

Aria-Zuid te Goes Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen

1 Inleiding

1.1 WOONWIJK ARIA

In Goes wordt de nieuwbouwwijk Aria-Zuid van circa 240 woningen ontwikkeld. Voor verwarming en koeling worden de woningen voorzien van individuele elektrisch aangedreven combiwarmtepompen die bronwarmte aan de bodem onttrekken met behulp van individuele gesloten bodemenergiesystemen.

In de wijk Aria, ten noorden van Aria-Zuid, zijn reeds woningen met warmtepompen in combinatie met gesloten bodemenergiesystemen gerealiseerd.

1.2 VERORDENING INTERFERENTIEGEBIED

De gemeente Goes heeft bij Verordening Interferentiegebieden Bodemenergiesystemen gemeente Goes, Nr. 72400 van 3 juni 2016, de woonwijk Aria, inclusief Aria-Zuid aangewezen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor een gesloten bodemenergiesysteem de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag moet worden aangevraagd.

1.3 REGELS EN BODEMENERGIEPLAN

Omdat de wijk Aria is aangewezen als een interferentiegebied kan de gemeente Goes in een bodemenergieplan regels opstellen. Dit bodemenergieplan geeft hier invulling aan. De regels die in dit bodemenergieplan zijn omschreven gelden uitsluitend voor kavels binnen het plangebied Aria-Zuid. Met deze regels is het voor de ontwikkelaar(s), de aannemer(s), de gemeente Goes en de RUD Zeeland duidelijk waaraan de gesloten bodemenergiesystemen moeten voldoen, voor het verkrijgen van de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm).

De regels zijn zo opgesteld dat alle woningen in de wijk Aria-Zuid doelmatig gebruik kunnen maken van de ondergrond voor bodemenergie. Daarnaast zorgen de regels ervoor dat interferentie tussen de gesloten systemen en daarmee nadelige invloed op het systeemrendement zo veel mogelijk wordt voorkomen. De regels houden rekening met het reeds opgestelde bodemenergieplan voor Aria Goes, ten noorden van Aria-Zuid (Aria Goes, Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen in fase A, B, C, D, E, F, H, J en K, IF Technology, d.d. 16 mei 2018).

1.4 LEESWIJZER

Het bodemenergieplan voor de wijk Aria-Zuid is in deze rapportage omschreven. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de verordening van de gemeente inzake het interferentiegebied Aria en het gebied waarvoor dit bodemenergieplan is opgesteld. Hoofdstuk 3 omvat het geohydrologisch vooronderzoek voor het realiseren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen in Aria-Zuid. In hoofdstuk 4 wordt inhoudelijk ingegaan op het bodemenergieplan en zijn de resultaten van de thermische effectberekeningen omschreven van de woningen binnen Aria-Zuid. In hoofdstuk 5 zijn de algemeen geldende regels en de specifieke regels omschreven, waaraan de gesloten bodemenergiesystemen moeten voldoen om de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) te verkrijgen. In hoofdstuk 6 zijn voorbeelden uitgewerkt om inzichtelijk te maken hoe dit bodemenergieplan moet worden gelezen en hoe de regels moeten worden geïnterpreteerd. In de bijlagen is de nodige achtergrondinformatie opgenomen.

2 Interferentiegebied

2.1 VERORDENING

De gemeente Goes heeft bij Verordening Interferentiegebieden Bodemenergiesystemen gemeente Goes, Nr. 72400 van 3 juni 2016, de woonwijk Aria aangewezen als een interferentiegebied. In de verordening is met onderstaande tekst aangegeven waarom de gemeente de wijk Aria heeft aangewezen als interferentiegebied: *“Door een betere ordening van de ondergrond kunnen in een interferentiegebied meer bodemenergiesystemen worden gerealiseerd, zonder dat ze onderling interfereren en hierdoor afbreuk doen aan het verwachte energierendement”*.

In de verordening is ook omschreven dat het rechtsgevolg van het aanwijzen van een interferentiegebied is dat een Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) verplicht wordt voor het installeren van een klein gesloten bodemenergiesysteem als het binnen dit interferentiegebied ligt.

2.2 INTERFERENTIEGEBIED ARIA

In Figuur 2.1 is het interferentiegebied van Aria weergegeven behorende bij de Verordening Interferentiegebieden Bodemenergiesystemen gemeente Goes. Dit gebied is groter dan het deelgebied Aria-Zuid waarvoor voorliggend bodemenergieplan is opgesteld.

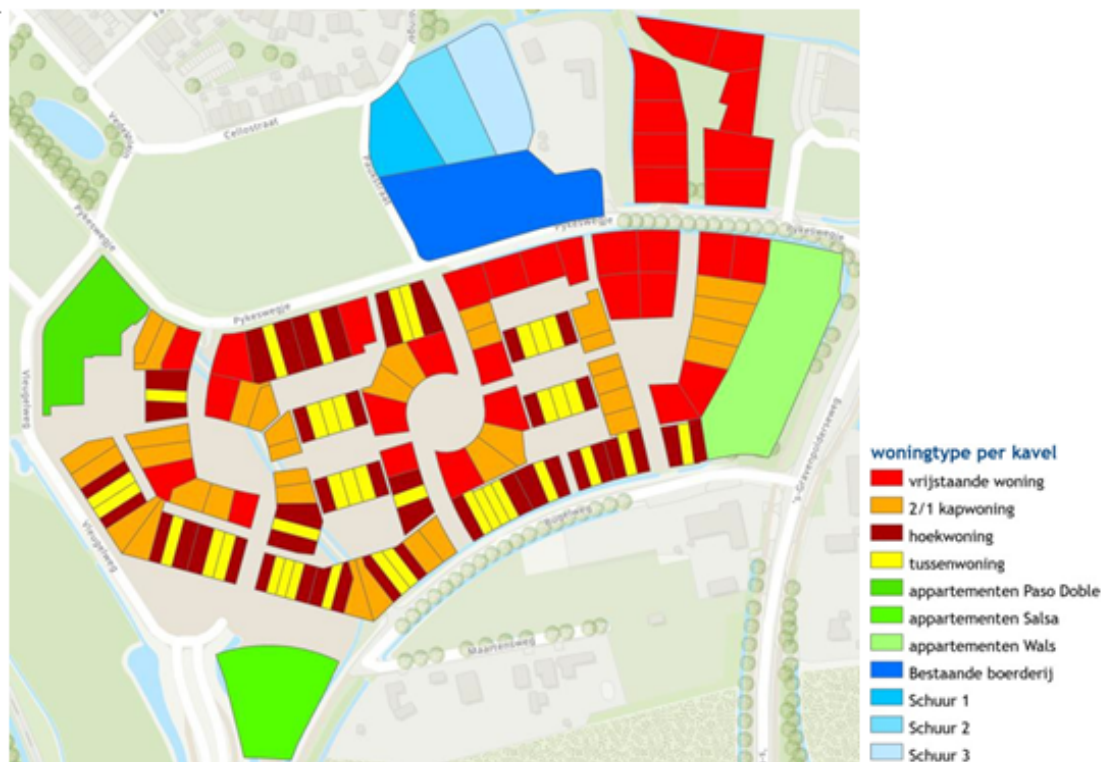


Figuur 2.1 | Interferentiegebied Aria in Goes (bron: www.wkotool.nl)

2.3 GEBIED BODEMENERGIEPLAN

Dit bodemenergieplan is opgesteld voor de kavels binnen Aria-Zuid, welke allemaal in het interferentiegebied liggen. Als basis voor dit bodemenergieplan is de verkaveling gehanteerd, zoals deze door de ontwikkelaar is aangeleverd (Aria overzicht Zuid 17032022, e-mail, d.d. 28 april 2022). De verkaveling is weergegeven in Figuur 2.2.

In dit bodemenergieplan wordt rekening gehouden met de gesloten bodemenergiesystemen uit het reeds opgestelde bodemenergieplan voor Aria Goes, ten noorden van Aria-Zuid (Aria Goes, Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen in fase A, B, C, D, E, F, H, J en K, IF Technology, d.d. 16 mei 2018). Er wordt geen rekening gehouden met eventuele andere toekomstige gesloten bodemenergiesystemen buiten het aangewezen interferentiegebied.



Figuur 2.2 | Plankaart van kavels met het bijbehorende woningtype in Aria-Zuid

3 Geohydrologisch onderzoek

3.1 BODEMOPBOUW

De bodemopbouw op de locatie van Aria-Zuid en in de directe omgeving is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOloket;
- Boorbeschrijvingen van omliggende open bodemenergiesystemen;
- Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology;
- Handleiding VDI 4640 BLATT / PART 1.

De op de locatie te verwachten bodemopbouw en de thermische eigenschappen van de bodemlagen zijn weergegeven in Tabel 3.1. In zijn gemeten temperaturen van de bodem binnen een straal van 15 km rondom Aria-Zuid weergegeven.

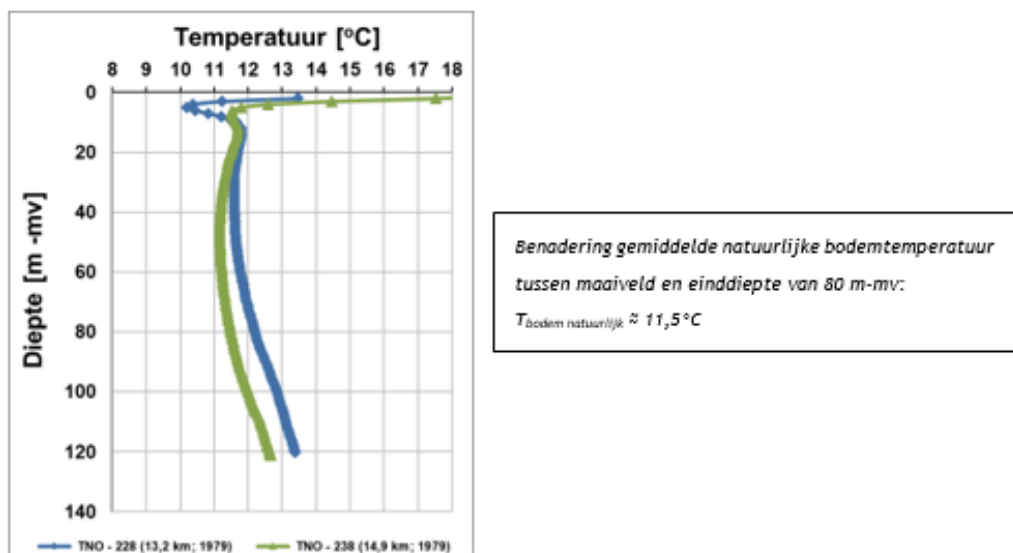
Tabel 3.1 | Bodemopbouw

diepte	lithologie	geohydrologie	tempe- ra- tuur	warmtege- lei- dings- coëffici- ënt	warmteca- paciteit	grondwater- stro- ming en rich- ting
[m- mv]*			[°C]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]	[m/jaar]
0 – 10	leem, kleien veen	deklaag	11,5	2,0	2,5	-
10 – 35	fijn tot zeer grof zand	1e watervoerend pakket	11,5	2,4	2,5	< 5 m/jaar (W)
35 – 40	klei en leem	1e scheiden- de laag	11,5	1,7	2,5	-
40 – 80	matig fijn tot zeer grof zand- met schel- pen- gruis	2e watervoerend pakket	11,5	2,4	2,5	< 5 m/jaar (W)

80 – 140	klei en leem	2e scheidende laag	12,5	1,7	2,5	-
140 – 210	afwisselend zeerfijn tot matig fijn zand en leem- en kleilaagen	3e watervoerend pakket	> 13	2,0	2,5	< 5 m/jaar (-)
210 – 300	klei	hydrologische basis	> 13	1,7	2,5	-
* het maaiveld bevindt zich op circa 0 m+NAP						

Bodemgeschiktheid

Op basis van de verkregen gegevens en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie tot een diepte van 80 m-mv goed geschikt is voor het toepassen van verticale boorgaten met bodemlussen ten behoeve van gesloten bodemenergiesystemen. Bodemlussen kunnen op de locatie van Aria-Zuid tot grotere diepte toegepast worden. Echter, doordat de tweede scheidende laag voornamelijk uit harde klei bestaat (Boomse Klei), leidt dit tot een significante verhoging van de boorkosten. Daarnaast is het rendement van bodemlussen in het traject 80 – 140 m-mv beperkt door de lage warmtegeleidingscoëfficiënt.



Figuur 3.1 | Temperatuurmetingen bodem binnen 15 km van Aria-Zuid (bron: Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology)

3.2 TECHNISCHE EN JURIDISCHE ASPECTEN

In Tabel 3.2 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen tot 210 m-mv. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten, risico's of belemmeringen nader toegelicht.

Tabel 3.2 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

onderwerp	toelichting	
grondwater		
grondwaterstand	✓	1,3 m-mv (1,0 - 1,6 m-mv) (bron: peilbuis B48F0144)
stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket	✓	0,9 m-mv (0,5 - 1,5 m-mv) (bron: peilbuis B48F0213)
stijghoogte 2 ^e watervoerend pakket	✓	1,4 m-mv (1,1 - 1,6 m-mv) (bron: peilbuis B48H0124)
stijghoogte 3 ^e watervoerend pakket	✓	1,2 m-mv (1,1 - 1,3 m-mv) (bron: peilbuis B48E0224)
artesisch grondwater	✓	niet aanwezig
belangen		
interferentiegebied	⚠ 1	gelegen in interferentiegebied Aria met bodemenergieplan
grondwateronttrekkingen	✓	grondwateronttrekking aanwezig op circa 150 m ten westen; geen beïnvloeding verwacht
open bodemenergiesystemen	✓ 2	geen open bodemenergiesystemen aanwezig binnen circa 500 m
gesloten bodemenergiesystemen	⚠ 3	diverse gesloten bodemenergiesystemen aanwezig in fase A, B, C, D, E, F, H, J en K in de wijk Aria
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	niet gelegen binnen beschermde natuur
archeologie	✓	gelegen in gebied van archeologische waarde, geen belemmering
aardkundig waardevol gebied	✓	niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	⚠ 4	diverse lichte grond(water)verontreinigingen aangetroffen
waterkering	✓	geen waterkering aanwezig binnen circa 1.000 m
spoor	✓	spoor aanwezig op circa 80 m ten westen; geen beïnvloeding verwacht
ondergrondse infrastructuur	✓	boorgaten en infra staan op eigen terrein
lozingen	⚠ 5	lozing op oppervlaktewater moet vermeden worden
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering		

1. Interferentiegebied

De gemeente Goes heeft bij Verordening Interferentiegebieden Bodemenergiesystemen gemeente Goes, Nr. 72400 van 3 juni 2016, de woonwijk Aria aangewezen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor een gesloten bodemenergiesysteem de Omgevingsvergunning beperkte milieu-toets (Obm) bij het bevoegd gezag moet worden aangevraagd.

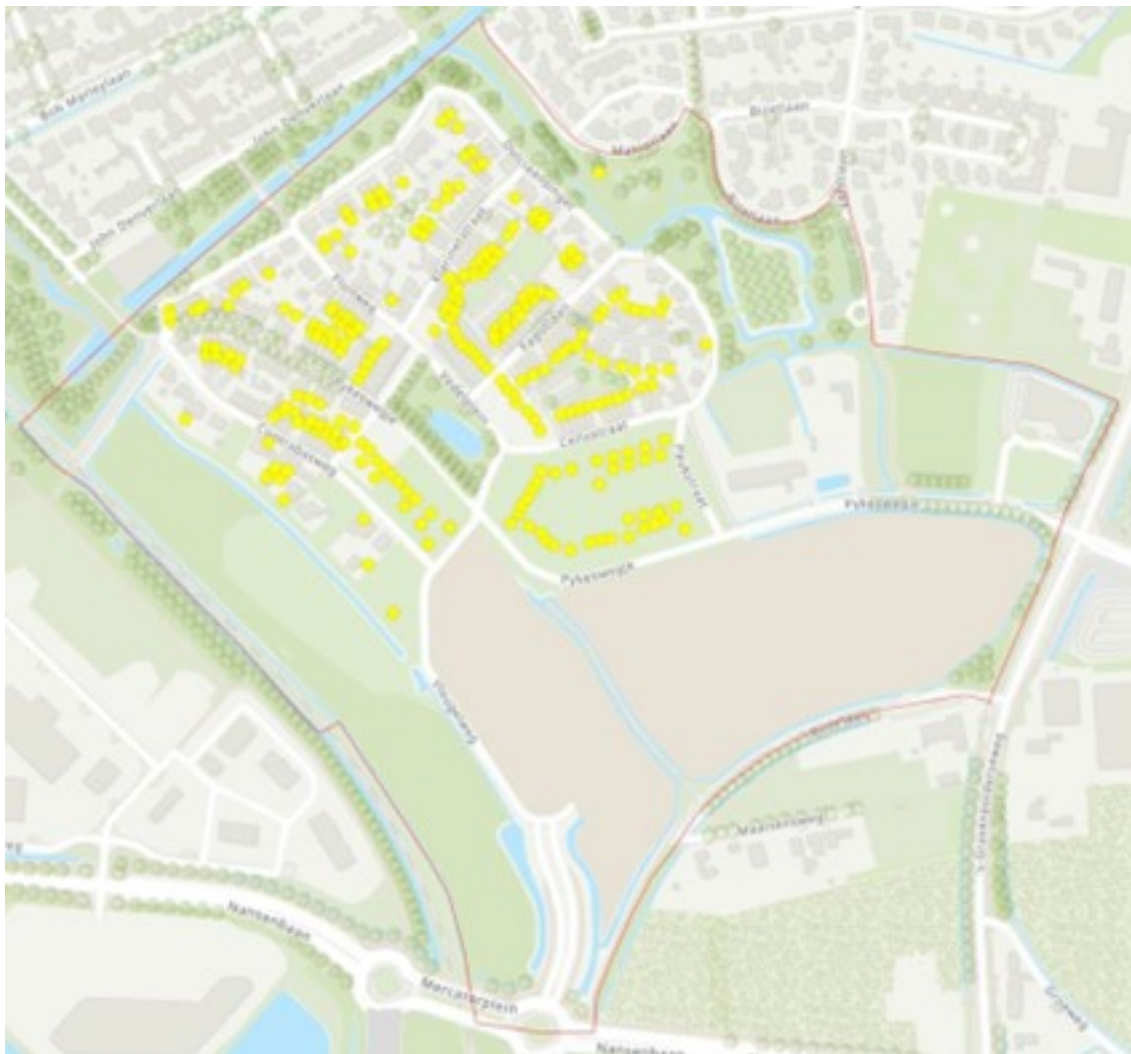
2. Open bodemenergiesystemen

Uit contact met de RUD Zeeland blijkt dat binnen 500 m vanaf Aria-Zuid geen open bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Het meest actuele overzicht is te allen tijde op te vragen bij RUD Zeeland.

3. Gesloten bodemenergiesystemen

Uit contact met de RUD Zeeland blijkt dat de informatie in de WKO-tool over gesloten bodemenergiesystemen actueel is. Uit de WKO-tool (d.d. 12 mei 2022) blijkt dat in de omgeving van Aria-Zuid diverse gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Ten noorden van Aria-Zuid liggen de fases A, B, C, D, E, F, H, J en K van de wijk Aria. Voor dit gebied is in 2018 een bodemenergieplan opgesteld, waarna diverse gesloten bodemenergiesystemen gerealiseerd/vergund zijn.

In het voorliggende bodemenergieplan is rekening gehouden met de gesloten bodemenergiesystemen binnen Aria Goes, zoals deze zijn opgenomen in het bodemenergieplan uit 2018. Uitgangspunt hierbij is dat de gerealiseerde gesloten bodemenergiesystemen voldoen aan de regels uit het bestaande bodemenergieplan. Het meest actuele overzicht is te allen tijde op te vragen bij RUD Zeeland en in te zien in de WKO-tool.



Figuur 3.2 | Gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving van Aria-Zuid (bron: www.wkotool.nl)

4. Verontreinigingen

Via de bodemrapportagemodule van de provincie Zeeland zijn de aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen ter plaatse van Aria-Zuid geïnventariseerd. Op de projectlocatie en in de directe omgeving komen enkel lichte verontreinigingen voor.

De bedrijfsvoering van gesloten bodemenergiesystemen wordt niet aangetast door de aanwezigheid van lichte verontreinigingen. Bij gesloten bodemenergiesystemen vindt geen verplaatsing van grondwater plaats, waardoor geen sprake is van nadelige invloed van de bodemenergiesystemen op de verontreinigingssituatie. Wel moet bij de aanleg van de gesloten bodemenergiesystemen rekening gehouden worden met de verontreinigingen.

Bij het boren van boorgaten voor gesloten bodemenergiesystemen dient de booraannemer zich te houden aan de BRL SIKB 2100 met bijbehorende Protocol 2101 Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen en welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden. Dit om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen en veiligheidsrisico's te vermijden.

5. Lozingen

Bij de realisatie van gesloten bodemenergiesystemen moet werkwater geloosd worden. Verwacht wordt dat lozen op de bodem met een beperkt debiet wordt toegestaan. Lozingen op het vuilwaterriool, regenwaterafvoer of oppervlaktewater moeten vermeden worden.

4 Bodemenergieplan

4.1 DOELSTELLING

Het belangrijkste doel van het bodemenergieplan is om regels te hebben voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zodat in de toekomst voor alle woningen in Aria-Zuid doelmatig gebruik kan worden gemaakt van bodemenergie en dat nadelige beïnvloeding van het systeemrendement door interferentie zo veel mogelijk wordt voorkomen.

De regels zijn in dit bodemenergieplan zodanig omschreven dat het voor de projectontwikkelaars, de toekomstige eigenaren van de woningen, de aannemers, de gemeente Goes en de RUD Zeeland duidelijk is waaraan de gesloten bodemenergiesystemen moeten voldoen, voor het verkrijgen van de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm).

4.2 INTERFERENTIE EN ONTWERP

Voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zijn twee aspecten van belang: interferentie en het ontwerp.

Interferentie door gesloten bodemenergiesystemen in omgeving

In bijlage 2 (Methode toetsen interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen) behorend bij de BUM en de HUM BE, deel 2 wordt als uitgangspunt gehanteerd dat géén sprake is van interferentie als de totaal veroorzaakte temperatuurverlaging bij alle andere systemen in de omgeving kleiner is dan 1,5°C. Deze temperatuurdaling (temperatuureffect) wordt ook wel gehanteerd als richtlijn in de melding Besluit lozen buiten inrichtingen.

In woonwijken waar op grote schaal gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast, kan en mag de temperatuurdaling door interferentie groter zijn dan 1,5°C als met elk individueel ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen hiermee rekening wordt gehouden (zie kader). Het is dus van belang om vooraf, op basis van interferentieberekeningen, het temperatuureffect van groot-schalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen te kwantificeren.

BUM/HUM BE deel 2, bijlage 2

Het temperatuureffect van 1,5°C is in bijlage 2 van de BUM/HUM BE deel 2 opgenomen als richtlijn. Bij dit temperatuureffect neemt de prestatie van het bodemenergiesysteem met ten hoogste 5% af. Dit wordt acceptabel geacht. In deze bijlage staat ook vermeld dat indien gesloten bodemenergiesystemen worden ontworpen met een grotere veiligheidsmarge, een groter temperatuureffect is toegestaan.

Ofwel: door vooraf bij het ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen rekening te houden met een groter temperatuureffect kan en mag het temperatuureffect ten gevolge van interferentie dus groter zijn dan de richtlijn van 1,5°C. Deze interferentieberekeningen zijn voor Aria-Zuid uitgevoerd met een boordiepte van 80 m-mv. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 4.4. De berekeningen resulteren per woning in twee grootheden waaraan het ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen moet voldoen.

Deze grootheden zijn:

- De maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte (in kWh/m).
- De temperatuurdaling ten gevolge van interferentie door nabij gelegen bodemenergiesystemen (in °C).

Ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem

De minimaal toe te passen bodemdiepte wordt bepaald door de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte. Bij het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem, dient echter te allen tijde aan de algemene regel te worden voldaan, waarbij de temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis van het gesloten bodemenergiesysteem (temperatuur uit de verdampelaar van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan -3,0°C (Buiten inrichtingen).

De temperatuurdaling van de circulatievloeistof in het gesloten bodemenergiesysteem wordt enerzijds bepaald door de temperatuurdaling ten gevolge van beïnvloeding door gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving (interferentie) en anderzijds door de warmteonttrekking van het desbetreffende bodemenergiesysteem van de woning zelf. Bij het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem dient rekening te worden gehouden met deze extra temperatuurdaling door interferentie van systemen in de omgeving. In de ontwerpberekening voor een individueel gesloten bodemenergiesysteem

(bijvoorbeeld met EED) dient de temperatuurdaling door interferentie in mindering te worden gebracht op de gemiddelde (natuurlijke) temperatuur van de bodem over de gehele aan te boren bodemdiepte.

Opgemerkt wordt dat hier allemaal nieuwe gesloten systemen komen. Door rekening te houden met alle systemen in de wijk en de bijbehorende temperatuurdaling van de bodem, kan het voorkomen dat grotere systemen (diepere boorgaten met bodemlussen) nodig zijn. Omdat hier rekening mee wordt gehouden in het ontwerp, is er dus geen sprake van een lager rendement.

4.3 UITGANGSPUNTEN INTERFERENTIEBEREKENINGEN

De berekeningen ter bepaling van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem, zijn uitgevoerd met het softwarepakket MLU (Multi Layer Unsteady state). Dit programma is gemaakt voor het modelleren van grondwaterstroming in watervoerende pakketten (zie voor meer informatie hierover www.microfem.com) en wordt ook gebruikt voor het berekenen van warmte-transport (door middel van geleiding) bij gesloten bodemenergiesystemen.

De uitgangspunten van de berekeningen zijn als volgt:

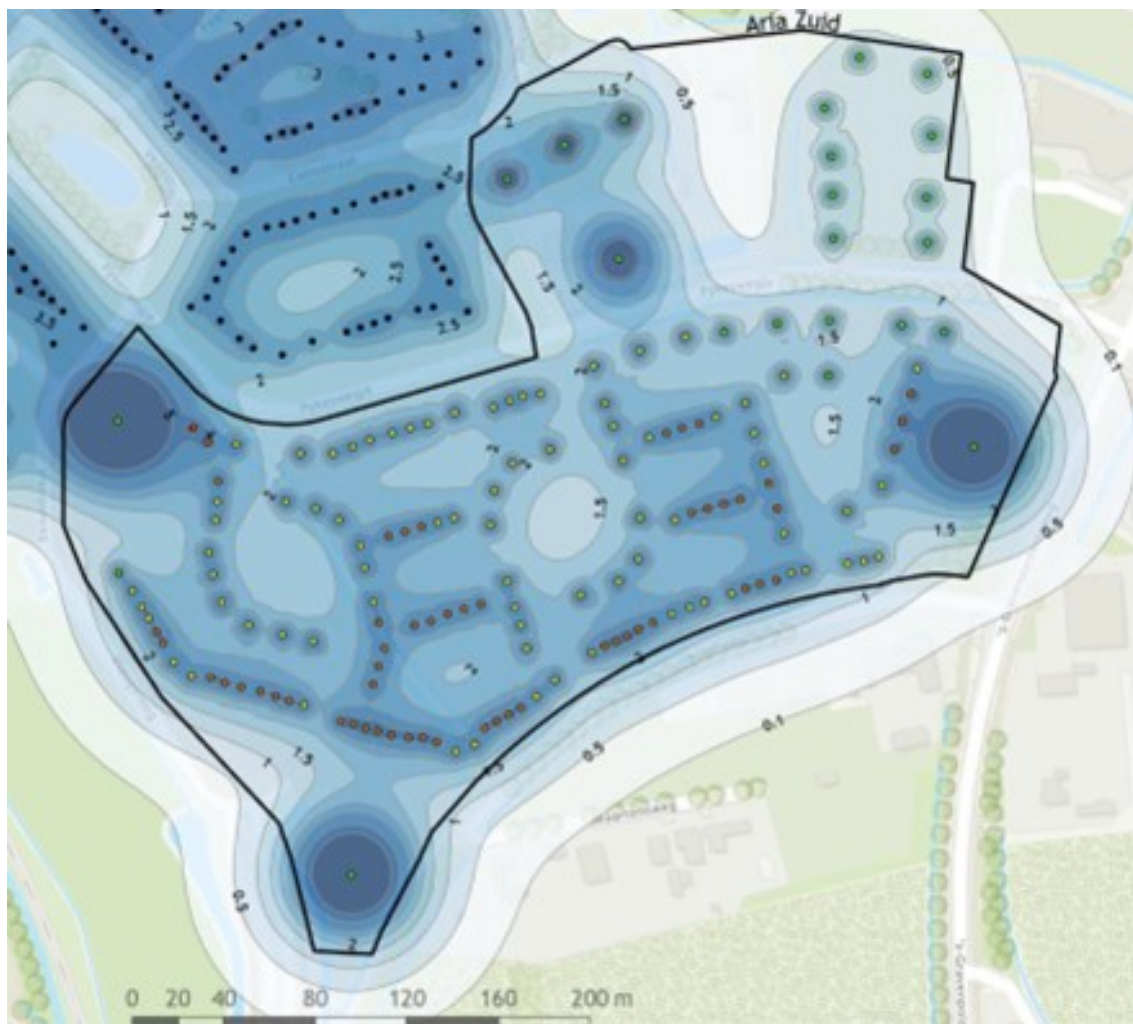
- De bodemopbouw en thermische parameters zoals deze zijn omschreven in hoofdstuk 3.
- Tekening: Aria overzicht Zuid 17032022 van Fraanje bv, e-mail, d.d. 28 april 2022 (zie Figuur 2.2).
- Schuur 1, Schuur 2, Schuur 3 en de bestaande boerderij waren niet opgenomen in deze tekening. Deze zijn handmatig ingetekend en geaccordeerd door Geo-Energie bv en Fraanje bv (e-mail, d.d. 29 april 2022).
- De invloed van aanwezige en beoogde gesloten bodemenergiesystemen binnen Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K is bepaald op basis van het bodemenergieplan uit 2018.
- De maximale diepte van de gesloten bodemenergiesystemen bedraagt 80 m-mv. Deze diepte wordt aangehouden, omdat hier de "Boonse Klei" begint.
- De periode waarvoor de thermische berekeningen zijn uitgevoerd bedraagt 25 jaar.

De thermische berekeningen zijn uitgevoerd voor een diepte van 80 meter. Het is toegestaan om de gesloten bodemenergiesystemen dieper aan te leggen dan 80 meter. Hoe hiermee moet worden omgegaan is omschreven in paragraaf 6.3.

De grondwaterstroming bedraagt in het totale dieptetraject maximaal 5 m/jaar (0 – 80 m-mv). Hiermee ligt de grondwaterstroming onder de maximale grenswaarden uit Tabel 1 van Bijlage 2 BUM en HUM Bodemenergie deel 2 (Methode toetsen interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen, versie 2.4, d.d. 26 maart 2020). In de berekeningen is daarom uitgegaan van een situatie waarbij warmtetransport alleen plaatsvindt door geleiding en niet door grondwaterstroming.

4.4 RESULTATEN INTERFERENTIEBEREKENINGEN

De resultaten van de berekeningen tot een diepte van 80 m zijn weergegeven in Figuur 4.1 en in Bijlage 1. In deze figuren zijn de contouren van de berekende temperatuurdaling weergegeven na een periode van 25 jaar voor de situatie waarbij alle woningen in Aria-Zuid en Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K met gesloten bodemenergiesystemen warmte aan de bodem onttrekken.



Figuur 4.1 | Thermische beïnvloeding tussen 0 en 80 m-mv na 25 jaar (zie ook Bijlage 1 voor groot formaat)

4.5 MAXIMALE JAARLIJKSE NETTO WARMTEONTTREKING

Per woning is de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot een diepte van 80 m-mv en per meter aan te boren diepte berekend. De grootte van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking is gerelateerd aan het type woning en een maximaal aan te boren diepte van 80 m-mv.

De maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte is per woning in Bijlage 2 opgenomen.

4.6 TEMPERATUURCORRECTIE DOOR INTERFERENTIE

Indien de daling in temperatuur van het eigen gesloten bodemenergiesysteem op het kavel niet wordt meegenomen, is de resulterende temperatuurdaling op het kavel uitsluitend het gevolg van de thermische invloed van de gesloten systemen in de omgeving. Per kavel is in Figuur 4.1 en in Bijlage 1 met een gekleurde stip de berekende temperatuurdaling ten gevolge van omliggende gesloten systemen weergegeven.

De kavels aan de noordwestzijde van Aria-Zuid liggen in het thermische invloedsgebied van gesloten bodemenergiesystemen van Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K. In de totale temperatuurdaling per gesloten bodemenergiesysteem in Aria-Zuid is ook de temperatuurinvloed van de gesloten bodemenergiesystemen uit het bodemenergieplan uit 2018 opgenomen.

In Bijlage 2 is de tabel opgenomen waarin per kavel de temperatuurdaling door interferentie is gekwantificeerd. Deze temperatuurdaling dient als correctie van de bodemtemperatuur bij het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem te worden meegenomen.

5 Regels

5.1 ALGEMENE REGELS

Voor het installeren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem in Aria-Zuid, gelden de volgende algemene regels:

1. Voor het gesloten bodemenergiesysteem dient de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag te worden aangevraagd.
2. Bij bovenstaande vergunningaanvraag dient ook de melding aanleg gesloten bodemenergiesysteem buiten inrichtingen bij het bevoegd gezag te worden gedaan. Hierbij dient aan alle indieningvereisten (zoals het aanleveren van alle hierbij behorende documenten) te worden voldaan.
3. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te allen tijde te voldoen aan de "Algemene regels ten aanzien van bodemenergiesystemen", zoals deze zijn omschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi), Hoofdstuk 3a.
4. Indien aantoonbaar aan onderstaande regels 5 tot en met 11 wordt voldaan, komt de interferentieberekening (die moet worden uitgevoerd om aan te tonen dat de temperatuurverlaging door interferentie bij eerder geplaatste gesloten bodemenergiesystemen in de directe omgeving niet meer bedraagt dan 1,5°C) te vervallen.

5.2 LOCATIE SPECIFIEKE REGELS

Voor het installeren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem in Aria-Zuid gelden de volgende locatie specifieke regels:

5. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te worden uitgevoerd als een verticaal bodemenergiesysteem, bestaande uit één of meerdere verticaal in de bodem aan te brengen boorgaten met bodemlus(sen).
6. De boorgaten met bodemlussen dienen op eigen kavel in de bodem te worden aangebracht.
7. De afstand tussen een boorgat met bodemlus en de kavelgrens direct grenzend aan een perceel van een naastgelegen woning (met een gerealiseerd of nog te realiseren bodemenergiesysteem) bedraagt minimaal 3,0 m. Daar waar in verband met een (te) smalle kavelbreedte bovenstaande afstand niet mogelijk is, dient de afstand tussen twee boorgaten te allen tijde groter dan of gelijk dient te zijn aan 6,0 m.
8. De jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte (kWh/m) tot een einddiepte van 80 m-mv, dient te allen tijde kleiner of gelijk te zijn aan de voor het kavel toegewezen maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte.

Zie: "Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte" in Bijlage 2.

Opmerking: Het is niet toegestaan bij toepassing van bijvoorbeeld twee boorgaten op het kavel om de netto warmteonttrekking per meter boorgat te verdubbelen. De netto warmteonttrekking geldt per meter bodemdiepte per kavel!

9. Bij een aan te boren diepte groter dan 80 m, dient de jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aan te boren diepte (kWh/jaar/m) kleiner of gelijk te zijn aan:

Maximaal jaarlijkse netto warmteonttrekking tot einddiepte =
(80 m x Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte) + ((einddiepte – 80 m) x 75% x Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte)

Zie: "Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte" in Bijlage 2.

10. Bij het ontwerp dient voor het bepalen van het aantal bodemlussen per bodemenergiesysteem rekening te worden gehouden met de temperatuurdaling die optreedt op het kavel, ten gevolge van interferentie.

Zie hiervoor de temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie) in Bijlage 2.

11. Ten behoeve van het ontwerp dient voor elk individueel gesloten bodemenergiesysteem een berekening voor een periode van minimaal 25 jaar te worden uitgevoerd. Voor de berekening kan en mag gebruik worden gemaakt van het programma Earth Energy Designer. Deze berekening dient als bijlage bij de vergunningaanvraag te worden toegevoegd.

5.3 AANVULLENDE REGELS

De gemeente Goes heeft aangegeven dat voor een gesloten bodemenergiesystemen de volgende aanvullende regels gelden:

12. Het grondwater op de locatie is brak tot zout. Lozing van regulier werkwater tijdens de boorwerkzaamheden op de bodem wordt toegestaan met een maximum van 3 m³ per systeem. Lozingen op het vuilwaterriool, regenwaterafvoer of oppervlaktewater moeten vermeden worden. Indien niet op de bodem geloosd kan worden, dient de lozing via een deugdelijke bezinkbak plaats te vinden.
13. Indien een antivriesmiddel wordt toegepast zal dit bestaan uit puur product (monopropyleenglycol) aangengeld met water van drinkwaterkwaliteit. Voorgemengde antivriesmiddelen en toevoegingen zijn niet toegestaan. Als alternatief kan puur water worden toegepast als circulatiemedium.

6 Voorbeeldberekeningen

6.1 INLEIDING

Om inzicht te geven hoe dit bodemenergieplan moet worden gelezen en hoe de regels moeten worden geïnterpreteerd, zijn in dit hoofdstuk twee voorbeeldberekeningen uitgewerkt.

In onderstaande tabel is de verklaring gebruikte symbolen in dit hoofdstuk opgenomen.

Tabel 6.1 | Verklaring van symbolen

symbool	eenheid	toelichting
Qrv	MWh	De energiehoeveelheid voor ruimteverwarming
Qtv	MWh	De energiehoeveelheid voor tapwaterverwarming
Qk	MWh	De energiehoeveelheid voor koeling
SPF	-	Seasonal Performance Factor
Tbodem	°C	De natuurlijke temperatuur van de bodem
Tcorrectie	°C	De correctie van de temperatuur die is berekend in dit bodemenergieplan
Tgem,circulatievloeistof	°C	De gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof in de bodemlus
Tverdamer	°C	De temperatuur aan de verdamperzijde van de warmtepomp

6.2 VOORBEELD 1

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een woning wordt een elektrische com- biwarmtepomp met een gesloten bodemenergiesysteem toegepast. De warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming bedraagt 4,0 respectievelijk 2,5 MWh per jaar. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,3 voor ruimteverwarming en 2,7 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 1,4 MWh per jaar met een SPF van 20 voor de

circulatiepomp. Deze gegevens volgen bijvoorbeeld uit de SPF-verklaring die is bijgevoegd bij de melding Besluit lozen buiten inrichting.

Voor dit voorbeeld blijkt uit Bijlage 2 dat voor het desbetreffende kavel een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking van 38,7 kWh/jaar per meter aangeboorde diepte is toegewezen. Bij een gangbare boordiepte op de locatie van 80 m (tot aan de Boomse Klei) houdt dit in dat de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking op het desbetreffende kavel 3,1 MWh bedraagt. Voor het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem (ter bepaling van het aantal bodemlussen per systeem) geldt volgens Bijlage 2 dat op het kavel rekening moet worden gehouden met een temperatuurcorrectie van 2,9°C.

Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem (regel 8)

Met bovenstaande gegevens kan de hoeveelheid warmte worden berekend die met het gesloten bodemenergiesysteem aan de bodem wordt onttrokken en wordt toegevoerd. Het resultaat van de berekening is de jaarlijkse netto warmteonttrekking in kWh/jaar voor het gesloten bodemenergiesysteem, zie Tabel 6.2.

Tabel 6.2 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	4,0 MWh	4,3	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $4,0 \times ((4,3-1) / 4,3)$	3,0 MWh
Tapwaterverwarming	2,5 MWh	2,7	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $2,5 \times ((2,7 - 1) / 2,7)$	1,6 MWh
Warmteonttrekking aan bodem				4,6 MWh
Koeling	1,4 MWh	20	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $1,4 + (1,4 / 20)$	1,5 MWh
Warmtetoevoer aan bodem				1,5 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem – Warmtetoevoer aan bodem				3,1 MWh

In dit voorbeeld komt de berekende jaarlijkse netto warmteonttrekking overeen met de toegewezen netto warmteonttrekking van 38,7 kWh/jaar per meter aangeboorde diepte (3,1 MWh bij aangeboorde diepte van 80 m). Hieruit wordt geconcludeerd dat de bodemlussen van het gesloten bodemenergiesysteem tot een diepte van (tenminste) 80 m moeten worden gerealiseerd. Bij deze diepte voldoet het gesloten bodemenergiesysteem aan de criteria van doelmatig gebruik van bodemenergie en het voorkomen van negatieve interferentie.

Let op! De aangeboorde diepte (in dit geval 80 m) geldt voor elke bodemlus op het kavel en is dus niet altijd gelijk aan de totale boorgat lengte van de bodemlussen (alleen bij één bodemlus komt dit overeen). Deze totale boorgat lengte wordt bepaald door het aantal bodemlussen tot een diepte van 80 m, dit dient in het ontwerp te worden berekend. Zie hieronder.

Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 10 en 11)

Zoals hiervoor is opgemerkt, is de aangeboorde diepte niet altijd gelijk aan de totaal benodigde boorgat lengte. Het ontwerp én het in gebruik hebben van het gesloten bodemenergiesysteem dienen te allen tijde te voldoen aan de algemeen geldende regels, zoals deze zijn omschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen (zie regel 3 in paragraaf 5.1). Eén van deze algemene regels is dat de minimale temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis van het gesloten bodemenergiesysteem (temperatuur uit de verdampert van de warmtepomp naar de bodemlussen) niet lager mag zijn dan -3°C.

Om aan deze regel te voldoen dient per individueel gesloten bodemenergiesysteem een ontwerp te worden vervaardigd. Hiervoor kan en mag gebruik gemaakt worden van het programma Earth Energy Designer. Bij deze berekening dient rekening te worden gehouden met de temperatuurcorrectie uit Bijlage 2. Deze temperatuurcorrectie dient in mindering te worden gebracht op de gemiddelde bodemtemperatuur (voor een boordiepte van 80 m is dat circa 11,5°C). In de Earth Energy Designer berekening wordt dan voor de gemiddelde de temperatuur van de bodem tussen 0 en 80 m een waarde van 8,6°C gehanteerd. Deze is als volgt berekend:

$$T_{bodem} - T_{correctie} = 11,5^{\circ}\text{C} - 2,9^{\circ}\text{C} = 8,6^{\circ}\text{C}$$

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één bodemlus tot 80 m na 25 jaar te ver daalt. Hierdoor wordt niet aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -3°C voldaan. Het onttrokken vermogen per meter boorgat is te groot. Voor het gesloten bodemenergiesysteem van deze voorbeeldwoning dient dus meer dan één bodemlus tot 80 m te worden gerealiseerd of dieper te worden geboord.

De Earth Energy Designer berekening die is uitgevoerd aan twee bodemlussen met elk een diepte tot 80 m, laat een minimale gemiddelde circulatievloeistoftemperatuur zien van +1,8°C na een periode van 25 jaar. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -0,2°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem, \text{circulatievloeistof}} - (\Delta T_{\text{verdamper}} / 2) = +1,8^{\circ}\text{C} - (4,0 / 2) = -0,2^{\circ}\text{C}$$

De berekende minimale temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis (-0,2°C) is hoger dan de minimaal toegestane temperatuur van -3°C. Hieruit wordt geconcludeerd dat minimaal twee bodemlussen met elk een diepte van 80 m benodigd zijn om aan de algemene regel van minimale temperatuur van -3°C te voldoen. Het is natuurlijk ook toegestaan om drie of meer bodemlussen met elk een diepte van 80 m toe te passen. Hierdoor zal de verdampertemperatuur minder dalen, waardoor het rendement van de warmtepompinstallatie hoger zal zijn.

De bij deze berekening behorende rekensheet en de EED berekeningen zijn in Bijlage 4 opgenomen.

Let op! De benodigde aan te boren diepte is bepaald door de toegewezen maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking. Als uit het ontwerp blijkt dat met meerdere bodemlussen (ondieper dan 80 m) aan de eis van minimale retourtemperatuur kan worden voldaan, is de minimale boordiepte van 80 m die volgt uit de toegewezen maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking leidend: het is dan dus niet toegestaan om af te wijken van de minimale boordiepte van 80 m per bodemlus omdat anders te veel warmte per meter per jaar wordt onttrokken.

6.3 VOORBEELD 2

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

De warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming bedraagt 8,0 respectievelijk 4,0 MWh per jaar. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,3 voor ruimteverwarming en 2,7 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 3,0 MWh per jaar met een SPF van 20 voor de circulatiepomp.

Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem (regel 9)

Met bovenstaande gegevens kan de hoeveelheid warmte worden berekend die met het gesloten bodemenergiesysteem aan de bodem wordt onttrokken en wordt toegevoerd. De jaarlijkse netto warmteonttrekking bedraagt 5,5 MWh.

Tabel 6.3 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	8,0 MWh	4,3	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $8,0 \times ((4,3 - 1) / 4,3)$	6,1 MWh
Tapwaterverwarming	4,0 MWh	2,7	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $4,0 \times ((2,7 - 1) / 2,7)$	2,5 MWh
Warmteonttrekking aan bodem				8,7 MWh
Koeling	3,0 MWh	20	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $3,0 + (3,0 / 20)$	3,2 MWh
Warmtetoevoer aan bodem				3,2 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem – Warmtetoevoer aan bodem				5,5 MWh

Voor dit voorbeeld blijkt uit Bijlage 2 dat voor het desbetreffende kavel een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking van 53 kWh/jaar per meter aangeboorde diepte is toegewezen. Bij de gangbare boordiepte op de locatie van 80 m (tot aan de Boomse Klei) bedraagt de jaarlijkse netto warmteonttrekking op het desbetreffende kavel 4,2 MWh. De benodigde jaarlijkse netto warmteonttrekking is dus

groter dan de aangewezen netto warmteonttrekking dat hoort bij 80 m boor- diepte. De minimaal aan te boren diepte bedraagt 112 m bij 5,5 MWh.

Deze aan te boren diepte is als volgt berekend:

Aan te boren diepte =

((netto warmteonttrekking – (80 m x warmteonttrekking per m boordiepte)) / (75% x warmteont- trekking per m boordiepte)) + 80 m

((5.500 kWh/jaar – (80 m x 53 kWh/jaar/m)) / (75% x 53 kWh/jaar/m)) + 80 m = 112 m

Voor het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem (ter bepaling van het aantal bodemlussen per systeem) geldt dat op het kavel rekening moet worden gehouden met een temperatuurcorrec- tie van 1,5°C.

Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 10 en 11)

De minimale temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis van het gesloten bodemener- giesysteem (temperatuur uit de verdamper van de warmtepomp naar de bodemlussen) mag niet la- ger mag zijn dan -3°C. Om aan deze regel te voldoen dient per individueel gesloten bodemenergie- systeem een ontwerp te worden vervaardigd. Hiervoor kan en mag gebruik gemaakt worden van het programma Earth Energy Designer.

Bij deze berekening dient rekening te worden gehouden met de temperatuurcorrectie uit Bijlage 2. Deze temperatuurcorrectie dient in mindering te worden gebracht op de gemiddelde bodemtem- peratuur van 11,5°C. In de Earth Energy Designer berekening wordt dan voor de gemiddelde de temperatuur van de bodem tussen 0 en 112 m een waarde van 10,0°C gehanteerd. Deze is als volgt berekend:

T_{bodem} – T_{correctie} = 11,5°C – 1,5°C = 10,0°C

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer berekening laat zien dat de minimale ge- middelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één bodemlus tot 112 m na 25 jaar te ver daalt. Hierdoor wordt niet aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatie- vloeistof van -3°C voldaan.

De Earth Energy Designer berekening die is uitgevoerd aan twee bodemlussen met elk een diepte tot 112 m, laat een minimale gemiddelde circulatievloeistoftemperatuur zien van +1,5°C na een periode van 25 jaar. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -0,5°C. Deze is als volgt berekend:

T_{gem,circulatievloeistof} – (Δ T_{verdamer} / 2) = +1,5°C – (4,0 / 2) = -0,5°C

De berekende minimale temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis (-0,5°C) is hoger dan de minimaal toegestane temperatuur van -3°C. Hieruit wordt geconcludeerd dat minimaal twee bodem- lussen met elk een diepte van 112 m benodigd zijn om aan de algemene regel van een minimale tem- peratuur van -3°C te voldoen.

De bij deze berekening behorende rekensheet en de EED berekeningen zijn in Bijlage 4 opgenomen.

6.4 ANDERE SITUATIES VOORBEELDBEREKENINGEN

De praktijksituatie kan anders zijn dan de situaties zoals weergegeven in de voorbeeldeberekenin- gen. In Tabel 6.4 zijn enkele andere situaties en de gevolgen hiervan omschreven.

Tabel 6.4 | Gevolgen bij verschillende situaties

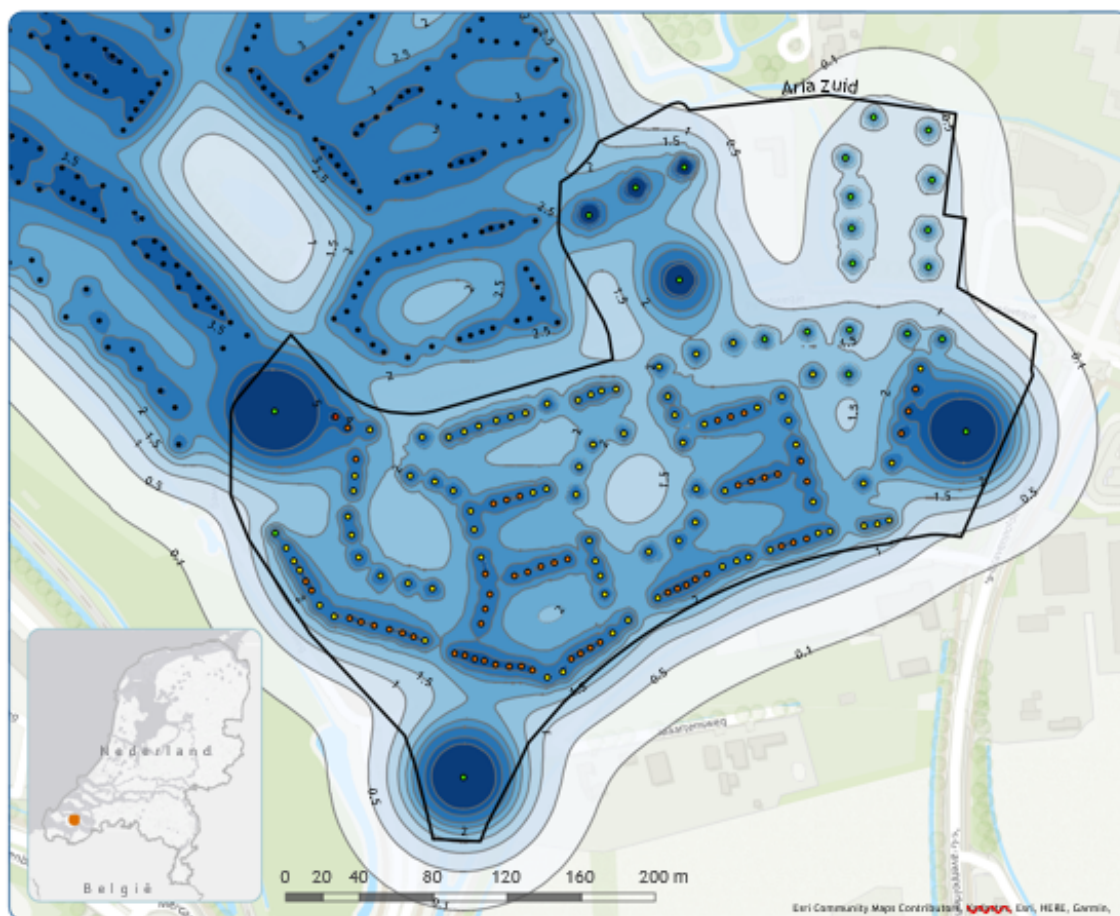
Gewijzigde situatie op voorbeeldeberekening	Gevolg
De jaarlijkse netto warmteonttrekking is klei- ner dan toegewezen in Bijlage 2.	De boordiepte van het gesloten bodemenergiesys- teem magkleiner zijn dan 80 m.
De jaarlijkse netto warmteonttrekking is gro- ter dan toegewezen in Bijlage 2.	De boordiepte van het gesloten bodemenergiesysteem dient gro- ter te zijn dan 80 m, en/of het ontwerp dient te worden aange- past op de maximale netto warmteont- trekking. Deze wijziging dient te resulteren in een kleinere jaarlijkse netto warmteont- trekking (dat is mogelijk door

	de jaarlijkse warmteonttrekking te verkleinen en/of door een grotere warmtetoevoer door meer koeling of aanvullend warmte regenereren).
Het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem voldoet niet aan de algemene regels uit het Besluit lo-zen buiten inrichtingen (minimale temperatuur circulatievloeistof is lager dan -3,0 °C).	Het ontwerp dient te worden aangepast, zodat te allen tijde wordt voldaan aan de algemene regels uit het Besluit lozen buiten inrichtingen.
Bij één bodemlus tot de minimaal aan te boren diepte van 80 m wordt voldaan aan de algemene regel van een minimale retourtemperatuur van -3°C.	Er kan worden volstaan met één bodemlus met een diepte van 80 m.
Bij één bodemlus tot de minimaal aan te boren diepte van 80 m wordt niet voldaan aan de algemene regel van een minimale retourtemperatuur van -3°C.	Er moet worden volstaan met twee of meer bodemlussen, elk met een diepte van 80 m, en/of de boordiepte van één of meerdere bodemlus(sen) dient zodanig te worden vergroot dat wel wordt voldaan aan de algemene regel van een minimale retourtemperatuur van -3°C.
Bij twee bodemlussen tot de minimaal aan te boren diepte van 80 m wordt niet voldaan aan de algemene regel van minimale retourtemperatuur van -3°C.	Er moet worden volstaan met drie of meer bodemlussen, elk met een diepte van 80 m, en/of de boordiepte van die twee bodemlussen dient zodanig te worden vergroot dat wel wordt voldaan aan de algemene regel van een minimale retourtemperatuur van -3°C.

Bijlage 1 Figuur met thermische beïnvloeding

Aria Zuid Goes

Berekende temperatuurinvloed na 25 jaar



Berekende temperatuurdaling per gesloten bodemenergiesysteem ten gevolge van interferentie na 25 jaar [$^{\circ}\text{C}$]

- < 1,5
- 1,5 - 2,5
- 2,5 - 3,5
- 3,5 - 4,0

Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K

- Gesloten bodemenergiesysteem

Toelichting:

De kaart toont de contouren van de berekende temperatuurdaling na een periode van 25 jaar voor de situatie waarbij alle woningen in Aria Zuid en Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K met warmtepompen warmte aan de bodem onttrekken.

Met een gekleurde stip is de berekende temperatuurdaling ter plaatse van de gesloten bodemenergiesystemen binnen Aria Zuid ten gevolge van omliggende gesloten systemen weergegeven (inclusief de invloed van Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K).

Bijlage 2 Warmteonttrekking en temperaturen

Systeemnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 80 m bodemdiepte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	° C
1	1209,1	96,7	0,6
2	47,0	3,8	3,6
3	47,0	3,8	3,1
4	48,6	3,9	2,3
5	36,3	2,9	2,6
6	38,7	3,1	2,4
7	36,3	2,9	2,3
8	47,0	3,8	2,0
9	47,0	3,8	2,1
10	48,6	3,9	2,1
11	47,0	3,8	2,1
12	47,0	3,8	2,1
13	48,6	3,9	2,1
14	36,3	2,9	2,5
15	38,7	3,1	2,6
16	38,7	3,1	2,6
17	36,3	2,9	2,5
18	36,3	2,9	2,5
19	38,7	3,1	2,5
20	36,3	2,9	2,5
21	47,0	3,8	2,2
22	47,0	3,8	2,2
23	36,3	2,9	2,5
24	38,7	3,1	2,5
25	38,7	3,1	2,5
26	36,3	2,9	2,4
27	47,0	3,8	1,9
28	47,0	3,8	1,5
29	47,0	3,8	2,4
30	47,0	3,8	2,4
31	47,0	3,8	2,2
32	47,0	3,8	2,1
33	48,6	3,9	1,9
34	48,6	3,9	1,8
35	36,3	2,9	2,1
36	38,7	3,1	2,1
37	36,3	2,9	2,1
38	36,3	2,9	2,1
39	38,7	3,1	2,1
40	36,3	2,9	2,0
41	48,6	3,9	1,8
42	36,3	2,9	2,1

43	38,7	3,1	2,2
44	38,7	3,1	2,2
45	36,3	2,9	2,0
46	48,6	3,9	1,8
47	47,0	3,8	1,8
48	47,0	3,8	1,8
49	48,6	3,9	1,8
50	36,3	2,9	2,3
51	38,7	3,1	2,5
52	38,7	3,1	2,6
53	38,7	3,1	2,7
54	36,3	2,9	2,7
55	36,3	2,9	2,7
56	38,7	3,1	2,7
57	36,3	2,9	2,8
58	47,0	3,8	2,6
59	47,0	3,8	2,5
60	36,3	2,9	2,7
61	38,7	3,1	2,7
62	38,7	3,1	2,7
63	38,7	3,1	2,7

Systeemnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 80 m bodemdiepte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	° C
64	36,3	2,9	2,6
65	48,6	3,9	2,1
66	36,3	2,9	2,4
67	38,7	3,1	2,4
68	36,3	2,9	2,3
69	47,0	3,8	2,0
70	47,0	3,8	2,2
71	36,3	2,9	2,5
72	38,7	3,1	2,7
73	38,7	3,1	2,7
74	36,3	2,9	2,7
75	47,0	3,8	2,3
76	47,0	3,8	2,3
77	36,3	2,9	2,8
78	38,7	3,1	2,9
79	36,3	2,9	2,9
80	36,3	2,9	3,0
81	38,7	3,1	3,2
82	38,7	3,1	3,2
83	38,7	3,1	3,1
84	36,3	2,9	2,7
85	48,6	3,9	1,9
86	47,0	3,8	2,2

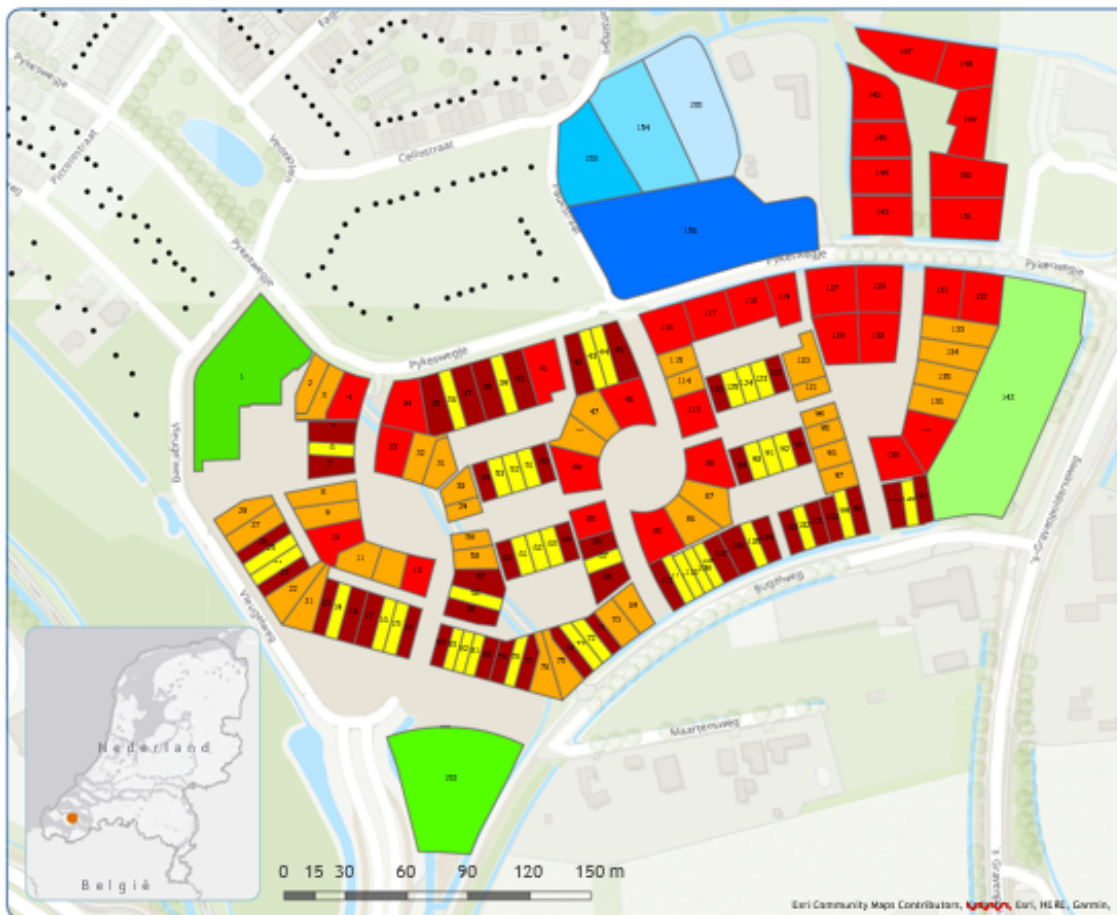
87	47,0	3,8	2,1
88	48,6	3,9	1,9
89	36,3	2,9	2,5
90	38,7	3,1	2,7
91	38,7	3,1	2,8
92	38,7	3,1	2,9
93	36,3	2,9	2,9
94	47,0	3,8	2,4
95	47,0	3,8	2,6
96	47,0	3,8	2,5
97	47,0	3,8	2,4
98	36,3	2,9	2,3
99	38,7	3,1	2,5
100	36,3	2,9	2,5
101	36,3	2,9	2,6
102	38,7	3,1	2,5
103	36,3	2,9	2,4
104	36,3	2,9	2,3
105	38,7	3,1	2,4
106	36,3	2,9	2,4
107	36,3	2,9	2,6
108	38,7	3,1	2,8
109	38,7	3,1	2,9
110	38,7	3,1	2,9
111	38,7	3,1	2,8
112	36,3	2,9	2,4
113	48,6	3,9	1,9
114	47,0	3,8	2,1
115	47,0	3,8	2,0
116	48,6	3,9	1,7
117	48,6	3,9	1,7
118	48,6	3,9	1,6
119	48,6	3,9	1,3
120	47,0	3,8	2,0
121	47,0	3,8	2,2
122	36,3	2,9	2,5
123	38,7	3,1	2,6
124	38,7	3,1	2,6
125	38,7	3,1	2,6
126	36,3	2,9	2,5

Systeemnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 80 m bodemdiepte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	° C
127	48,6	3,9	1,1
128	48,6	3,9	1,1
129	48,6	3,9	1,5
130	48,6	3,9	1,4

131	48,6	3,9	1,3
132	48,6	3,9	1,3
133	47,0	3,8	2,3
134	47,0	3,8	2,9
135	47,0	3,8	3,2
136	47,0	3,8	2,9
137	48,6	3,9	2,1
138	48,6	3,9	1,8
139	36,3	2,9	1,8
140	38,7	3,1	1,8
141	36,3	2,9	1,6
142	936,3	74,9	0,5
143	48,6	3,9	0,7
144	48,6	3,9	0,8
145	48,6	3,9	0,7
146	48,6	3,9	0,5
147	48,6	3,9	0,4
148	48,6	3,9	0,4
149	48,6	3,9	0,5
150	48,6	3,9	0,6
151	48,6	3,9	0,6
152	1008,5	80,7	0,1
153	200,5	16,0	1,3
154	200,5	16,0	1,3
155	164,2	13,1	0,8
156	470,6	37,6	0,5
	kWh/m	MWh	° C
gemiddeld	67,2	5,4	2,2
minimaal	36,3	2,9	0,1
maximaal	1209,1	96,7	3,6

Bijlage 3 Nummering gesloten systemen

Aria Zuid Goes Nummering gesloten bodemenergiesystemen



kavels / woningtype

- vrijstaande woning
- 2/1 kapwoning
- hoekwoning
- tussenwoning
- appartementen Paso Doble
- appartementen Salsa
- appartementen Wals
- Bestaande boerderij
- Schuur 1
- Schuur 2
- Schuur 3

Aria fase A, B, C, D, E, F, H, J en K

- Gesloten bodemenergiesysteem

Toelichting:

De kaart toont de verschillende kavel-/woningtypes en de nummering van de gesloten bodemenergiesystemen zoals deze gehanteerd zijn in Bijlage 2.

Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekeningen

Voorbeeld 1

Aria-Zuid te Goes

Voorbeeld rekensheet behorende bij bodemenergieplan

Naam:	Voorbeeld 1
Straat:	
Huisnr.:	
Datum:	
Opmerking:	

Gegevens woning / gebouw (bouwwerk)

	Bouwwerk	SPF	Elektra	Bodem
- Warmtelevering ruimteverwarming	3,96 MWh	4,3	0,92 MWh	3,04 MWh
- Warmtelevering tapwaterverwarming	2,50 MWh +	2,7	0,92 MWh +	1,57 MWh +
Totaal	6,46 MWh		1,85 MWh	4,61 MWh
- Koudelevering / aanvullend warmte laden	1,44 MWh +	20,0	0,07 MWh +	1,51 MWh +
Totaal	1,44 MWh		0,07 MWh	1,51 MWh

Jaarlijkse totalen en SPF_{BES}

- Jaarlijkse warmte- en koudelevering:	7,90 MWh
- Jaarlijks elektraverbruik:	1,92 MWh
- Jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem:	3,10 MWh
- Seasonal Performance Factor bodemenergiesysteem (SPF _{BES}):	4,12

Minimaal aan te boren bodemdiepte (conform regels 8 en 9)

- Jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte voor dit kavel (volgens bijlage 2):	38,7 kWh/m
- Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie voor dit kavel (volgens bijlage 2):	2,9 °C
- Berekende minimaal aan te boren bodemdiepte:	80 m-mv
- Berekende gemiddelde bodemtemperatuur vanaf maaiveld tot aan minimaal aan te boren bodemdiepte:	8,6 °C

Ontwerp gesloten systeem (conform regels 10 en 11)

- Door de aannemer berekende minimale retourtemperatuur circulatievloeistof bij minimaal aan te boren diepte van 80 m-mv:	< -3,0 °C
- Door de aannemer ontworpen en te realiseren gesloten systeem (minimale retourtemperatuur -3,0 °C) bestaat uit:	
- Minimale retourtemperatuur circulatievloeistof:	1,8 °C
- Diepte boorgaten:	80 m-mv
- Aantal boorgaten:	2 #
- Met de berekeningen dient rekening gehouden te worden met een gemiddelde bodemtemperatuur tussen maaiveld en de einddiepte van de boorgaten op 80 m-mv van:	8,6 °C

Opmerkingen / aantekeningen

Voorbeeld 1

NOTITIES VOOR PROJECT

- Aria-Zuid te Goes
- Voorbeeld 1

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	2
Boorgatdiepte	80 m
Totale boordiepte	160 m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2.31 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2.5 MJ/(m ³ ·K)
Temperatuur aardoppervlak	8.6 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m ²

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	1 ("2 : 1 x 2 line")
Boorgatdiepte	80 m
Tussenafstand boorgaten	6 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	140 mm
U-buis- buitendiameter	40 mm
U-buis- wanddikte	3.7 mm
U-buis- warmtegeleidingsvermogen	0.42 W/(m·K)
U-buis- onderlinge afstand U-benen	75 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	1.8 W/(m·K)
Overgangsweerstand buis/vulmateriaal	0.002 (m·K)/W

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstanden boorgat wordt berekend

Aantal multipoles 10

Met interne warmteoverdracht tussen opwaartse en neerwaartse buizen is rekening gehouden

WARMTETRANSPORTMEDIUM

Warmtegeleidingsvermogen	0.47 W/(m·K)
Specifieke warmtecapaciteit	3930 J/(Kg·K)
Dichtheid	1033 Kg/m ³
Viscositeit	0.0079 Kg/(m·s)
Vriespunt	-10 °C
Debietper boorgat	0.095l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijkswarmwatergebruik	2.5 MWh
Jaarlijkswarmtevraag	3.96 MWh
Jaarlijks koelvraag	1.44 MWh
Seasonal performance factor (WW)	2.7
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4.3
Seasonal Performance Factor (koeling)	20

Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen	Bodemvermogen
JAN	0.155	0.82	0	0	0.6
FEB	0.148	0.79	0	0	0.58
MRT	0.125	0.7	0	0	0.51
APR	0.099	0.6	0.05	0.072	0.36
MEI	0.064	0.46	0.1	0.14	0.17
JUN	0	0.21	0.2	0.29	-0.17
JUL	0	0.21	0.25	0.36	-0.25
AUG	0	0.21	0.25	0.36	-0.25

SEP	0.061	0.45	0.1	0.14	0.17
OKT	0.087	0.55	0.05	0.072	0.32
NOV	0.117	0.67	0	0	0.49
DEC	0.144	0.78	0	0	0.57
Totaal	1	6.46	1	1.44	3.1

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	3.96	8	2.5	0
FEB	3.96	6	2.5	0
MRT	3.96	4	2.5	0
APR	3.96	0	2.5	2
MEI	3.96	0	2.5	4
JUN	3.96	0	2.5	8
JUL	3.96	0	2.5	8
AUG	3.96	0	2.5	4
SEP	3.96	0	2.5	2
OKT	3.96	4	2.5	0
NOV	3.96	6	2.5	0
DEC	3.96	8	2.5	0

Duur van de simulatie (jaren)

25

Maand van inbedrijfstelling

SEP

BEREKENDE WAARDEN

=====

* Monthly calculation *

Totale boordiepte 160m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern	0.72 (m·K)/W
Reynoldsgetal	485
Thermische weerstand medium / buis	0.1675 (m·K)/W
Thermische weerstand buismateriaal	0.07752 (m·K)/W
Contact weerstand buis / vulmateriaal	0.002 (m·K)/W
Boorgat thermische weerstand medium / grond	0.1769 (m·K)/W
Effectieve thermische weerstand boorgat	0.1969 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	5.16	19	-16.4
FEB	4.97	19	-16.4
MRT	4.38	19	-16.4
APR	3.05	19	-16.4
MEI	1.49	19	-16.4
JUN	-1.47	19	-16.4
JUL	-2.11	19	-16.4
AUG	-2.11	19	-16.4
SEP	1.42	19	-16.4
OKT	2.74	19	-16.4
NOV	4.17	19	-16.4
DEC	4.87	19	-16.4

BASISVERMOGEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUREN (aan het einde van het maand) Maand JAAR [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8.6	6.08	5.89	5.8	5.71
FEB	8.6	6.11	5.92	5.83	5.74
MRT	8.6	6.33	6.15	6.06	5.97
APR	8.6	6.89	6.72	6.63	6.54
MEI	8.6	7.58	7.42	7.33	7.25
JUN	8.6	8.92	8.77	8.68	8.6
JUL	8.6	9.31	9.16	9.07	8.99
AUG	8.6	9.38	9.24	9.16	9.07
SEP	7.98	7.88	7.74	7.66	7.57
OKT	7.36	7.24	7.11	7.03	6.94
NOV	6.67	6.55	6.42	6.34	6.26
DEC	6.28	6.17	6.05	5.97	5.89

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5.71 °C Aan het einde van JAN Maximum gemiddelde medium temperatuur 9.07 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8.6	2.17	1.97	1.88	1.79
FEB	8.6	2.27	2.09	2	1.91
MRT	8.6	2.53	2.36	2.27	2.18
APR	8.6	6.89	6.72	6.63	6.54
MEI	8.6	7.58	7.42	7.33	7.25
JUN	8.6	8.92	8.77	8.68	8.6
JUL	8.6	9.31	9.16	9.07	8.99
AUG	8.6	9.38	9.24	9.16	9.07
SEP	7.98	7.88	7.74	7.66	7.57
OKT	3.14	3.02	2.89	2.81	2.73
NOV	2.62	2.5	2.37	2.29	2.21
DEC	2.28	2.17	2.05	1.97	1.89

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 1.79 °C Aan het einde van JAN Maximum gemiddelde medium temperatuur 9.07 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN KOELING: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8.6	6.08	5.89	5.8	5.71
FEB	8.6	6.11	5.92	5.83	5.74
MRT	8.6	6.33	6.15	6.06	5.97
APR	8.6	11.5	11.3	11.2	11.1
MEI	8.6	12.2	12.1	12	11.9
JUN	8.6	13.1	13	12.9	12.8
JUL	8.6	13.3	13.2	13.1	13
AUG	8.6	13.1	12.9	12.9	12.8
SEP	12.2	12.1	11.9	11.8	11.8
OKT	7.36	7.24	7.11	7.03	6.94
NOV	6.67	6.55	6.42	6.34	6.26
DEC	6.28	6.17	6.05	5.97	5.89

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5.71 °C Aan het einde van JAN Maximum gemiddelde medium temperatuur 13 °C Aan het einde van JUL

Voorbeeld 2

Aria-Zuid te Goes

Voorbeeld rekensheet behorende bij bodemenergieplan

Naam:	Voorbeeld 2
Straat:	
Huisnr.:	
Datum:	
Opmerking:	

Gegevens woning / gebouw (bouwwerk)				
	Bouwwerk	SPF	Elektra	Bodem
- Warmtelevering ruimteverwarming	8,00 MWh	4,3	1,86 MWh	6,14 MWh
- Warmtelevering tapwaterverwarming	4,00 MWh +	2,7	1,48 MWh +	2,52 MWh +
Totaal	12,00 MWh		3,34 MWh	8,66 MWh
- Koudelevering / aanvullend warmte laden	3,00 MWh +	20,0	0,15 MWh +	3,15 MWh +
Totaal	3,00 MWh		0,15 MWh	3,15 MWh

Jaarlijkse totalen en SPF _{BES}	
- Jaarlijkse warmte- en koudelevering:	15,00 MWh
- Jaarlijks elektraverbruik:	3,49 MWh
- Jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem:	5,51 MWh
- Seasonal Performance Factor bodemenergiesysteem (SPF _{BES}):	4,30

Minimaal aan te boren bodemdiepte (conform regels 8 en 9)	
- Jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte voor dit kavel (volgens bijlage 2):	33,0 kWh/m
- Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie voor dit kavel (volgens bijlage 2):	1,5 °C
- Berekende minimaal aan te boren bodemdiepte:	112 m-mv
- Berekende gemiddelde bodemtemperatuur vanaf maaiveld tot aan minimaal aan te boren bodemdiepte:	10,0 °C

Ontwerp gesloten systeem (conform regels 10 en 11)	
- Door de aannemer berekende minimale retourtemperatuur circulatievloeistof bij minimaal aan te boren diepte van 112 m-mv:	+ 3,0 °C
- Door de aannemer ontworpen en te realiseren gesloten systeem (minimale retourtemperatuur +3,0 °C) bestaat uit:	
- Minimale retourtemperatuur circulatievloeistof:	0,5 °C
- Diepte boorgaten:	112 m-mv
- Aantal boorgaten:	2 #
- Met de berekeningen dient rekening gehouden te worden met een gemiddelde bodemtemperatuur tussen maaiveld en de einddiepte van de boorgaten op 112 m-mv van:	10,0 °C

Opmerkingen / aantekeningen	

Voorbeeld 2

NOTITIES VOOR PROJECT

- Aria-Zuid te Goes
- Voorbeeld 2

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	2

Boorgatdiepte	112m
Totale boordiepte	224m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2.31 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2.5 MJ/(m ³ ·K)
Temperatuur aardoppervlak	10 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m ²

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	1 ("2 : 1 x 2 line")
Boorgatdiepte	112 m
Tussenafstand boorgaten	6 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	140 mm
U-buis- buitendiameter	40 mm
U-buis- wanddikte	3.7 mm
U-buis- warmtegeleidingsvermogen	0.42 W/(m·K)
U-buis- onderlinge afstand U-benen	75 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	1.8 W/(m·K)
Overgangsweerstand buis/vulmateriaal	0.002 (m·K)/W

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstanden boorgat wordt berekend
Aantal multipoles 10

Met interne warmteoverdracht tussen opwaartse en neerwaartse buizen is rekening gehouden

WARMTETRANSPORTMEDIUM

Warmtegeleidingsvermogen	0.47 W/(m·K)
Specifieke warmtecapaciteit	3930 J/(Kg·K)
Dichtheid	1033 Kg/m ³
Viscositeit	0.0079 Kg/(m·s)
Vriespunt	-10 °C
Debietper boorgat	0.15 l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijkswarmwatergebruik	4 MWh
Jaarlijkswarmtevraag	8 MWh
Jaarlijks koelvraag	3 MWh
Seasonal performance factor (WW)	2.7
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4.3
Seasonal Performance Factor (koeling)	20

Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen	Bodemvermogen
JAN	0.155	1.57	0	0	1.16
FEB	0.148	1.52	0	0	1.12
MRT	0.125	1.33	0	0	0.98
APR	0.099	1.13	0.05	0.15	0.66
MEI	0.064	0.85	0.1	0.3	0.29

JUN	0	0.33	0.2	0.6	-0.42
JUL	0	0.33	0.25	0.75	-0.58
AUG	0	0.33	0.25	0.75	-0.58
SEP	0.061	0.82	0.1	0.3	0.27
OKT	0.087	1.03	0.05	0.15	0.59
NOV	0.117	1.27	0	0	0.93
DEC	0.144	1.49	0	0	1.09
Totaal	1	12	1	3	5.51

PIEKVERMOGEN

Maandelijke piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	6.8	8	3	0
FEB	6.8	6	3	0
MRT	6.8	4	3	0
APR	0	0	3	2
MEI	0	0	3	4
JUN	0	0	3	8
JUL	0	0	3	8
AUG	0	0	3	4
SEP	0	0	3	2
OKT	6.8	4	3	0
NOV	6.8	6	3	0
DEC	6.8	8	3	0

Duur van de simulatie (jaren)
Maand van inbedrijfstelling

25
SEP

BEREKENDE WAARDEN

=====

* Monthly calculation *

Totale boordiepte 224 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern	0.72 (m·K)/W
Reynoldsgetal	766
Thermische weerstand medium / buis	0.1675 (m·K)/W
Thermische weerstand buismateriaal	0.07752 (m·K)/W
Contact weerstand buis / vulmateriaal	0.002 (m·K)/W
Boorgat thermische weerstand medium / grond	0.1769 (m·K)/W
Effectieve thermische weerstand boorgat	0.1926 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	7.1	23.3	-14.1
FEB	6.84	23.3	-14.1
MRT	5.98	23.3	-14.1
APR	4.04	0	-14.1
MEI	1.76	0	-14.1
JUN	-2.57	0	-14.1
JUL	-3.53	0	-14.1
AUG	-3.53	0	-14.1
SEP	1.65	0	-14.1

OKT	3.59	23.3	-14.1
NOV	5.68	23.3	-14.1
DEC	6.69	23.3	-14.1

BASISVERMOGEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUREN (aan het einde van het maand) Maand JAAR [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	10	6.57	6.32	6.19	6.06
FEB	10	6.59	6.35	6.22	6.09
MRT	10	6.9	6.67	6.54	6.41
APR	10	7.71	7.48	7.36	7.23
MEI	10	8.72	8.5	8.38	8.25
JUN	10	10.7	10.5	10.3	10.2
JUL	10	11.2	11	10.9	10.8
AUG	10	11.4	11.2	11.1	10.9
SEP	9.28	9.2	9.01	8.9	8.77
OKT	8.39	8.28	8.11	7.99	7.87
NOV	7.41	7.29	7.12	7	6.88
DEC	6.85	6.73	6.57	6.46	6.33

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 6.06 °C Aan het einde van JAN Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.9 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	10	2.05	1.8	1.67	1.54
FEB	10	2.16	1.92	1.79	1.66
MRT	10	2.48	2.25	2.12	1.99
APR	10	7.71	7.48	7.36	7.23
MEI	10	8.72	8.5	8.38	8.25
JUN	10	10.7	10.5	10.3	10.2
JUL	10	11.2	11	10.9	10.8
AUG	10	11.4	11.2	11.1	10.9
SEP	9.28	9.2	9.01	8.9	8.77
OKT	3.37	3.25	3.08	2.97	2.84
NOV	2.66	2.55	2.38	2.26	2.14
DEC	2.22	2.1	1.93	1.82	1.7

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 1.54 °C Aan het einde van JAN Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.9 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN KOELING: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	10	6.57	6.32	6.19	6.06
FEB	10	6.59	6.35	6.22	6.09
MRT	10	6.9	6.67	6.54	6.41
APR	10	11.9	11.7	11.5	11.4
MEI	10	12.8	12.5	12.4	12.3
JUN	10	13.9	13.7	13.6	13.4
JUL	10	14.2	14	13.9	13.7
AUG	10	14	13.9	13.7	13.6
SEP	12.9	12.8	12.6	12.5	12.4
OKT	8.39	8.28	8.11	7.99	7.87
NOV	7.41	7.29	7.12	7	6.88
DEC	6.85	6.73	6.57	6.46	6.33

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 6.06 °C Aan het einde van JAN Maximum gemiddelde medium temperatuur 13.7 °C Aan het einde van JUL