

MEMO

Onderwerp:
Gebruik Heatsavr in Buitenbad De Bercken in
Reuver

Opgesteld door:
drs. G.W. Brandsen

's-Hertogenbosch,
2 december 2013

Gecontroleerd door:
ing. N.G.C.M. Quaijtaal

DIVISIE MILIEU & RUIMTE

Van:
drs. G.W. Brandsen

Projectnummer:
B02015.000151.0100

Afdeling:
Divisie M&R Den Bosch

Ons kenmerk:
077443609:A

Aan:
Nicholas Ninaber van Eyben

Kopieën aan:

Zwembad De Bercken in Reuver maakt sinds 2012 gebruik van Heatsavr om energie te besparen. De beheerder van het zwembad houdt sinds 2008 dagelijks gegevens over het gasgebruik van het zwembad bij. Met deze gegevens en meteogegevens van het KNMI is het mogelijk om te onderzoeken wat het effect van Heatsavr is op het energieverbruik. In bijlage 1 zijn de gebruikte gegevens weergegeven.

Inputgegevens

De gegevens van het zwembad zijn door Heatsavr aangeleverd. De gegevens van het KNMI zijn afkomstig van meteostation Eindhoven op ongeveer 50 km afstand. De temperatuur van het zwembadwater wordt op een constante temperatuur van 25 graden Celsius gehouden.

Methodiek

Om te bepalen wat de besparing van Heatsavr is op het energieverbruik zijn verschillende verbanden onderzocht die van invloed zijn.

- Graaddagen = temperatuur van het zwembad (25 graden) min temperatuur van de omgeving (afkomstig van data KNMI) → Bij een lagere omgevingstemperatuur zal de warmtetransmissie groter zijn en meer water verdampen, dan bij een hogere omgevingstemperatuur.
- Relatieve vochtigheid → Bij een lage relatieve vochtigheid zal meer water verdampen dan bij een hoge relatieve vochtigheid.
- Windsnelheid en neerslag (afkomstig van data KNMI) → Wind en neerslag heeft een negatieve invloed op de werking van Heatsavr omdat het de moleculaire laag op het water verstoort.
- Suppletie van water (afkomstig van zwembad) → Door gebruiksinvloeden en verdamping neemt de hoeveelheid water in het zwembad af. Dit moet vervolgens weer worden aangevuld. Heatsavr voorkomt verdamping en daarmee de suppletie van water.

ARCADIS

Wanneer er een verband gevonden is, kan een formule worden bepaald die bij dit verband past. Met behulp van de formule kan vervolgens berekend worden wat het energieverbruik voor een bepaald jaar is in de referentiesituatie en in de situatie met Heatsavr.

In de beschikbare data zitten veel onnauwkeurigheden en onzekerheden. Zo is het niet bekend wanneer de gasopname is gedaan en of dat dagelijks op hetzelfde tijdstip is gedaan. Door variatie in het weerbeeld en locatie invloeden bestaan er vaak afwijkingen ten opzichte van het meetstation. Daarnaast is de waarde van het KNMI gegeven voor dag (0-24 uur) en is de aflezing van het gasverbruik in het zwembad overdag afgelezen. Dit zorgt voor verschil in tijd tussen weerbeeld en gasverbruik. Door de onzekerheden is het niet mogelijk om een verband per dag te vinden. Om dit op te lossen, is er voor gekozen om te werken met een floating mean van zeven dagen. Dit wil zeggen dat voor elke dag een gemiddelde is genomen van de dag met de omliggende zes dagen. Hierdoor worden onzekerheden kleiner en is het beter mogelijk om verbanden te vinden.

Analyse

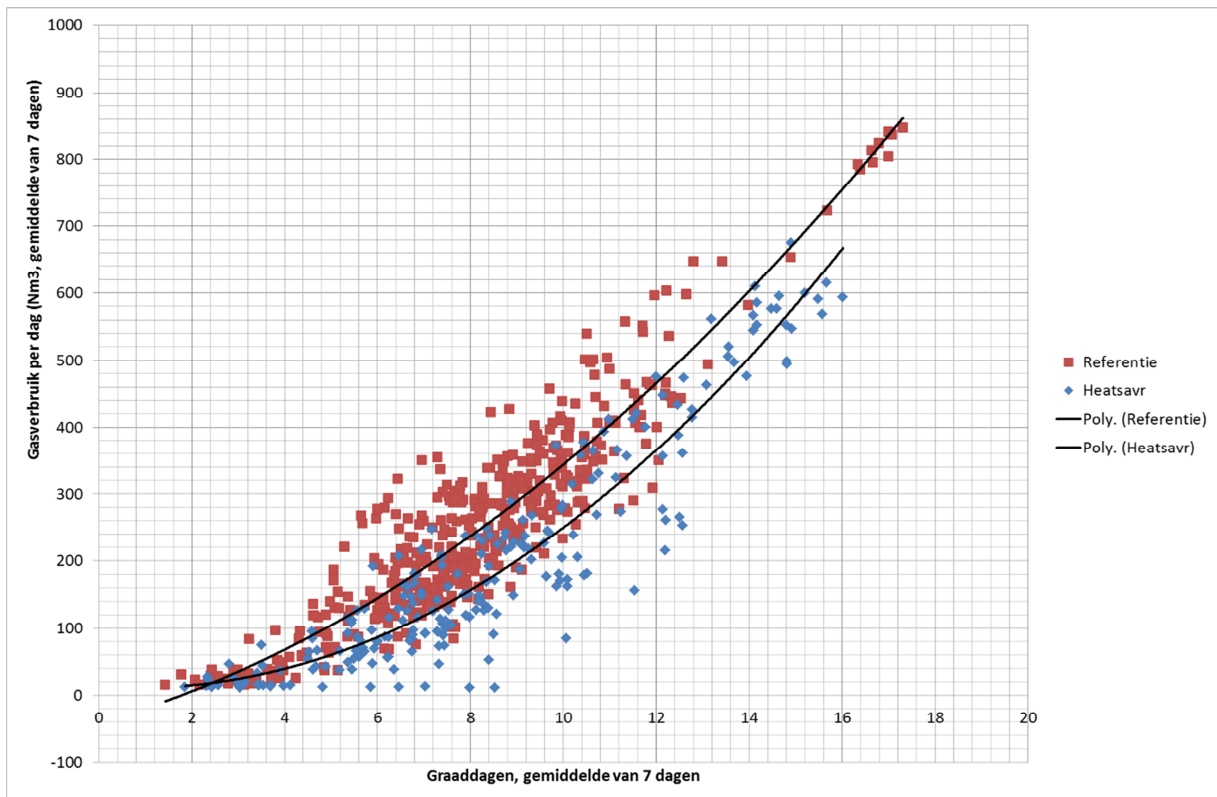
De beschikbare gegevens zijn als volgt:

2008	Referentie
2009	Referentie
2010	Referentie
2011	Referentie
2012	Gebruik Heatsavr
2013	Gebruik Heatsavr

Bij de analyse van de gegevens is een verband gevonden tussen de graaddagen, de relatieve vochtigheid en het gasverbruik. Het was niet mogelijk om een verband te vinden tussen het gasverbruik en de windsnelheid, het gasverbruik en de neerslag en de suppletie van water door verdamping en het gasverbruik. Een belangrijke oorzaak hiervoor is dat de windsnelheid en neerslag locatieafhankelijk is en erg fluctueert.

Verband graaddagen en gasverbruik

In onderstaande grafiek is het gevonden verband weergegeven tussen de graaddagen (= verschil in temperatuur tussen zwembadwater en de buitenlucht) en het gasverbruik. Dit is voor zowel de referentie (zonder gebruik Heatsavr) gedaan als met gebruik van Heatsavr.



Grafiek 1: Verband tussen de graaddagen en het gasverbruik

De grafiek laat zien dat er een duidelijk verband is tussen de graaddagen en het gasverbruik. Bij gebruik van Heatsavr blijkt het er significant minder energie nodig te zijn dan in de referentiesituatie. Daarnaast wordt duidelijk dat het absolute effect van Heatsavr tot vijf graaddagen (= gemiddelde buitentemperatuur van 20 graden) beperkt is.

Verband graaddagen en gasverbruik en relatieve vochtigheid

Naast de graaddagen blijkt de relatieve vochtigheid ook een effect te hebben. Om het verband te bepalen, is een regressie-analyse uitgevoerd tussen het gasverbruik, en de combinatie van graaddagen en relatieve vochtigheid.

Uit deze regressie-analyse komen de volgende formules:

- Referentie: $53,4 * \text{graaddagen} - 242 * \text{relatieve vochtigheid (\%)} \quad R^2 = 0,960^1$
- Gebruik Heatsavr: $48,2 * \text{graaddagen} - 271 * \text{relatieve vochtigheid (\%)} \quad R^2 = 0,934$

De formule geeft weer dat hoe meer graaddagen er zijn, hoe meer gas er verbruikt zal worden. De relatieve vochtigheid heeft een dempend effect hierop. Dat wil zeggen dat hoe hoger de relatieve vochtigheid is, hoe lager het energieverbruik zal zijn.

¹ R² wordt in de statistiek gebruikt om de goodness-of-fit aan te geven. Deze maat geeft uitdrukking aan hoe goed de geobserveerde data clusteren rond de geschatte regressie. Een R-kwadraat van 1,0 is maximaal.

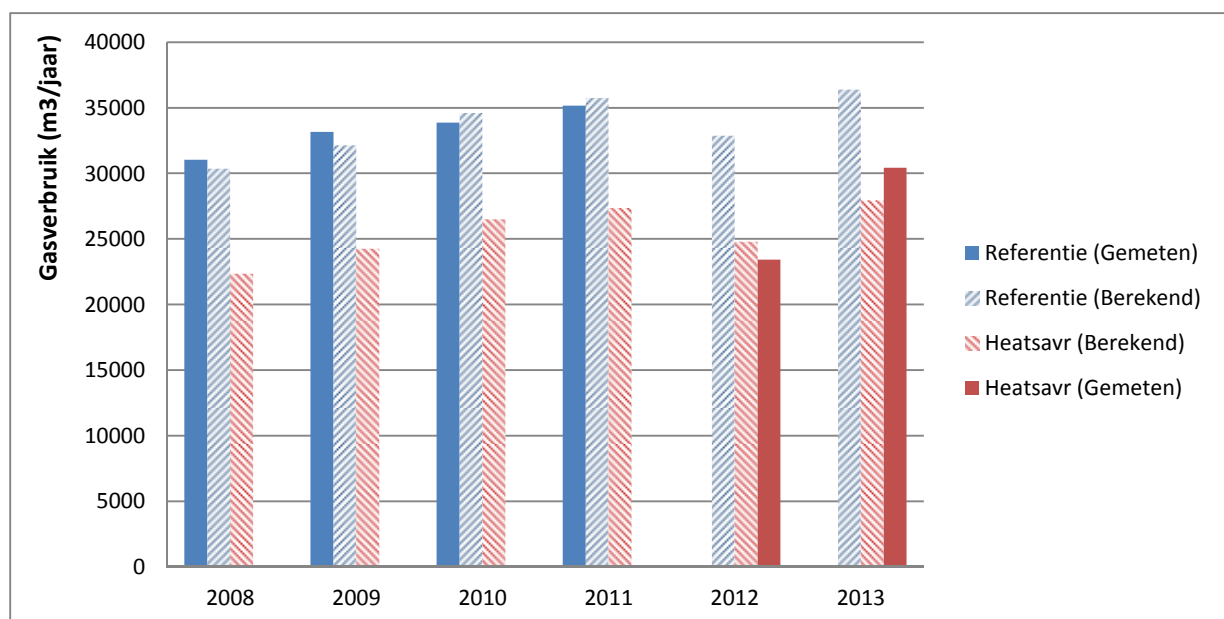
Bij weinig graaddagen (is klein verschil in temperatuur tussen het zwembadwater en de omgeving) is het effect van de relatieve vochtigheid het grootst.

Dat het effect van de relatieve vochtigheid bij het gebruik van Heatsavr groter is dan in de referentiesituatie kan worden verklaard met het lagere gasverbruik bij gebruik van Heatsavr, waarmee het effect van de relatieve vochtigheid in de berekening groter is.

Een R^2 van 0,934 betekent dat er een duidelijk verband zichtbaar is tussen het gasverbruik en een combinatie van de graaddagen en de relatieve vochtigheid. Simpel gezegd kan 93,4% van de variatie in gasverbruik worden verklaard door de combinatie van graaddagen en relatieve vochtigheid. Bij gebruik van Heatsavr is er een iets grotere onnauwkeurigheid tussen de gemeten en berekende waarden. Dit kan verschillende oorzaken hebben, bijvoorbeeld de effecten van wind en neerslag, maar ook de invloed van gasten op de Heatsavr laag. Ondanks de iets groter onnauwkeurigheid in de berekende waarden, geeft de formule een hele goede indicatie van het verwachte energieverbruik wanneer Heatsavr toegepast wordt.

Resultaten

Door bovenstaande formule los te laten op de gegevens van het zwembad en het KNMI is het mogelijk om het verwachte gasverbruik te berekenen. In onderstaande grafiek zijn de resultaten van deze berekeningen weergegeven en vergeleken met het gemeten gasverbruik.



Grafiek 2: gemeten en berekende waarden van de referentiesituatie en het gebruik van Heatsavr

Uit de grafiek kan opgemaakt worden dat de berekende waarden voor de referentiesituatie heel sterk overeenkomen met de gemeten waarden. Dit laat zien dat de formule een goede weerspiegeling geeft van de werkelijkheid. Ook voor 2012 en 2013 is het gasverbruik met deze formule berekend en weergegeven in de grafiek.

Op basis van de gemeten en berekende gegevens blijkt Heatsavr een energiebesparing te geven van 16% (2013) tot 29% (2012) met een gemiddelde besparing over alle jaren van circa 20%.

ARCADIS

Met de formule kan ook verklaard worden waarom het energieverbruik in 2013 hoger lag dan in 2012. In 2013 waren fors meer extreem koude dagen (30) dan in 2012 (17). Deze dagen hadden meer graaddagen en zorgde voor veel meer gasverbruik dan andere dagen. Ongeveer de helft van het gasverbruik in heel 2013 is op deze dagen verstookt.

Conclusie

Er is duidelijk statistisch verband tussen de hoeveelheid graaddagen, de relatieve luchtvochtigheid en het gasverbruik.

Op dagen met meer graaddagen koelt door gebruik van Heatsavr het water minder af dan in de situatie waar geen Heatsavr is toegevoegd. Dit is zichtbaar met een afname van het gasverbruik. Wanneer het verschil tussen de buitentemperatuur de temperatuur van het zwembadwater klein is dan is het effect van Heatsavr ook klein.

In de vergelijking van gemeten en berekende waarden tussen de verschillende jaren blijkt dat door gebruik van Heatsavr het energieverbruik van zwembad De Bercken in Reuver met circa 20% afgenomen is. Dit is een besparing van ongeveer 6.000-7.000 m³ aardgas per jaar.

Bijlage:

1. Inputgegevens.

ARCADIS

Bijlage 1: Inputgegevens

