, ...)
- Vaten in inox, met vermelding van de inoxkwaliteit; geëmailleerd plaatstaal, met vermelding van het type emaillering (enkele laag, dubbele laag, inbrand-emaillering, ...);
- Type warmtewisselaars (intern, extern, ...);
- Maximaal toegestaan warmteverlies per 24 u (in $^{\circ}C$) of minimaal vereiste thermische isolatie (dikte in mm en k van het isolatiemateriaal in $W/m^2.K$).

1.2.2.2 Kwantitatieve specificatie

- Totale inhoud van het terugloopvat (in liter).

1.2.2.3 Uitvoering

- Positionering (integratie in het hydraulisch circuit, ingenomen volume, gewicht per m^2 , verticaliteit, stratificatie, ...);
- Type hydraulische verbindingen;
- Eventuele oplegvoorzieningen.

1.2.3 Leidingen (intern en extern)

- Aanvaarde of vereiste materialen (soort metaal, flexibiliteit, ...);
- Manier van uitvoering (via aaneenkoppeling of via lasnaad & type lasverbinding);
- Eventuele hellingsgraad van de leidingen in geval van een terugloopsysteem.

1.2.4 Isolatie van de interne en externe leidingen

- Type materiaal, thermische kenmerken (k en $W/m^2/K$) en dikte (mm);
- Beschermhuls voor externe leidingen:
- Het externe isolatiemateriaal moet bestand zijn tegen verrotting, UV-stralen, vorst, hoge temperaturen en vervuiling. Het moet beschermd worden tegen knaagdieren en vogels en moet wind- en waterdicht zijn.

1.2.5 Hydraulische circulatiemechanismen

- Circulatiepompen;
- Kleppen, elektromagnetische kleppen en kranen;
- Terugslagkleppen en terugstroombeveiliging;
- Ontgassingsvoorzieningen;
- ...



1.2.6 Hydraulische beveiligingsmechanismen

- Expansievaten (inhoud, membraantype, plaats in het hydraulische circuit, ...);
- Veiligheidskleppen (ijking, type, plaats in het hydraulische circuit, ...).

1.2.7 Warmtegeleidende vloeistof

- Themische eigenschappen, verenigbaarheid met de gebruikte materialen (metalen of andere onderdelen), aanwezigheid van anticorrosiemiddel of andere additieven, ...;
- Fysische eigenschappen (vorstresistentie, weerstand tegen oververhitting, warmtecapaciteit, ...).

1.2.8 Elektronische regeling: werkingslogica van de regelingsmodule

- Aantal en positionering van de temperatuursensoren;
- Functioneringslogica van de regelingsmodule.

1.2.9 Calorimetrie

- Aantal, positionering en type van de temperatuursensoren en debietmeter(s);
- Benodigde voorzieningen voor de warmtemeting.

1.3 Uitvoeringsplannen

Op de voorgestelde plannen van uitvoering moeten volgende elementen minstens worden opgetekend het dagelijks warmwaterverbruik

1.3.1 Dak

- Plaatsing van de collectoren;
- Details van de bevestiging op de draagstructuur;
- Indien nodig: detail van de afdichting van het dak, leidingen, hydraulische onderdelen.

1.3.2 Gebouw

- Af te beelden elementen: verloop van de leidingen.

1.3.3 Technisch lokaal

- Af te beelden elementen: positionering van het opslagvat (en eventueel van het terugloopvat), expansievat, leidingen, hydraulische onderdelen (kleppen, ...).

1.3.4 Hydraulisch schema

Volledig schema met voorstelling van alle onderdelen uit het lastenboek en de verbindingen met de bestaande warmwaterinstallatie. In bijlage 1 vindt u een voorbeeld van een hydraulisch schema voor een zwembad.

BIJLAGE 1 : BIJZONDERE BEPALINGEN (NIET LIMITATIEF)

Conformiteit van de thermische zonne-installatie voor de productie van warm water met de naar Belgisch recht omgezette Europese normen:

Voor de collectoren

- NBN EN 12975-1 [2006]: Thermische zonne- energiesystemen en componenten - Zonnecollectoren - Deel 1: Algemene eisen
- NBN EN 12975-2 [2006]: Thermische zonne- energiesystemen en componenten - Zonnecollectoren - Deel 2: Beproevingmethoden

Voor fabrieksmatig geproduceerde systemen (over het algemeen als geheel verkocht, installatieklaar en met een commerciële benaming)

- NBN EN 12976-1 [2006]: Thermische zonne-energiesystemen en componenten – Fabrieksmatig geproduceerde systemen – Deel 1: Algemene eisen
- NBN EN 12976-2 [2006]: Thermische zonne-energiesystemen en componenten – Fabrieksmatig geproduceerde systemen – Deel 2: Beproevingmethoden

Voor grootschalige op maat gebouwde installaties (over het algemeen als geheel verkocht, installatieklaar en met een commerciële benaming):

- NBN ENV 12977-1:2001: Thermische zonne-energiesystemen en bouwdelen – Op maat gebouwde systemen - Deel 1: Algemene eisen
- NBN ENV 12977-2:2001: Thermische zonne-energiesystemen en bouwdelen – Op maat gebouwde systemen - Deel 2: Proeven
- NBN ENV 12977-3:2001: Thermische zonne-energiesystemen en bouwdelen – Op maat gebouwde systemen - Deel 3: Prestatiekarakterisering van opslagvaten voor thermische zonne-energiesystemen

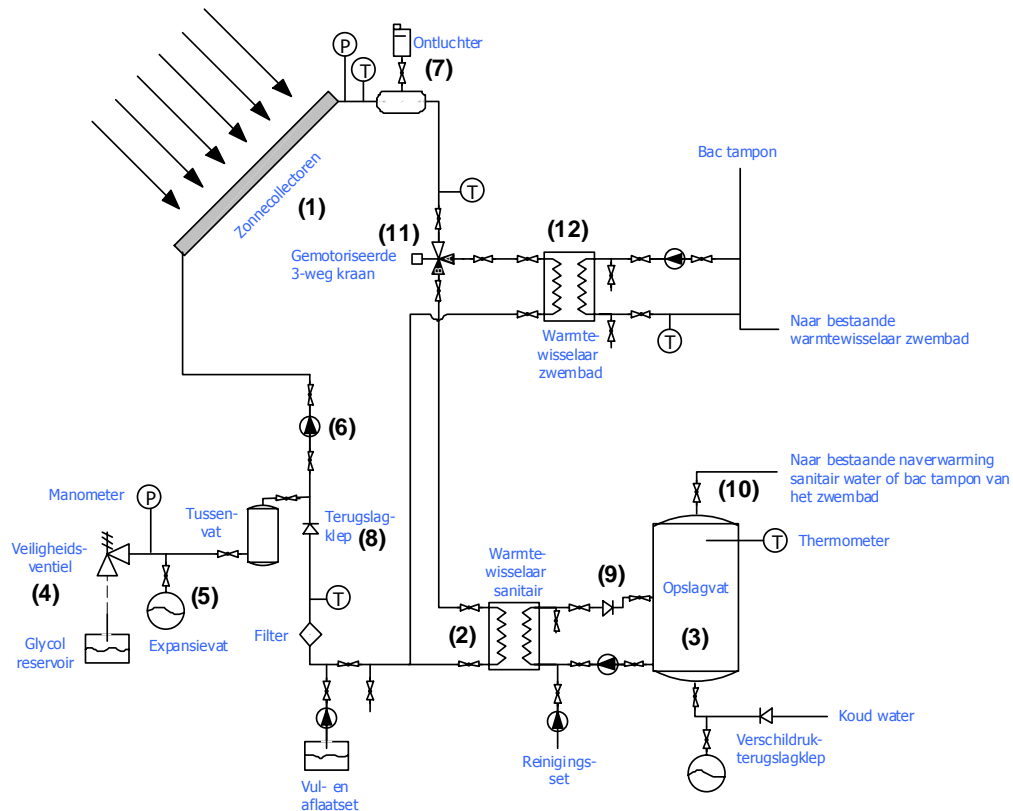
In bijlage voegt u de attesten bij, die bewijzen dat de installatie voldoet een of meerdere van deze normen.

De installatie moet op het moment van de aanbesteding voldoen aan de voorschriften van de distributiemaatschappijen voor water en energie.



BIJLAGE 2 : MEETTOESTELLEN VOOR HET WARMWATERVERBRUIK - PRINCIPESHEMA

Bij de meeste grote verbruikers van warm water wordt de zonneboiler zo ontworpen dat het sanitaire water voorverwarmd wordt, zoals in onderstaand schema geïllustreerd wordt. Andere schema's zijn mogelijk in functie van de situatie van de installatie en van het geplande systeem, maar dit schema toont een vaak aangewende methode om het sanitaire water en het vervangingswater van een zwembad door zonne-energie voor te verwarmen.



Figuur 1: Schema van de zonthermische installatie voor de warmwaterproductie

Onderdelen van het zonnestelsysteem

De onderdelen van het bovenstaande schema kunnen in 6 categorieën onderverdeeld worden.

1. Zonnecollectoren

Voor de productie van sanitair warm water kiezen we voor atmosferische vlakkeplaatcollectoren. Vacuümcollectoren zijn in de praktijk meestal enkel geschikt voor toepassingen met hoge temperaturen of indien het beschikbare oppervlak erg beperkt is. Bij gelijk oppervlak hebben vacuümbuiscollectoren een hoger rendement. Deze collectoren zijn echter veel duurder dan atmosferische vlakkeplaatcollectoren.

2. Het primaire circuit

Het primaire circuit is een gesloten circuit dat bestaat uit buizen, meestal uit koper, die de collectoren (1) met een warmtewisselaar (2) buiten het opslagvat (3) verbinden.

Voor grootschalige zonnestelsystemen met meer dan 30 m² collectoren wordt een externe warmtewisselaar gebruikt. Bij grote vermogens zijn grote wisseloppervlakken nodig. Toch ziet men ook vaak opslagvaten met interne wisselaar, ook bij grootschalige systemen. De keuze moet gemaakt worden in overleg met de leverancier.

Het primaire circuit is bij een installatie onder druk volledig gevuld met een tegen vorst resistente warmtegeleidende vloeistof. Bij een systeem met opvangtank kan ook gewerkt worden met puur, glycolvrij water. In dat geval kan men het expansievat weglaten omdat het primaire circuit niet onder druk staat, maar er moet wel plaats voorzien worden voor de opvangtank tussen het collectoroppervlak en het opslagvat. De keuze tussen een systeem « onder druk » of « met opvangtank » kan nog gemaakt worden bij het opstellen van het lastenboek of zelfs bij de aanbesteding.

Het primaire circuit omvat volgende toebehoren:

- een veiligheidsklep (4) met manometer om bij oververhitting van de installatie de overdruk weg te nemen. Deze klep is verbonden met een verzameltank voor de watergeleidende glycolvloeistof om te vermijden dat toxische stoffen in de afvoer terecht komt,
- een expansievat (5) aan de kant van de aspiratie van de circulatiepomp, om de volumeverschillen en de warmtegeleidende vloeistof die door de collectoren bij oververhitting uitgestoten wordt, op te nemen.
- een circulatiepomp (6) die zorgt voor de circulatie van de watergeleidende vloeistof in het circuit,
- een manuele aftapklep (7) waarmee tijdens de vulling en het onderhoud het bovenste gedeelte van het circuit ontlucht kan worden,
- een terugslagklep (8) om een thermische tegenstroom te vermijden die warmte aan het opslagvat zou onttrekken,
- verschillende afsluitkleppen om hoofdcomponenten van het systeem te isoleren bij onderhoud of vervanging,
- een kraan waarmee de warmtegeleidende vloeistof uit het circuit verwijderd of aangevuld kan worden.



3. Het circuit van het sanitaire water

Naast de opslagvaten beschikt het circuit van het sanitaire water nog over de volgende voorzieningen:

- een afsluitklep waarmee de zonneboiler van de warmwaterdistributie afgescheiden kan worden,
- een veiligheidsklep die het systeem tegen overdruk beschermt,
- een kraan om de installatie leeg te laten lopen,
- omdat er altijd het risico bestaat dat er ter hoogte van de externe warmtewisselaar warmtegeleidende vloeistof lekt, moet ervoor gezorgd worden dat er geen warmtegeleidende vloeistof in het circuit van het koude sanitaire water terechtkomt. Het watercircuit moet daarom met volgende elementen uitgerust zijn :
- een terugstroombeveiliging waarmee de terugstroom van het sanitaire water van de opslagvaten naar het net verhinderd wordt. Deze terugstroombeveiliging, kleppen en de kraan zijn verbonden met verzamelvaten voor de watergeleidende vloeistof omdat de directe lozing op het riool wegens de relatieve toxiciteit van de vloeistof verboden is.
- In het opslagvat (3), dat gevoed wordt door het transfercircuit (9), wordt de energie van de wisselaar (2) tijdelijk opgeslagen.
- Het circuit van het sanitaire water is bovendien voorzien van volgende componenten:
- een aan/uit-klep met thermostatische controle die het water uit het opslagvat in functie van zijn temperatuur ofwel naar de bijkomende verwarminstallatie of direct naar de verbruikspunten leidt,
- een leiding (10) met terugslagklep en circulatie om het warme water van het opslagvat naar de wisselaars te doen stromen,
- Bij grote zonne-instraling kan het warme sanitaire water met een hogere temperatuur dan verwacht uit het opslagvat komen. Om brandwonden bij de verbruikers te vermijden is de installatie voorzien van een driewegkraan die het warme water met koud water mengt en zo water aan de gewone temperatuur produceert.

4. Zwembadcircuit

Wanneer de temperatuur in het opslagvat (3) een bepaalde temperatuur overschrijdt, springt de gemotoriseerde driewegkraan (11) op stand A en stuurt de warmte afkomstig van de zonnecollectoren (1) via de wisselaar (12) naar de buffertank van het zwembad.

Dit schema kan vervolledigd worden door een leiding die het opslagvat met de buffertank verbindt.

5. Regeling

De zonthermische installatie voor productie van warm water is volledig automatisch. Het systeem beschikt over verschillende regelingsmechanismen (normaalgezien in een enkele doos), met onder andere een regelingstoestel voor het primaire circuit dat de circulator bestuurt, een regelingstoestel voor de circulator van de verwarmingsketel en de circulator van de leiding.

6. Aanvulling

De zonnepanelen op zich kunnen niet aan de gehele behoefte aan warm water voldoen. Een zonnesysteem is dus altijd verbonden met een aanvullend systeem. In de meeste gevallen zorgen de bestaande verwarmingsketels en de warmtewisselaars voor deze aanvulling.

BIJLAGE 3 : REFERENTIEDOCUMENTEN THERMISCHE ZONNE-ENERGIE

Brussel Hoofdstedelijk Gewest heeft voor u een aantal type-lastenboeken, handleidingen en checklijsten ter beschikking, bestemd voor bouwbeheerders, energieverantwoordelijken en studiebureau's die betrokken zijn bij een project voor de verbetering van de energie-efficiëntie van een gebouw. Deze documenten zijn beschikbaar op de site van Leefmilieu Brussel: <http://www.leefmilieubrussel.be>

De hieronder vermelde lijst bevat enkel referentiedocumenten met betrekking tot zonthermische energie. Er zijn ook andere referentiesystemen aangaande REG, warmtekrachtkoppeling en hernieuwbare energie beschikbaar of in voorbereiding.

Het is aan eenieder datgene te kiezen dat het meest interessant en aangewezen lijkt in zijn specifiek geval.

Deze referentiesystemen zijn vrij te gebruiken. Met het oog op de promotie van REG-projecten zijn kopieën van uittreksels of van de volledige tekst toegelaten.

- Typelastenboek voor de installatie van zonneboiler
- Gids voor de realisatie van een zonne-audit
- Checklist met de essentiële elementen van het lastenboek voor de installatiewerken voor een zonneboiler
- Typelastenboek met Gegarandeerd Zonthermisch Resultaat
- Quick Scan thermische zonne-energie
- Onderhoud gids voor zonneboiler installaties



INHOUDSTABEL

INLEIDING	3
1. ELEMENTEN DIE OPGENOMEN MOETEN WORDEN IN HET LASTENBOEK VOOR DE INSTALLATIE VAN EEN ZONNEBOILER	5
1.1 Berekeningen	5
1.1.1 Voorafgaandelijke opmerking over de dimensionering van de installatie	5
1.1.2 Dimensionering van het collectoroppervlak	5
1.2 Standaardlastenboeken zonneboiler	7
1.2.1 Collectoren	7
1.2.1.1 Specificatie van het materiaal	7
1.2.1.2 Kwantitatieve specificatie	7
1.2.1.3 Uitvoering	7
1.2.2 Opslagvat(en) (en eventueel terugloopvat)	7
1.2.2.1 Specificatie van het materiaal	7
1.2.2.2 Kwantitatieve specificatie	7
1.2.2.3 Uitvoering	7
1.2.3 Leidingen (intern en extern)	7
1.2.4 Isolatie van de interne en externe leidingen	7
1.2.5 Hydraulische circulatiemechanismen	7
1.2.6 Hydraulische beveiligingsmechanismen	8
1.2.7 Warmtegeleidende vloeistof	8
1.2.8 Elektronische regeling: werkingslogica van de regelingsmodule	8
1.2.9 Calorimetrie	8
1.3 Uitvoeringsplannen	8
1.3.1 Dak	8
1.3.2 Gebouw	8
1.3.3 Technisch lokaal	8
1.3.4 Hydraulisch schema	8
BIJLAGE 1 : BIJZONDERE BEPALINGEN (NIET LIMITATIEF)	9
BIJLAGE 2 : MEETTOESTELLEN VOOR HET WARMWATERVERBRUIK - PRINCIPESHEMA	10
<i>Onderdelen van het zonnestelsel</i>	<i>11</i>
1. Zonnecollectoren	11
2. Het primaire circuit	11
3. Het circuit van het sanitaire water	12
4. Zwembadcircuit	12
5. Regeling	12
6. Aanvulling	12
BIJLAGE 3 : REFERENTIEDOCUMENTEN THERMISCHE ZONNE-ENERGIE	13
INHOUDSTABEL	14

INFO



02 775 75 75
www.leefmilieubrussel.be

Rédactie : Bernard Huberlant
Comite ter herlezing: François Cornille
Uitgever : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledele 100 – 1200 Brussel
Andere inlichtingen : www.leefmilieubrussel.be

