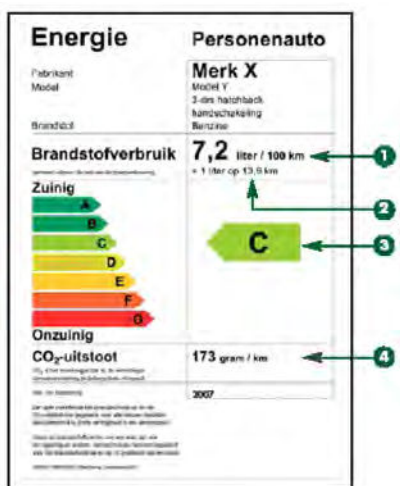


SPFbes in de praktijk

Per 1 juli 2013 zijn de Algemene maatregelen van bestuur (Amvb) bodemenergie van kracht geworden. Onderdeel van de Amvb is dat bodemenergiesystemen (bes) die na deze datum zijn ontworpen, de Seasonal Performance Factor (SPFbes) moeten rapporteren. In dit artikel wordt ingegaan op de consequenties van deze verplichting en wat deze verplichting in de praktijk inhoudt.

Ing. W. (Wobbe) van den Kieboom, Senior Adviseur Energie- en Procestechiek, KWA Bedrijfsadviseurs BV en voorzitter Expertgroep Klimaattechniek van TVVL



-Figuur 1- Energielabel auto

Elk systeem heeft een beoogde en een werkelijke prestatie. De auto is hiervan een mooi voorbeeld. Deze heeft een energielabel dat aangeeft wat voor dat specifieke modeltype een zuinige auto is. Daarbij wordt gekeken naar het type auto, een klein of groot model, maar ook naar de brandstofsoort. Heeft de auto een lage CO₂-uitstoot volgens de gestandaardiseerde labtest, dan is hij zuinig en krijgt hij een A-label. Als de eigenaar met deze auto vervolgens tweeduizend kilometer per week rijdt, flink het gas erop houdt en zijn complete golfuitrusting standaard achterin de auto heeft liggen, heeft dit geen effect op het label [1].

Voor bodemenergiesystemen is dit wel het geval.

■ WAT IS DE SPFBES?

De SPFbes is een prestatie maat voor een bodemenergiesysteem. Deze wordt berekend conform ISO 39 [2] volgens de volgende formule:

$$SPF_{bes} = (Q_{w,bes} + Q_{k,bes}) / E_{bes} + G_{bes}$$

Hierin is:

- Q_{w,bes} : door bes aan gebouw geleverde warmte [MWh]
- Q_{k,bes} : door bes aan gebouw geleverde koude [MWh]
- E_{bes} : door bes verbruikte elektriciteit [MWh]
- G_{bes} : elektrisch equivalent door bes verbruikt gas [MWh]

Het betreft dus de hoeveelheid thermische energie die door die door het bodemenergiesysteem wordt geleverd, gedeeld door de hoeveelheid elektrische energie die nodig is om de thermische energie te leveren. G_{bes} is daarbij het elektrisch equivalent van de door het bodemenergiesysteem gebruikte gas, bijvoorbeeld bij toepassing van gasgestookte warmtepompen.

■ KETELS EN KOELMACHINES

In de definitie van de SPFbes is de demarcatie

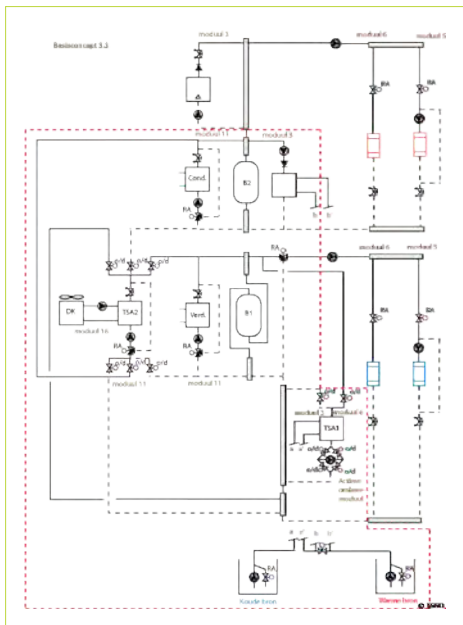
van het bodemenergiesysteem een belangrijk element. Op hoofdlijnen betreft dit de bron(nen), warmtepomp(en), pompen en de regeneratievoorziening, zoals een droge koeler of oppervlaktewater. Niet tot de SPFbes behoren ketels en koelmachines die geen energie met de bodem uitwisselen. Tevens behoren de transportpompen naar de afnemers van warmte en koude niet tot de SPFbes.

■ APPARATEN MET DUBBELFUNCTIE

In bodemenergiesystemen waarvoor in de winter extra koude benodigd is als voorraad voor de zomer, worden regeneratievoorzieningen ingezet zoals droge koelers en oppervlaktewater. Tevens komt het regelmatig voor dat luchtbehandelingskasten worden ingezet om koude uit de buitenlucht uit te wisselen met het warme bronwater. Als deze luchtbehandelingskasten in de nachtelijke- en weekenduren alleen aan staan om koude in de bodem te laden, dienen deze tevens meegerekend te worden in de berekening van de SPFbes, evenals de pompen die het transport van het water verzorgen.

■ ONTWERP EN REALISATIE

Anders dan bij de auto, speelt de SPF van het bodemenergiesysteem een rol tijdens de hele levensduur van het bodemenergiesysteem.



-Figuur 2- Demarcatie van de SPFBes

Te beginnen bij het ontwerp. Bedrijven die het bovengrondse deel van het bodemenergiesystemen ontwerpen en realiseren, zijn gecertificeerd conform de BRL6000-21 [3]. In het proces van ontwerp en realisatie van bodemenergiesystemen, dienen zij informatie te verzamelen en uit te wisselen. Dit met als doel een goed beeld te krijgen van de energie- en vermogensscenario's waarop het bodemenergiesysteem moet kunnen anticiperen. Als deze scenario's zijn verwerkt tot een robuust ontwerp van het bodemenergiesysteem, kan een vergunning worden aangevraagd voor realisatie en exploitatie van het bodemenergiesysteem. Hierbij spelen het Waterbesluit (open systemen) [4] en het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (BLBI) (gesloten systemen) [5] een rol. Bij het indienen van een vergunningsaanvraag of de melding van een systeem, dient conform deze besluiten de SPF van het bodemenergiesysteem te worden opgegeven. Hierbij mag het bevoegd gezag een minimum SPF eisen. Daarbij wordt rekening gehouden met het type en het gebruik van het systeem, te vergelijken met het energielabel van een auto.

Voor afzonderlijke woningen geldt de SPFBes niet, voor kleinere open bronsystemen tot 10 m³/h worden de eisen door de provincies afzonderlijk vastgesteld.

■ EXPLOITATIE

Tijdens de exploitatie van een bodemenergiesysteem zal blijken hoe belangrijk een goede inschatting van de SPFBes tijdens het ontwerp is. Er dient namelijk elk jaar een opgave te worden gedaan van de SPFBes aan het bevoegd gezag, tezamen met de rapportage betreffende de energiebalans en de jaarlijkse

waterversplaatsing (bij open bronsystemen) van het bodemenergiesysteem. Uitzondering hierbij zijn de kleinere gesloten systemen tot 70 kWh, waarbij gegevens wel gemonitord moeten worden en tien jaar ter inzage beschikbaar moeten zijn, maar niet hoeven te worden gerapporteerd.

Wat als de beoogde prestatie niet gehaald wordt?

Als een auto tijdens de labtest, met of zonder 'sjoemelsoftware', een CO₂-uitstoot van 120 gram per kilometer realiseert maar tijdens gebruik 200 gram per kilometer, heeft dat voor niemand, behalve het milieu, een nadelig effect. Bij bodemenergiesystemen is dat anders. Niet alleen moet de SPFBes elk jaar worden gerapporteerd, hij moet tevens behouden blijven. Als de prestatie namelijk achteruit gaat, mag het bevoegd gezag een onderzoek naar de oorzaak instellen. Blijkt uit het onderzoek dat het energierendement van het bodemenergiesysteem niet voldoet aan het vastgestelde minimum bij aanvraag van de vergunning, dan mag het bevoegd gezag verplichten om maatregelen te treffen, teneinde het beoogde energierendement weer te realiseren. Hiermee is een forse stap gezet ten aanzien van het verbeteren van de prestatie van bodemenergiesystemen.

Wat geldt er bij bodemenergiesystemen van voor 1 juli 2013?

Omdat de SPFBes pas verplicht is gesteld bij ontwerp van bodemenergiesystemen vanaf 1 juli 2013, vallen zeer veel bestaande systemen niet onder deze verplichting. Deze dienen in principe alleen te voldoen aan de vergunningseisen ten aanzien van maximale waterversplaatsing en de energiebalans. Het Activiteitenbesluit Milieubeheer [6] biedt echter mogelijkheden voor overheden om bedrijven te verplichten om hun bodemenergiesystemen goed te laten functioneren. Hiervoor bestaat artikel 2.15. Lid 1 van dit artikel zegt 'Degene die de inrichting drijft neemt alle energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder'. Met andere woorden, als het energierendement van een bodemenergiesysteem door een investering die zich binnen vijf jaar terugverdiend kan verbeteren, moet deze investering gedaan worden. Dit artikel is van toepassing op inrichtingen (bedrijven, scholen etc.) met een elektriciteitsverbruik groter dan 50.000 kWh en/of een gasverbruik kleiner dan 25.000 m³ per jaar. Voor de beeldvorming, dit betreft bijvoorbeeld kantoren groter dan grofweg 1.000 m² vloeroppervlak, een klein kantoorgebouw. Voor inrichtingen met een energiegebruik groter dan 200.000 kWh en/

of 75.000 m³ mag tevens verlangd worden dat een onderzoek verricht wordt naar het energierendement van een bodemenergiesysteem. Kortom, zowel voor bestaande als nieuwe bodemenergiesystemen is de SPFBes een middel om de prestaties te borgen.

■ PRODUCTIVITEIT

Naast de introductie van de SPFBes is ook de term productiviteit in het leven geroepen. Dit betreft letterlijk de productiviteit van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem. De productiviteit is de hoeveelheid thermische energie die gemiddeld per m³ water verplaatst wordt door de bronnen. Omdat deze energie het product is van de hoeveelheid water maal het temperatuurverschil tussen onttrokken en geïnfiltreerd grondwater, is de hoogte van de productiviteit evenredig met het gemiddelde temperatuurverschil tussen onttrokken en geïnfiltreerd grondwater. Hoe groter dus het verschil tussen onttrokken en geïnfiltreerd grondwater, hoe beter gebruik gemaakt wordt van de ondergrond. In bijvoorbeeld binnensteden of bij hoogbouwgebieden, is de productiviteit een zeer belangrijke parameter omdat bij een hoge productiviteit van de verschillende systemen er meer op een beperkte oppervlak kunnen worden gerealiseerd. En dit verbetert weer de energieprestatie van de gebouwde omgeving in het algemeen. Een goede productiviteit heeft een gunstig effect op zowel de te verplaatsen hoeveelheid water als de SPF van de bronpompen.

■ WAARVOOR TE GEBRUIKEN?

De SPFBes is een methode die de borging van de energieprestatie van een bodemenergiesysteem mogelijk maakt. Bij het ontwerp wordt een realistische waarde berekend, waarvan verwacht mag worden dat deze gedurende de levensduur van het bodemenergiesysteem behaald kan worden. De SPFBes zegt echter niet alles over de prestatie van het bodemenergiesysteem. Zo kan het bij een bivalent systeem gebeuren dat zowel de SPFBes, de energiebalans als de productiviteit prima in orde zijn, maar er toch onnodig veel energie gebruikt wordt. Dit kan onder andere voorkomen wanneer een additionele CV-ketel meer warmte levert dan volgens ontwerp, er daarom minder koude-overschot gecreëerd wordt met als gevolg dat de bron zonder regeneratie in balans is. Doordat de warmtepomp en de bronnen dan echter niet volledig worden benut, neemt de primaire energiebehoefte en CO₂-uitstoot van het bodemenergiesysteem (inclusief ketel) toe en zullen tevens de energiekosten onnodig hoog zijn. Een dergelijke misleidende situatie kan gebeuren doordat de inzet van een CV-ketel niet wordt beoordeeld

in de SPFBes. Hetzelfde geldt voor een koelmachine die niet direct is aangesloten op het bodemenergiesysteem. Het is dus verstandig om naast de verplichte gegevens ook te kijken naar de totale prestatie van het systeem. De SPFBes blijft echter een goed instrument om de prestatie op hoofdlijnen te blijven volgen en beoordelen.

■ ANDERE TYPE SYSTEMEN

Als de SPFBes voor een bodemenergiesysteem is vastgesteld, kan het met gedegen kennis gebruikt worden voor monitoringsdoeleinden. De SPFBes is niet geschikt voor een directe vergelijking met andere systemen. Dit komt omdat de additionele warmte van bijvoorbeeld een ketel normaal gesproken niet wordt meegerekend in de SPFBes. Als deze wordt toegekend kan wel een vergelijk gemaakt worden. Daarbij dient meegenomen te worden dat het toegekende rendement op elektrische energieopwekking van 51,7% niet overal zo hoog wordt gewaardeerd. Hierdoor wordt elektrische energie relatief gunstig beoordeeld.

■ BIJ COLLECTIEVE SYSTEMEN

De SPFBes dient ook te worden vastgelegd voor collectieve systemen, zowel voor woningbouw als utiliteit. Hierbij gelden dezelfde rekenregels als bij individuele bodemopslagsystemen. Bij een collectief systeem met individuele warmtepompen in woningen is het in verband met privacywetgeving meestal niet mogelijk de SPFBes van het totale systeem te meten. De gegevens van de warmtepompen in de woningen kunnen namelijk veelal niet gemonitord worden. Om toch de SPFBes vast te kunnen stellen kan voor deze warmtepompen met een forfaitaire waarde gerekend worden. Hiermee kan de SPFBes bij benadering vastgesteld worden.

■ WAT IS EEN GOEDE SPFBES?

De vraag wat een goede SPFBes is kan niet generiek beantwoord worden. Er zijn vele variabelen die de SPFBes bepalen. In ISSO publicatie 39 is een indicatie gegeven van de SPFBes bij verschillende verhoudingen tussen warmte- en koudevraag. Deze tabel is onderstaand weergegeven. Te zien is dat de verhouding tussen warmte- en koudelevering door het bodemenergiesysteem een zeer grote invloed heeft op de SPFBes. Bij volledige (100%) koudevraag domineren de bronpompen de SPFBes. Omdat voor elke MWh koude zowel geladen als ontladen wordt en er tevens pompenergie nodig is voor het verpompen van het water in de energiecentrale, komt de SPFBes praktisch niet boven de 12 uit. Bij systemen met een relatief hoge warmtevraag daalt de SPFBes tot ongeveer 4.

Percentage warmte	Percentage koude	SPF (ca)
0%	100%	10 ($SPF_{BES} = SPF_r$)
20%	80%	9
40%	60%	7
60%	40%	6
80%	20%	4
100%	0%	3 ($SPF_{BES} = SPF_w$)

-Figuur 3- SPFBes bij verschillende verhouding warmte en koude

Hierbij wordt de SPFBes bijna volledig bepaald door de warmtepomp(en).

■ SELECTIE WARMTEPOMP

Als gekeken wordt naar de apparaten die invloed hebben op de SPFBes, kan worden vastgesteld dat de warmtepompen in de meeste gevallen dominant zijn in de berekening van de SPFBes. Met een SPF van circa 3,5 tot 5,0 is de warmtepomp een veel grotere energiegebruiker dan bijvoorbeeld de bronpompen (SPF van 30–40), de overige pompen (SPF van 100–300) en bijvoorbeeld een droge koeler (SPF van 30–50). Bij een systeem dat redelijk in balans is, zal de warmtepomp ruim meer dan 75% van de elektriciteit gebruiken die nodig is voor het bodemenergiesysteem. Het is dan ook logisch dat een goede selectie van de warmtepomp cruciaal is. Bij selectie van de beste warmtepomp voor het bodemopslagsysteem spelen een twee factoren de grootste rol:

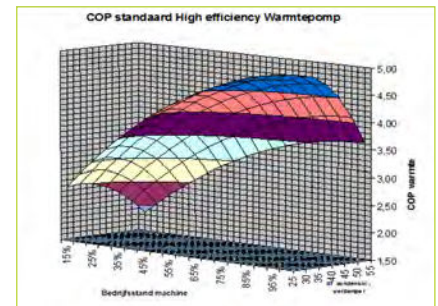
1. De grootte van de warmtepomp: de meeste warmtepompen kunnen hun vermogen in beperkte mate regelen. Dit betekent echter niet dat ze in elke situatie de optimale prestatie leveren. Het dus niet alleen voor de energiebalans, maar ook voor de SPFBes van groot belang de selectie van de warmtepomp af te stemmen op de beoogde levering van warmte en koude door deze warmtepomp. Flexibiliteit is hierbij van belang, aangezien veel systemen in de praktijk anders belast worden dan vooraf bedacht.

2. Temperatuurniveau: nieuwe gebouwen hebben een lage warmtevraag en veelal volstaan laagtemperatuursystemen voor de warmtelevering. Dit is zeer gunstig voor de SPF van een warmtepomp. Hoe lager de condensatietemperatuur en hoe hoger de verdampertemperatuur, hoe beter de prestatie van de warmtepomp.

Dat deze twee factoren een fors effect kunnen hebben op de SPF van een bodemenergiesysteem laat het voorbeeld in figuur 4 zien van een warmtepomp met schroefcompressor. Dit is een prima warmtepomp, waarvan echter in deellast bijvoorbeeld de COP snel terugloopt. Wordt deze warmtepomp op lage temperatuur en op vollast ingezet, dan is de prestatie optimaal.

■ SAMENVATTING

De SPFBes is een goede manier om de prestatie van een bodemopslagsysteem te monitoren.



-Figuur 4- De COP van een typische warmtepomp

Er is voldoende wetgeving om de SPFBes ambitieus op te laten stellen en te handhaven. Het biedt houvast aan ontwerpers en handhavers die prestaties willen leveren en borgen. Hierbij moet er voldoende kennis zijn om de SPFBes op zijn waarde te kunnen schatten. Hiervoor zijn gelukkig goede vuistregels voorhanden, kennis blijft echter noodzaak. Zo dient de samenhang met de energiebalans, de jaarlijkse watervlplaatsing en de productiviteit geborgd te zijn. Het is verstandig om niet alleen deze parameters te bewaken. Het kan zomaar gebeuren dat deze prima in orde zijn maar ketels onnodig veel warmte aan een gebouw leveren. Het hebben van een overall beeld is een must bij de bewaking van de prestatie!



Ing. W. (Wobbe) van den Kieboom

■ LITERATUUR

- <https://www.energielabel.nl/autos>
- ISSO, ISSO Publicatie 39, Energiecentrale met warmte- en koudeopslag (WKO), ISSO, 2014
- Stichting Kwaliteitsborging Installatiesector/ISSO, BRL 6000-21, Ontwerpen, installeren en beheren van energiecentrales van bodemenergiesystemen, KvINL, 2014
- http://wetten.overheid.nl/BWBR0026872/2016-01-01#Hoofdstuk6_Paragraaf5a_Artikel6.11d
- http://wetten.overheid.nl/BWBR0029789/2016-01-01#Hoofdstuk3a_Artikel3a.6
- http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2016-01-01#Hoofdstuk3_Afdeling3.2_Paragraaf3.2.8_Artikel3.16l