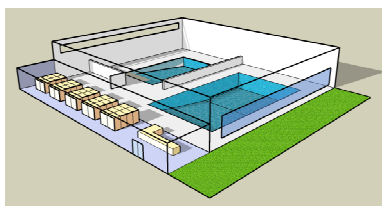


# De zon in het zwembad



## Inleiding

Het zwembad Aquarius staat in de gemeente Tienhuizen. Toen het zwembad in 1963 gebouwd werd speelde de energiekosten en het milieu nog niet zo'n belangrijke rol. Inmiddels is dat veranderd: de energie die nodig is voor het zwembad is de grootste kostenpost geworden en bijna iedereen is bezorgd om het milieu.

Het gemeentebestuur van Tienhuizen heeft daarom besloten het zwembad grondig te gaan renoveren. Eén van de aspecten die bij de renovatie een belangrijke rol speelt, is het gebruik van duurzame energie. Het gemeentebestuur wil in de toekomst zoveel mogelijk gebruik gaan maken van zonne-energie. Deze vorm van duurzame energie zorgt voor de minste overlast voor de omgeving en levert bovendien een leuke Europese subsidie op.

Jij werkt voor milieuvadvisiebureau ThinkGreen. Het gemeentebestuur heeft dit bureau de opdracht gegeven te onderzoeken op welke manier zonne-energie het beste ingezet kan worden. De komende lessen ga je aan de slag met het schrijven van een rapport voor de gemeente. Om een goed rapport te kunnen schrijven zal je eerst meer te weten moeten komen over de energiehuishouding van het zwembad. Vervolgens krijg je een kort overzicht van de verschillende manieren waarop zonne-energie gebruikt kan worden. Voor je rapport kies je één van deze manieren, die je vervolgens verder gaat onderzoeken.

Veel informatie die je nodig zal hebben kom je tegen in de *facts & figures* kadertjes, die verspreid in de tekst staan.

### facts & figures



De zon is een ster op ongeveer 150.000.000 km afstand van de aarde. De energie die de zon uitstraalt ontstaat door kernfusie. De energie die de aarde bereikt is 9000 keer groter dan de totale energiebehoefte.

### facts & figures



#### grote bad:

lengte: 25,0 m  
breedte: 14,7 m  
gemiddelde diepte: 3,0 m

#### kleine bad

lengte: 18,0 m  
breedte: 9,6 m  
gemiddelde diepte: 0,9 m

#### volume lucht

zwemhal: 9300 m<sup>3</sup>  
voorgebouw: 970 m<sup>3</sup>

#### temperaturen

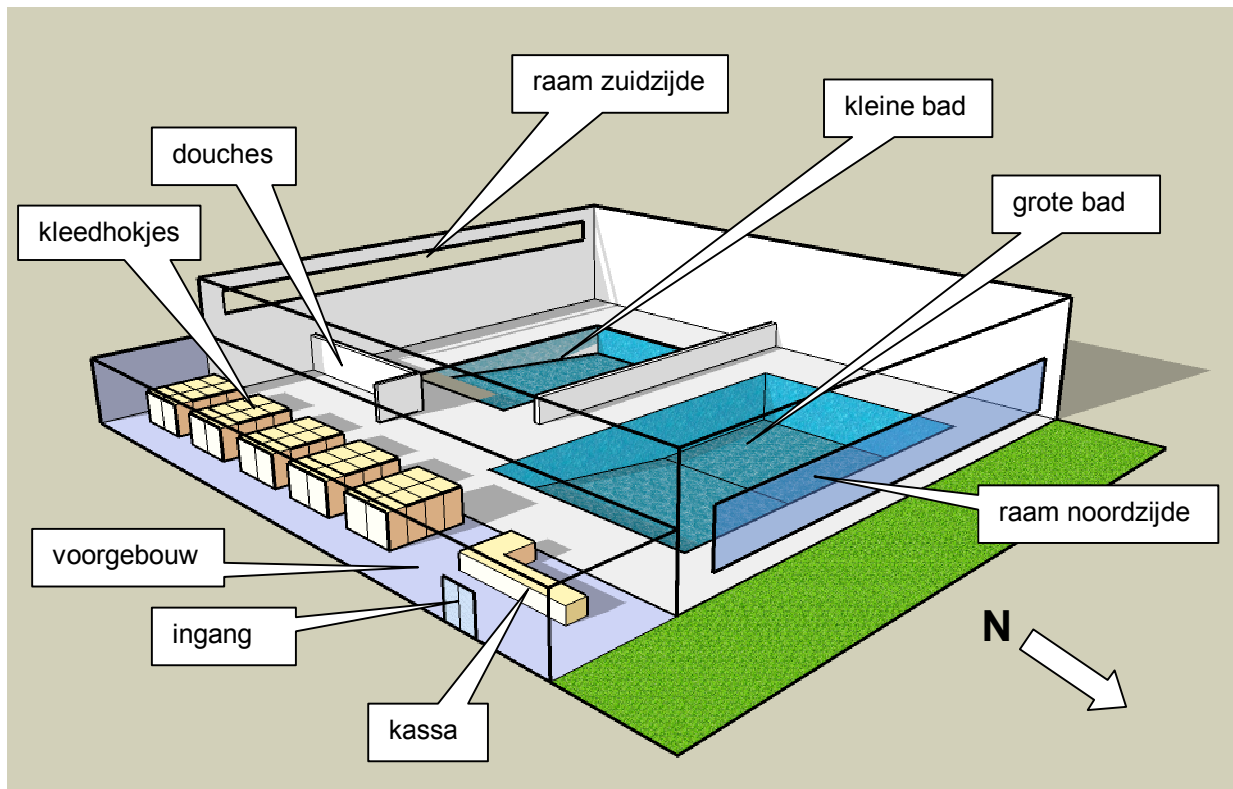
watertemperatuur: 29 °C  
luchttemperatuur: 31 °C

## Het zwembad

Aquarius bestaat uit twee binnenbaden en een buitenbad. Voor deze opdracht speelt alleen het binnenbad een rol.

De ingang van het zwembad is naar het oosten gericht. Na binnenkomst ben je in het voorgebouw waar de kassa en de kleedhokjes zijn. Het voorgebouw is door een muur grotendeels van de zwemhal afgesloten.

Via de kleedhokjes kom je in de zwemhal waar de douches en de baden zich bevinden. De muren van de zwemhal zijn 6 meter hoog. In de muur op het zuiden, langs het kleine bad, bevinden zich bovenin over de hele lengte ramen van ongeveer een meter hoog. In de achtermuur zitten geen ramen. De muur op het noorden bestaat voor bijna de helft uit glas. Dat is gedaan omdat deze kant uitzicht geeft op het buitenbad.



Zowel het voorgebouw als de zwemhal hebben beide een plat dak zonder lichtkoepels. De technische installatie van het zwembad bevindt zich grotendeels in de kelder.

#### facts & figures



De gemiddelde temperatuur van het schone water is 20 °C. Voor het verwarmen van 1 m<sup>3</sup> water van 20 °C tot 29 °C is 10,5 kWh energie nodig.

De gemiddelde temperatuur van de buitenlucht is 9 °C. Voor het verwarmen van 1 m<sup>3</sup> lucht van 9 °C tot 29 °C is 0,0072 kWh energie nodig.

Per uur lekt er 100 kWh warmte naar de omgeving.

De technische installatie, de verlichting en de douches gebruiken per dag 720 kWh energie.

## Energie

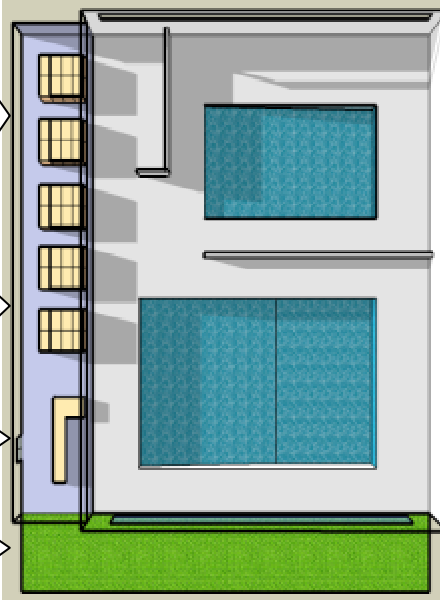
Het energieverbruik van Aquarius bestaat uit een aantal delen:


- Het water moet verwarmd worden. Doordat de temperatuur van de lucht iets hoger is dan de temperatuur van het water, verdwijnt er naar de lucht geen warmte. Het water wordt echter wel één keer in de twee dagen ververs. Dat gebeurt door heel de tijd water uit de baden te pompen en nieuw (kouder) water terug te pompen. Het verwarmen van het nieuwe water gebeurt met een gasketel.
- De lucht moet worden verwarmd. Voor een prettige en gezonde omgeving moet alle lucht zes maal per dag ververs worden. De nieuwe lucht zal dan eerst weer verwarmd moeten worden. Via het dak, de muren en de ramen zal er warmte naar de omgeving lekken. Deze warmte moet ook weer aangevuld worden. Het verwarmen van lucht gebeurt ook met een gasketel. Het voorgebouw hoeft niet apart verwarmd te worden.
- Voor de technische installatie, de verlichting en de douches wordt elektrische energie gebruikt.

Op de volgende bladzijde staat een schema waarmee je het energieverbruik in het zwembad per jaar uit kan rekenen. Vul het schema eerst in. Berken vervolgens hoeveel kWh aan gas er totaal gebruikt is, wat dit kost en om hoeveel m<sup>3</sup> het gaat. Bereken ook

de kosten van de elektrische energie. Tenslotte kan je het totale gebruik en de totale kosten uitrekenen.

<b>gas</b>	<b>vers water</b>
	- volume kleine bad: ..... m <sup>3</sup>
	- volume grote bad: ..... m <sup>3</sup>
	- volume per 2 dagen: ..... m <sup>3</sup>
	- volume per jaar: ..... m <sup>3</sup>
	- energie per jaar: ..... kWh
	<b>verse lucht</b>
	- volume per dag: ..... m <sup>3</sup>
	- volume per jaar: ..... m <sup>3</sup>
	- energie per jaar: ..... kWh
	<b>warmte lekkage</b>
	- energie per dag: ..... kWh
	- energie per jaar: ..... kWh
<b>elektrische energie: elektrische installatie, verlichting en douches</b>	
- energie per jaar: ..... kWh	



**facts & figures** 

Bij het verbranden van 1 m<sup>3</sup> gas komt 8,9 kWh energie vrij.

Energie uit gas kost 7 cent per kWh. Elektrische energie kost 24 cent per kWh.

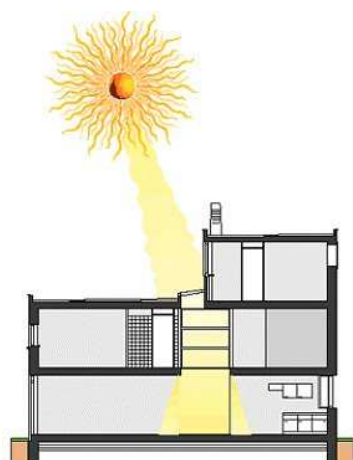
Totale energie uit gas per jaar: ..... kWh  
 Kosten voor de energie uit gas per jaar: € .....  
 Aantal kubieke meter gas per jaar: .....m<sup>3</sup>

Kosten voor de elektrische energie per jaar: € .....

Totale energie per jaar: ..... kWh  
 Totale kosten voor energie per jaar: € .....

Inmiddels weet je voldoende over het energiegebruik van het zwembad. In de volgende onderdelen worden drie verschillende manieren om zonne-energie te gebruiken beschreven. Lees deze onderdelen aandachtig door.

## Passieve zonne-energie



Bij het passief gebruik van zonne-energie wordt er geen gebruik gemaakt van speciale apparaten. Bij het ontwerp van een gebouw wordt er echter optimaal gebruik gemaakt van de warmte van het opvallende zonlicht.

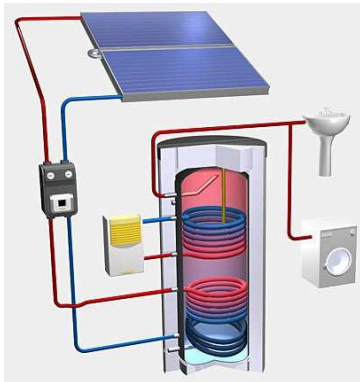
Een optimaal ontwerp van een gebouw begint al met de ligging. Wanneer één van de zijden van het gebouw naar het zuiden gericht is, is het zinvol de ruimtes die het warmst moeten worden aan deze kant te plaatsen.

Daarnaast speelt het gemak waarmee het zonlicht kan binnenvallen een grote rol: Grote ramen aan de zuidkant van een gebouw zullen meer zin hebben dan grote ramen aan de noordkant. In een serre kan de temperatuur wel 10 °C hoger worden dan de buitentemperatuur. De lucht uit de serre kan dan gebruikt worden om het gebouw te verwarmen. Het gebruik van

binnenplaatsen en lichtkoepels kan er voor zorgen dat het zonlicht op veel meer plaatsen in een gebouw kan komen.

Een derde factor waar rekening mee gehouden kan worden is de bouwmassa. Bouwmateriaal dient als een soort opslagvat voor warmte. Indien een gebouw uit meer materiaal bestaat, kan het gebouw ook meer warmte opslaan. Dat zorgt ervoor dat een gebouw minder snel op zal warmen en af zal koelen als de buitentemperatuur verandert.

Indien je meer informatie wil hebben kan de volgende website een goede start zijn: [https://www.senter.nl/duurzameenergie/DE-technieken/Passieve\\_zonne-energie/Index.asp](https://www.senter.nl/duurzameenergie/DE-technieken/Passieve_zonne-energie/Index.asp)



## Zonneboiler

Een actieve manier om zonne-energie in te zetten is het gebruik van zonneboilers. Een zonneboiler bestaat uit een zonnecollector en een opslagvat. In de zonnecollector lopen buizen waar water, een andere vloeistof of zelfs lucht doorheen kan stromen. Door het zonlicht worden deze buizen verwarmd. Om deze opwarming zo goed mogelijk te laten verlopen wordt de binnenkant van de collector zwart gemaakt.

De collector wordt bovendien afgedekt met een glasplaat. De straling van de zon kan wel door het glas heen terwijl de warmtestraling van de collector dat niet kan. Op deze manier kan de temperatuur in de collector oplopen tot wel 90 °C.

Indien er minder warm water afgenomen wordt dan er wordt geproduceerd kan het water tijdelijk worden bewaard in een opslagvat. Indien de temperatuur van het opgewarmde water te laag is of wanneer de vraag erg groot is kan een ketel worden gebruikt om bij te stoken.

Wanneer de op te warmen stof niet zelf door de collector kan of mag stromen moet er een warmtewisselaar gebruikt worden. In een warmtewisselaar geeft de ene stof zijn warmte af aan de andere. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het opwarmen van zwemwater en bij heteluchtverwarming.

Indien je meer informatie wil hebben kan de volgende website een goede start zijn: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Zonneboiler>

### facts & figures



Voor opwarming van zwemwater moet het oppervlakte van de collectoren ongeveer 0,7 keer het oppervlakte van het bad zijn.

In Nederland is de ideale hoek tussen de collector en een plat dak 36°. Voor de grootste opbrengst moet de collector naar het zuiden gericht zijn.

Een installatie kost € 10,- per bespaarde m<sup>3</sup> gas (€ 0,60) per jaar.

## Zonnepanelen



Zonnepanelen bestaan uit zonnecellen. In zonnecellen wordt energie uit het zonlicht direct omgezet in elektrische energie. Met deze energie kan je drie dingen doen: Je kan het direct gebruiken, je kan het tijdelijk opslaan in een accu of je kan het terugleveren aan het elektriciteitsnet. In dat laatste geval loopt de elektriciteitsmeter letterlijk terug.

## facts & figures



In Nederland levert een zonnepaneel van 1 m<sup>2</sup> ongeveer 80 kWh elektrische energie per jaar.

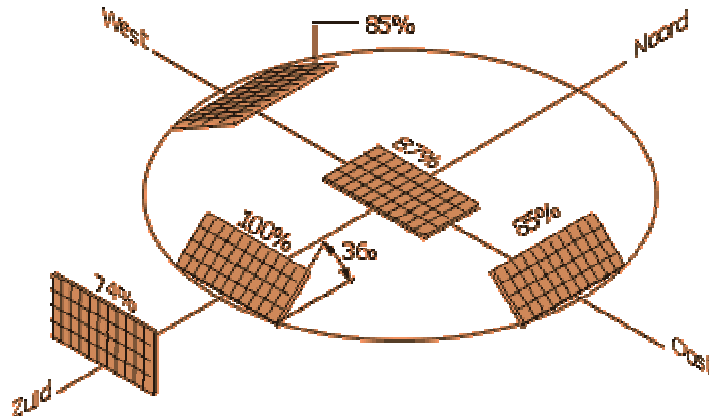
Een complete installatie kost ongeveer € 750,- per m<sup>2</sup>. Het duurt zonder subsidie 30 à 40 jaar voordat de kosten terugverdiend zijn.

De energie die nodig is om een zonnepaneel te maken is na 3 à 6 jaar terugverdiend.

Voor zonnecellen is geen direct zonlicht nodig. Ondanks dat het vaak bewolkt is in Nederland, zijn zonnecellen daarom toch goed te gebruiken.

Omdat zonnecellen een gelijkspanning leveren is de elektrische energie voor de meeste toepassingen niet direct te gebruiken. In dat geval is er een extra apparaat nodig, een inverter, om van de gelijkspanning een wisselspanning te maken.

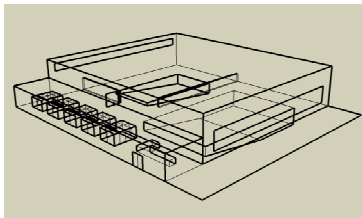
De opbrengst van een zonnepaneel hangt af van de richting en de hoek waaronder het paneel gemonteerd is. De tekening hieronder geeft een overzicht.



Meer informatie is te vinden op de volgende websites:  
<http://www.zonnestroom.net/pvfaq.html> en  
<http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Zonnestroom>

## Het rapport

Kies nu in overleg met je docent één van de manieren om zonne-energie te gebruiken. Zoek eventueel naar meer informatie over de gekozen manier. Schrijf vervolgens een rapport aan het gemeentebestuur van Tienhuizen met een advies over het gebruik van deze manier om zonne-energie toe te passen.



Je rapport moet minimaal de volgende onderdelen bevatten:

- Een korte beschrijving van het huidige energiegebruik.
- Een beschrijving van de door jou gekozen manier waarop zonne-energie gebruikt gaat worden.
- Een uitleg over de bouwkundige aspecten, inclusief een schets.
- Een schatting van de opbrengst voor het milieu.
- Een schatting van de financiële opbrengst.
- Een conclusie.

Indien je voldoende tijd hebt kan je in je rapport ook nog andere voorstellen doen die een duurzamer gebruik van energie ten goede komen.

## De praktische opdracht

Afhankelijk van de manier die je hiervoor hebt gekozen ga je nu zelfstandig een praktische opdracht uitvoeren.

### **Praktische opdracht passieve zonne-energie**

Maak een duidelijke tekening of een maquette van de bouwkundige wijzigingen die je hebt voorgesteld. Geef daarbij zo goed mogelijk alle maten en gebruikte materialen aan.

### **Praktische opdracht zonneboiler**

Bouw een model van een zonecollector. Bedenk vooraf goed wat je gaat doen en welke materialen je gaat gebruiken. Test je collector door hem te vullen met water en na een uur in de zon te meten hoeveel de temperatuur is gestegen.

### **Praktische opdracht zonnepaneel I**

Bepaal het maximale vermogen van een zonnecel. Gebruik een lamp als lichtbron. Sluit de zonnecel aan op een variabele weerstand en meet bij verschillende instellingen van de weerstand de spanning en de stroomsterkte. Maak van deze metingen een I,U-diagram. Maak van dezelfde metingen een P,U-diagram en lees het maximale vermogen af.

### **Praktische opdracht zonnepaneel II**

Meet de invloed van verschillende verlichtingshoeken en verlichtingsintensiteiten. Gebruik een lamp als lichtbron. Om de invloed van de intensiteit te meten kan je de afstand tot de lamp vernaderen. Meet iedere keer de spanning over de zonnecel.

#### **facts & figures**



Als je weet bij welke spanning een zonnecel het maximale vermogen levert, kan je met de bijhorende stroomsterkte ook uitrekenen wat de beste weerstandswaarde is om de zonnecel mee te belasten.

#### **facts & figures**



Deze module is geschreven als kennismakingsmodule voor het vak NLT en sluit aan bij domeinen C (Havo) en G (Vwo).

Jeroen Borsboom  
Jan van Egmond Lyceum  
Purmerend