



## Ontwerp toepassing BWW Allure aan de Amstel

Uithoorn

**Kenmerk:** 4101550DR02  
**Datum:** 10 februari 2021

## Ontwerp toepassing BWW Allure aan de Amstel

Uithoorn

**Kenmerk** 4101550DR02  
**Datum** 10 februari 2021  
**Relatienummer** 10268

### Opdrachtgever

Verwey Raadgevend Technisch Bureau B.V. Oosterhoutsestraat 95a  
6678 PG OOSTERHOUT (Gld.)

### Adviseur(s)

Drs. A.J. (Ad) van Bokhoven

A blue ink signature of Drs. A.J. (Ad) van Bokhoven, consisting of a stylized 'A' and 'B' followed by a long horizontal stroke.

### Bewerkt

AVB

### Gecontroleerd

1-2-2021

### Initialen

ATH

### Paraaf

A blue ink signature of AVB, consisting of a stylized 'A' and 'B' followed by a horizontal stroke.

KWA Bedrijfsadviseurs B.V.  
Regentesselaan 2  
Postbus 1526  
3800 BM Amersfoort

t 033 422 13 00  
e desk@kwa.nl  
www.kwa.nl

Rabobank Amersfoort  
NL86RABO0372977669  
KvK Gooi en Eemland 320 69286

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Geohydrologische situatie .....</b>	<b>5</b>
2.1	Bodemopbouw en thermische eigenschappen .....	5
2.2	Grondwaterstroming en stijghoogtes .....	6
2.3	Grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen .....	8
2.4	Bodem- en/of grondwaterverontreinigingen .....	8
2.5	Archeologie en cultuurhistorie .....	10
<b>3</b>	<b>Beleid en wettelijk kader .....</b>	<b>11</b>
3.1	Wettelijk kader .....	11
3.2	Provinciaal/gemeentelijk beleid .....	13
3.3	Beschermingsgebieden .....	13
<b>4</b>	<b>Bodemenergiesysteem .....</b>	<b>14</b>
4.1	Risicoanalyse .....	14
4.2	Uitgangspunten .....	15
4.3	Ontwerp bodemwarmtewisselaar .....	16
4.4	Resultaten EED-berekening .....	18
4.5	Interferentiebeoordeling .....	20
4.6	Ruimtelijke inpassing bodemwarmtewisselaars .....	21
4.7	Lozingsroute boorwater bij aanleg .....	22
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>22</b>
<b>BIJLAGEN</b>		
<b>1</b>	<b>Terreintekening met voorgestelde ligging bodemwarmtewisselaars</b>	

# 1 Inleiding

## Kader en doel

Verwey Raadgevend Technisch Bureau B.V. heeft KWA Bedrijfsadviseurs B.V. opdracht gegeven tot het opstellen van een ontwerp en het doen van de melding voor een gesloten bodemenergiesysteem, in het kader van het Activiteitenbesluit. Dit rapport vormt de toelichting op het ontwerp en de melding.

**Project:** Allure aan de Amstel, Kadastraal perceel 10746 te Uithoorn (zie figuur 1.1)  
**Omvang systeem:** 59 en 55 kW, totale warmtevraag 323 MWh, totale koudevraag 150 MWh  
**Coördinaten projectlocatie:** X – 117.357, Y – 472.020

## Doelstelling studie

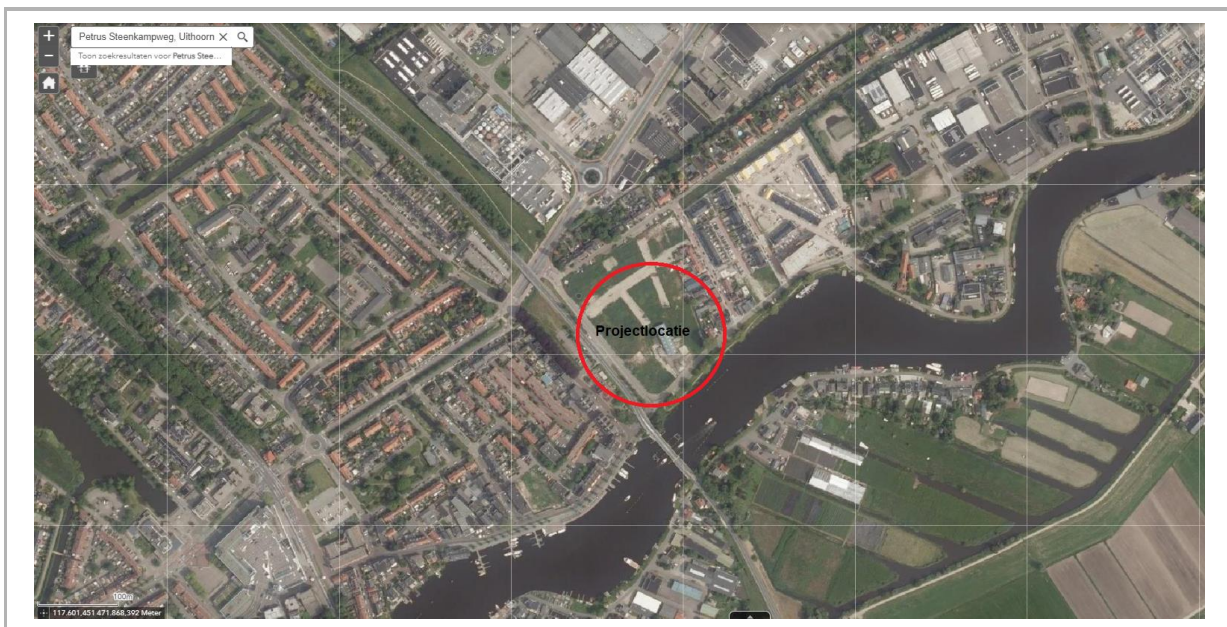
- Beoordelen haalbaarheid bodemenergie, ten aanzien van ondergrondse aspecten (hoofdstuk 2).
- Vroegtijdig onderkennen van eventuele knelpunten voor vergunningverlening (hoofdstuk 3).
- Opstellen ontwerp (hoofdstuk 4).

## Kwaliteitsborging

Dit rapport is opgesteld volgens de voorschriften zoals beschreven in het BRL SIKB 11000 en protocol 11001 (Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen – versie 3.0 juni 2019).

Figuur 1.1 toont de ligging van de locatie in Uithoorn.

**Figuur 1.1: situering locatie Allure aan de Amstel**



## 2 Geohydrologische situatie

### 2.1 Bodemopbouw en thermische eigenschappen

De bodemopbouw en thermische eigenschappen van de bodem zijn beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem REGIS-II
- Boorbeschrijvingen uit het DIN-loket
- Kwaliteitsrichtlijn Verticale Bodemwarmtewisselaars (November, 2003)

De geohydrologische schematisatie is opgenomen in tabel 2.1. De beoogde bodemlussen zullen niet dieper worden geboord dan 150 m-mv. In tabel 2.1 is de bodemopbouw daardoor maximaal tot 185 m-mv beschreven. De k-waarden zijn afgeleid uit REGIS-II. De warmtecapaciteit en het geleidingvermogen zijn ingeschat op basis van typerende kengetallen op basis van de lithologische samenstelling van de ondergrond.

#### Grondwatertemperatuur

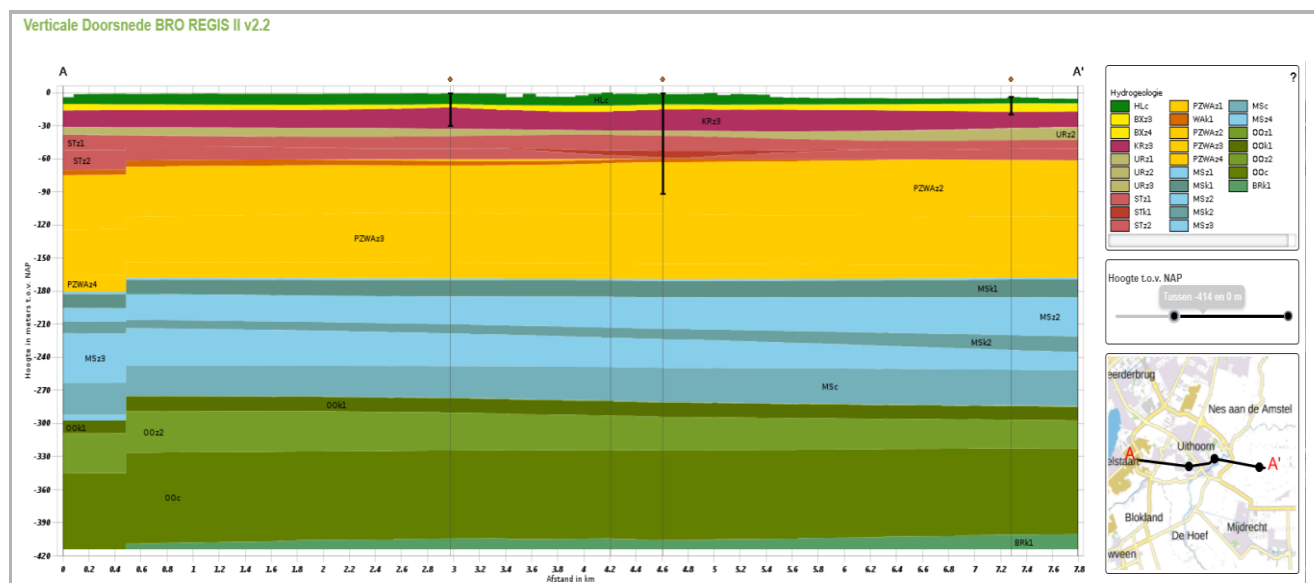
In Uithoorn wordt de grondwatertemperatuur aan maaiveld op ongeveer 9,8°C geschat. De temperatuur loopt in de diepte op, rond 100 m-mv wordt geschat dat de bodemtemperatuur rond de 11 à 12 °C ligt.

Tabel 2.1: geohydrologische schematisatie

Diepte (m-mv)*			Lithologie	Geohydrologische situatie	k (m/d)	$\lambda$ (W/mK)	$C_w$ (MJ/m³K)
0	-	11	Zand, klein en veen (Holocene afzettingen)	Deklaag	-	1,6	2,4
11	-	52	Fijn tot uiterst grof zand (Formatie van Bortel, Kreftenheye, Urk en Sterksel)	Wvp 1	35	2,3	2,4
52	-	57	Klei en leem (Formatie van Sterksel)	Scheidende laag	-	1,8	2,4
57	-	60	Matig tot uiterst grof zand (Formatie van Peize en Waalre)	Wvp 2a	23	2,25	2,4
60	-	63	Klei en leem (Formatie van Waalre)	Scheidende laag	-	1,8	2,4
63	-	170	Matig tot uiterst grof zand (Formatie van Peize en Waalre)	Wvp 2b	45	2,3	2,4
170	-	185	Klei (Formatie van Maassluis)	Scheidende laag	-	1,8	2,4

\* maaiveld = circa NAP -0,5 meter

**Figuur 2.1: dwarsdoorsnede uit REGIS-II**



## 2.2 Grondwaterstroming en stijghoogtes

De grondwaterstroming en stijghoogtes zijn bepaald op basis van:

- metingen in peilbuizen in de omgeving (DINOloket);
- de isohypsenpatronen van REGIS-I.

In tabel 2.2 staat een overzicht van verwachte grondwaterstanden en grondwaterverplaatsing op de projectlocatie. In figuur 2.2 staat een kaartbeeld van het isohypsenpatroon volgens REGIS-I, in figuur 2.3 staat het stijghoogteverloop van peilbuis B31B1537, gelegen op 300 meter ten zuidwesten van de projectlocatie.

Het isohypsenpatroon wordt sterk beïnvloed door verschillende polderniveaus in de omgeving. Het eerste watervoerend pakket staat meer onder invloed van de ten zuidoosten gelegen polder. En het tweede watervoerend pakket juist van de polder ten noordwesten van de projectlocatie. Ook Uithoorn is een polder. De freatische grondwaterstand wordt hier kunstmatig laag gehouden.

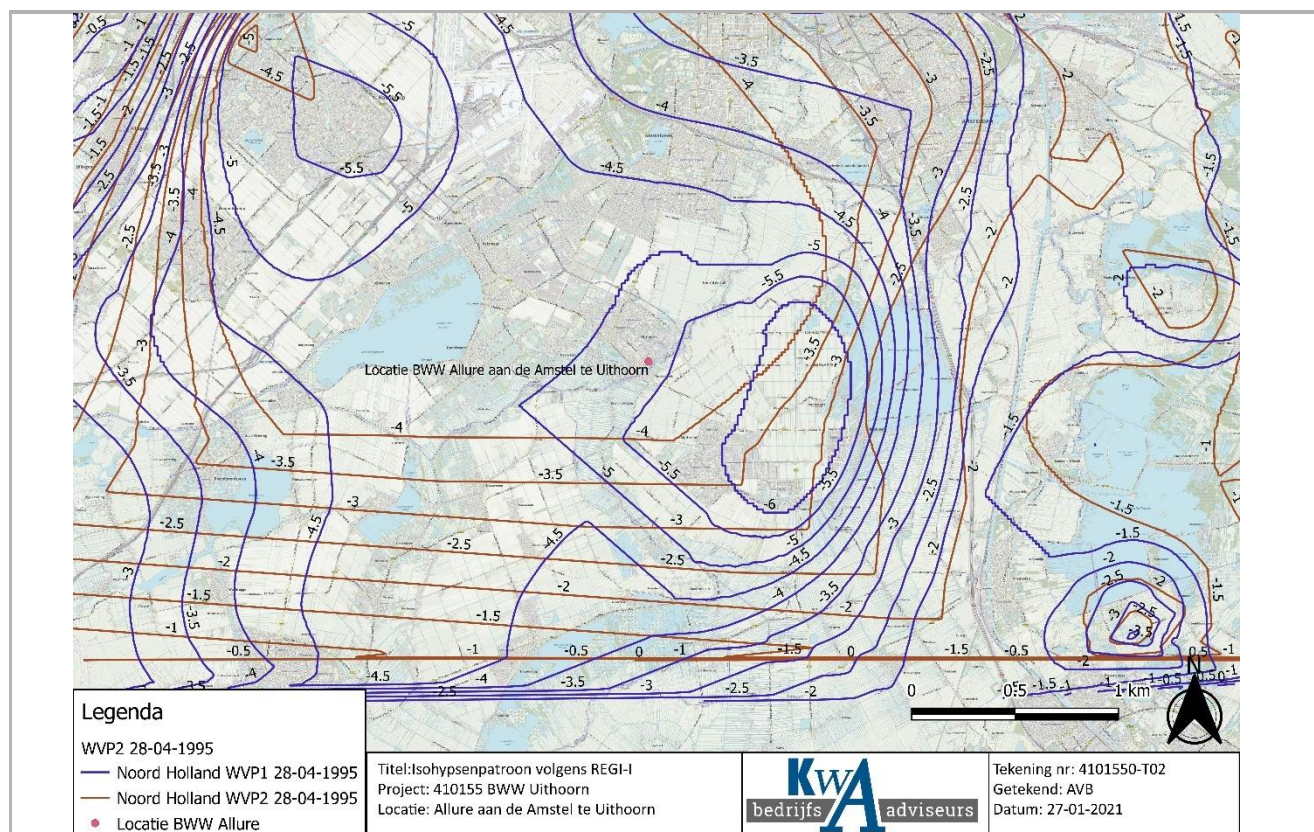
Op de projectlocatie wordt geen artesisch water verwacht, aangezien de stijghoogte in de watervoerende pakketten lager is dan de maaiveldhoogte.

**Tabel 2.2: grondwaterstanden en -stroming**

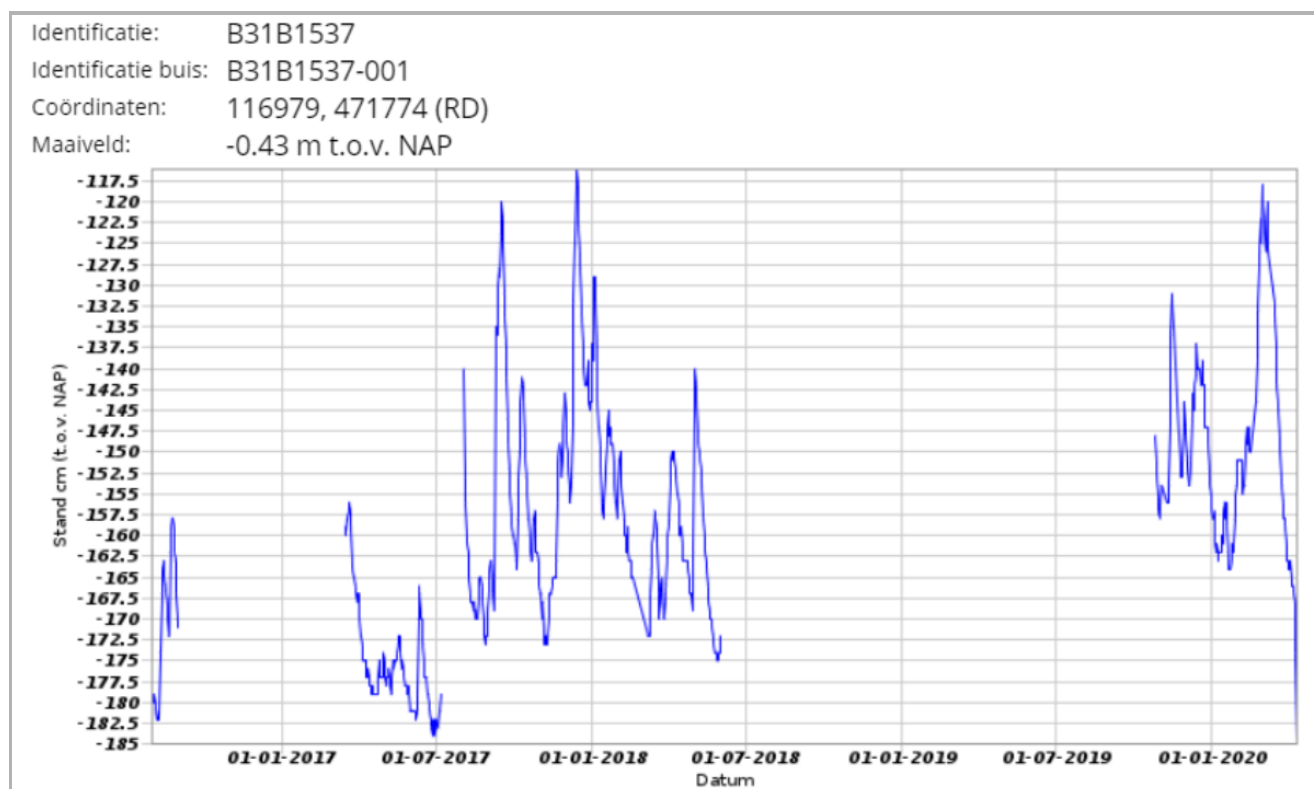
	Stijghoogte (m+NAP)	Verhang (m/km)	Grondwaterverplaatsing (m/jaar)	Richting
Freatische grondwaterstand	-1,5			
Watervoerend pakket 1	-5,2	1/ 5,2	5 à 10	ZO
Watervoerend pakket 2	-4,1	1 / 4	10 à 15	NW



**Figuur 2.2: isohypsenpatroon volgens REGIS-I**



**Figuur 2.3: verloop stijghoogte B31B1537, 300 meter ten zuidwesten van de projectlocatie**



### 2.3 Grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen

De gegevens van grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen (open en gesloten) in de omgeving zijn opgevraagd bij:

- Provinciaal kaarten portaal (<https://maps.noord-holland.nl/WebViewer/index.html?viewer=bodemvisie> )
- Wkotool.nl (<https://wkotool.nl> )

In de omgeving van de projectlocatie is slechts één gesloten bodemenergiesysteem bekend. Dit systeem is op circa 200 meter ten zuidwesten van de projectlocatie gelegen. De kenmerken van dit gesloten systeem zijn opgenomen in tabel 2.3. Er zijn geen grondwaterwinningen of open bodemenergiesystemen bekend binnen een straal van 400 meter.

Tabel 2.3: overzicht gesloten systemen in de omgeving

Project	Warmte MWh/j	Koude MWh/j	Aantal lussen	Diepte (m-mv)	Omschrijving locatie, afstand en richting
BWW systeem aan de Wilhelminakade	185	150	17	150	200 meter ten zuidwesten

### 2.4 Bodem- en/of grondwaterverontreinigingen

De aanwezigheid van bodem- en/of grondwaterverontreinigingen is beschouwd op basis van:

- Informatie uit het Bodemloket ([www.bodemloket.nl](http://www.bodemloket.nl)).
- Informatie uit het project 'gebiedsgericht grondwaterbeheer' waarin in 2016 alle potentieel bekende mobiele grondwaterverontreinigingen in beeld zijn gebracht.
- Gemeentelijke/provinciale informatie.

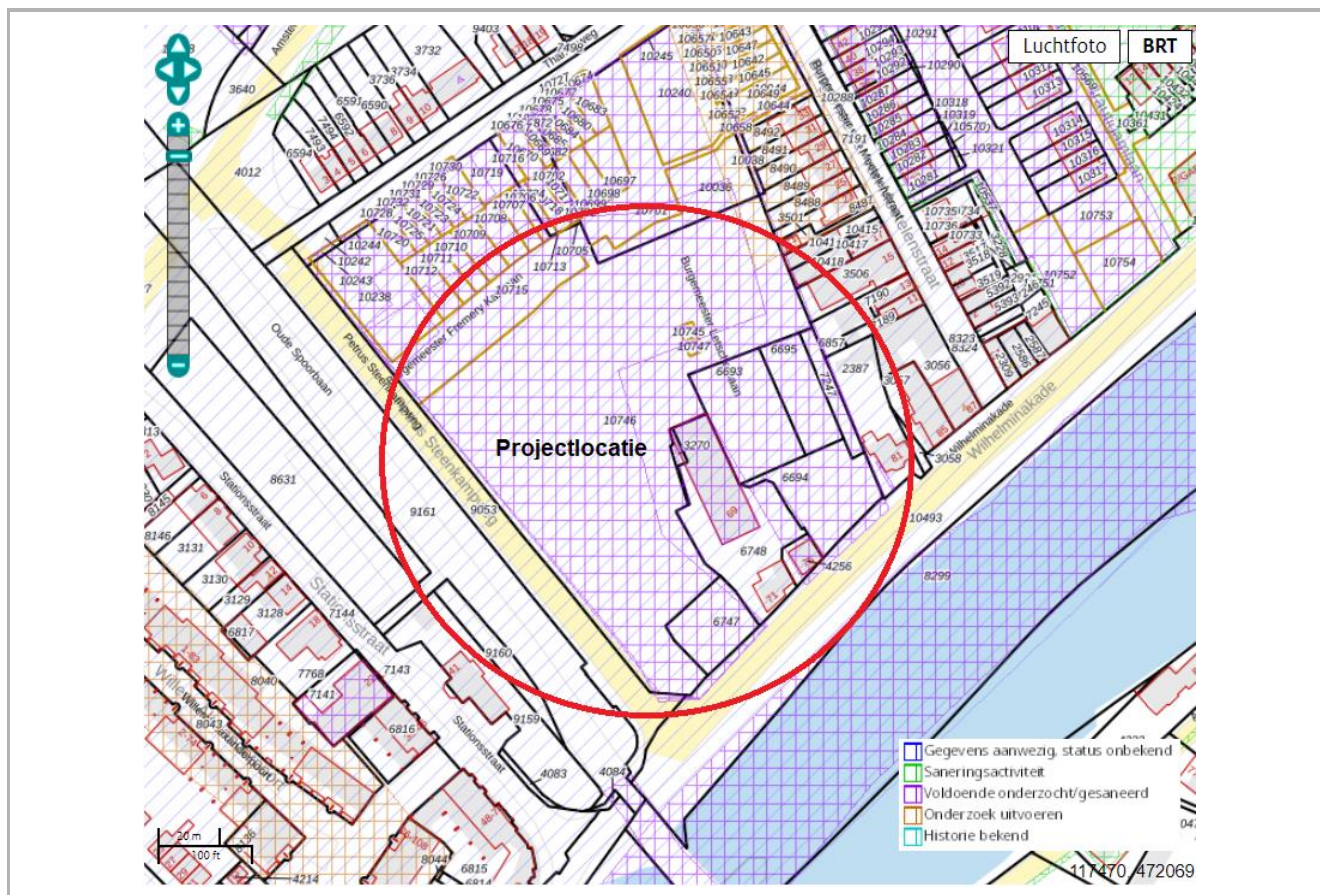
Op de projectlocatie heeft onderzoek plaatsgevonden naar mogelijke bodemverontreinigingen. Deze mogelijke bodemverontreinigingen zijn allemaal voldoende onderzocht in het kader van de Wet Bodembescherming. Er is geen vervolg nodig. In de omgeving zijn meerdere potentiële grondwaterverontreinigingen aanwezig. De dichtstbijzijnde is gelegen op 200 meter ten noordwesten. Deze locatie is voldoende onderzocht en gesaneerd. Er is geen restverontreiniging achtergebleven.

Tabel 2.4: mogelijk verontreinigde locaties (bron: Bodemloket)

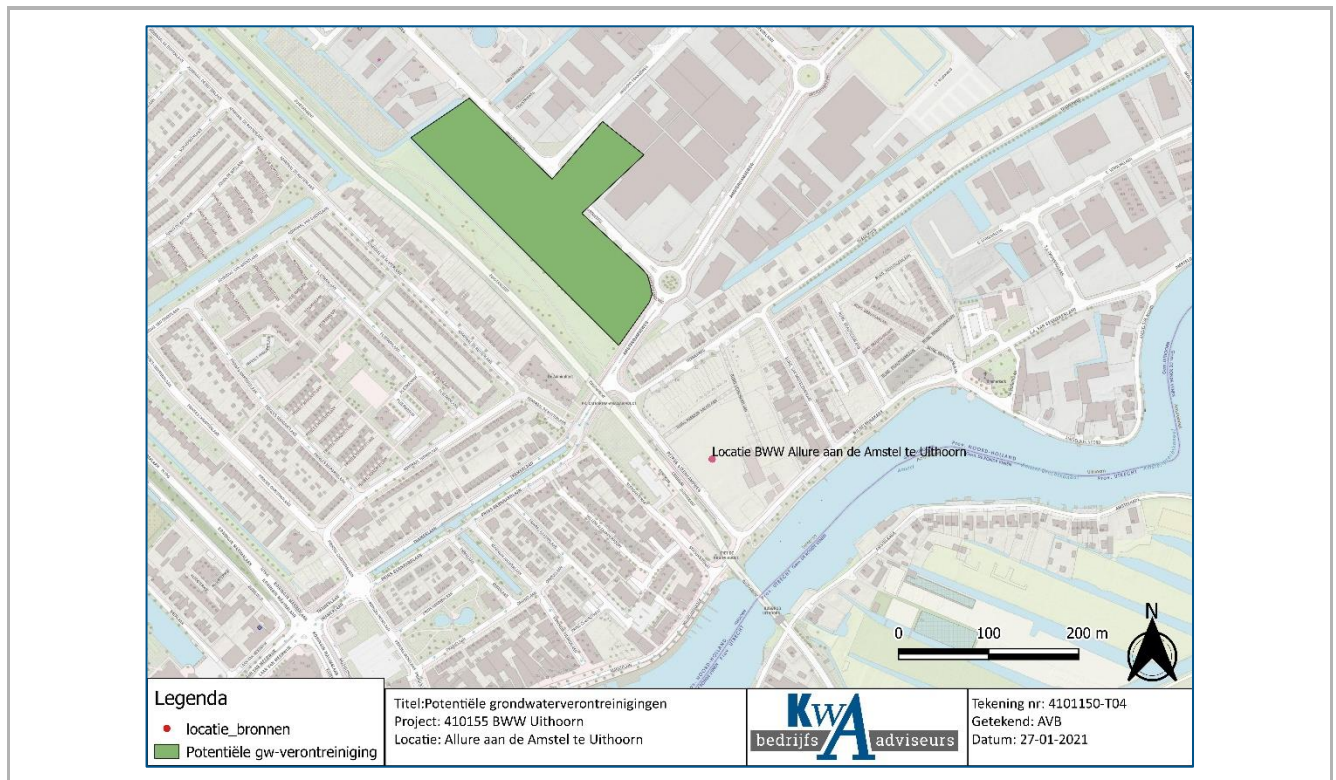
Locatie	ID	Aard verontreinigende activiteiten	Afstand tot locatie	Status
Petrus Steenkampweg 2	NH045100091	Diverse historische activiteiten	0	Voldoende onderzocht, geen vervolg
Petrus Steenkampweg (De Vleeshoek)	NH045100145	Diverse historische activiteiten	0	Voldoende onderzocht, geen vervolg
Quaker Chemical BV	NH045100031	Diverse historische activiteiten	200m NW	Voldoende gesaneerd



Figuur 2.4: situering bodemonderzoekslocaties (bron: Bodemloket)



**Figuur 2.5: situering potentiële mobiele grondwaterverontreinigingen**



## 2.5 Archeologie en cultuurhistorie

De archeologische en cultuurhistorische waarden zijn bepaald met behulp van:

- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, bron Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed)
- Archeologische Monumentenkaart (AMK, bron Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed)
- Cultuurhistorische waardenkaart provincie / gemeente
- Kaart met rijksmonumenten ([www.rijksmonumenten.nl](http://www.rijksmonumenten.nl))
- Funderingsviewer van het KCAF (<https://www.kcaf.nl/funderingsviewer/>)

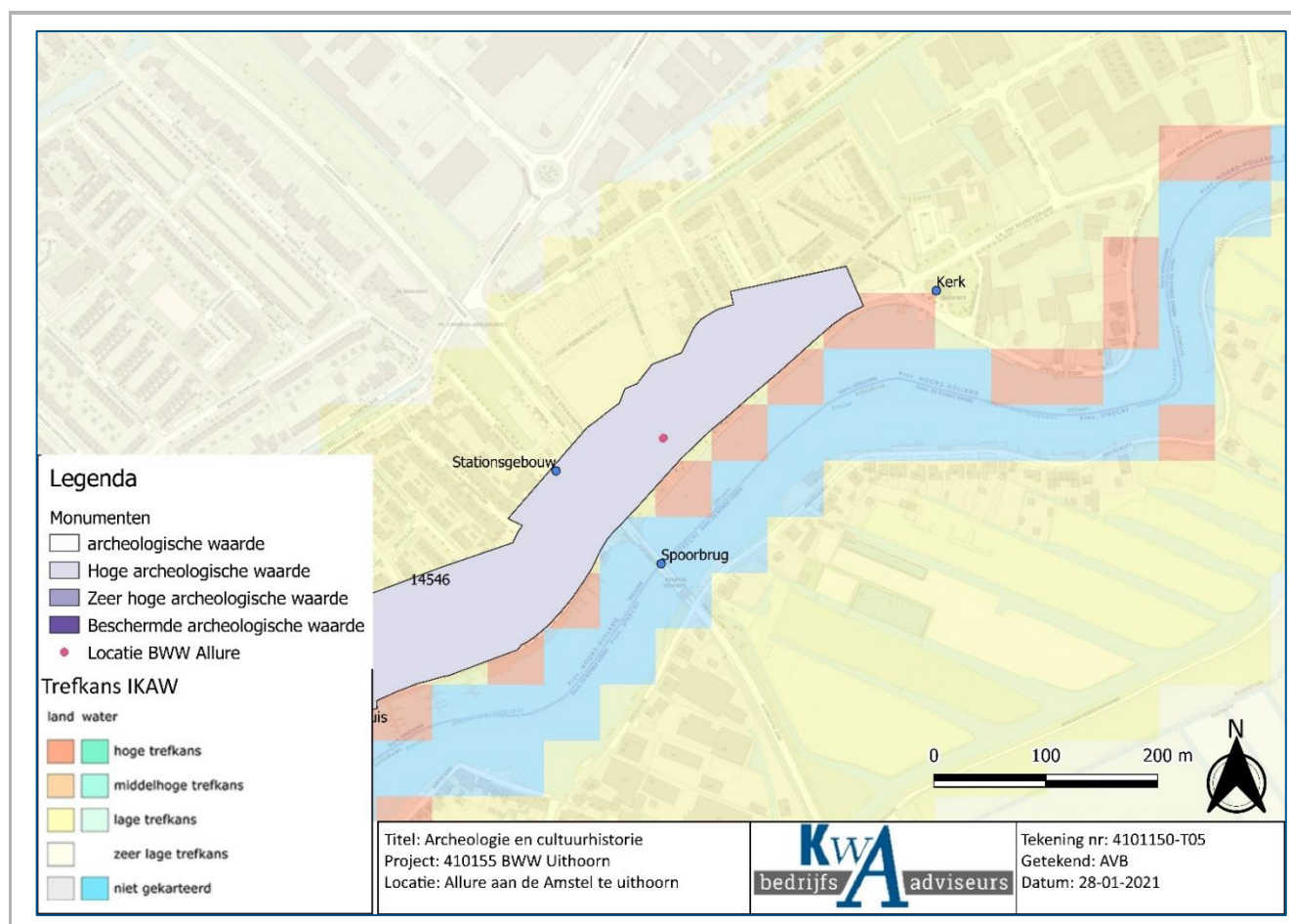
Uit de geraadpleegde informatie blijkt dat:

- De trefkans met betrekking tot het aantreffen van archeologische resten op de locatie laag is (IKAW). In de directe nabijheid van de projectlocatie zijn wel bekende archeologische terreinen aanwezig (AMK), zie figuur 2.6. Het betreft de historische kern van het dorp Uithoorn. De begrenzing van deze historische kern is bepaald op grond van de historische kaart uit 1849-1859, schaal 1:25.000. De archeologische waarde van historische kernen bestaat uit de reeds aangetroffen of te verwachten aanwezigheid, boven of onder de grond, van bouwhistorische resten. Het is niet zonder meer toegestaan om de benodigde bodemlussen aan te leggen in een archeologisch moment. Echter, voor de gehele geplande herontwikkeling is reeds toestemming verleend om een parkeerkelder te realiseren. Hiertoe zal het terrein circa 4 meter worden uitgegraven. De bodemlussen zullen worden geboord in de uitgegraven parkeerkelder. Enige resten van archeologische waarden zullen al tijdens de graafwerkzaamheden van de parkeerkelder aan het licht zijn gekomen. Het is niet aannemelijk dat archeologische vondsten zich nog onder het niveau van de parkeergarage bevinden. Derhalve worden geen problemen verwacht bij de aanleg van de gesloten lussen in de bodem.
- In de directe nabijheid van de projectlocatie wel cultuurhistorische (rijks)monumenten of andere zettingsgevoelige objecten bekend zijn, zie figuur 2.6.



- In de omgeving van de locatie de meeste bebouwing van voor 1970 is. In de periode vóór 1970 werden veelvuldig houten funderingspalen toegepast. De kans is dus aanwezig dat er nabij de locatie houten palenfunderingen aanwezig zijn. Houten palen zijn gevoelig voor grondwaterstandveranderingen. Met name bij verlagingen van de grondwaterstand bestaat de kans op paalrot. Aandacht voor funderingsproblematiek is dan ook op zijn plaats.

**Figuur 2.6: situering projectlocatie ten opzichte van cultuurhistorische en archeologische waarden**



## 3 Beleid en wettelijk kader

### 3.1 Wettelijk kader

Bij de realisatie van een gesloten bodemenergiesysteem moet voldaan worden aan de wettelijke eisen met betrekking tot zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het gebruik van de bodem en vrijkomen en afvoeren van grond en grondwater. In tabel 3.1 zijn de in ieder geval van toepassing zijnde wettelijke kaders en de bevoegde gezagen weergegeven. Tevens is daarbij aangegeven wie verantwoordelijk is.

Tabel 3.1: wettelijk kader

Wet	Aspect	Bevoegd gezag	Verantwoordelijkheid
Activiteitenbesluit of Besluit Lozen buiten inrichtingen	Algemene regels voor gesloten systemen, meldingsplicht voor gesloten systemen < 70 kW	Gemeente Uithoorn	De opdrachtgever (initiatiefnemer) heeft de verantwoordelijkheid een gecertificeerde partij BRL 11000 opdracht te verstrekken voor het opstellen van het ontwerp en het verzorgen van een melding
Wet milieubeheer	Vergunningsplicht voor gesloten systemen > 70 kW	Gemeente Uithoorn	De opdrachtgever (initiatiefnemer) heeft de verantwoordelijkheid een gecertificeerde partij BRL 11000 opdracht te verstrekken voor het opstellen van het ontwerp en het aanvragen van de vergunning
Wet bodembescherming	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zorgplicht goed bodemgebruik.</li> <li>- Werken met erkende partijen SIKB-BRL2100, SIKB-BRL1100 en KBI BRL 6000-21</li> </ul>	Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied namens de provincie Noord-Holland  Bodem+	De nader te selecteren bronboorder moet gecertificeerd zijn
Activiteitenbesluit	Lozing van het <u>boorspoelwater</u> op de bodem en in een vuilwaterriool is toegestaan binnen de zorgplicht	Gemeente Uithoorn	De nader te selecteren bronboorder moet werken binnen de zorgplicht
Keur Waterschap	Bij aanleg binnen de beschermingszone hoofdwatgang gelden eisen vanuit de keur	Waterschap Amstel, Gooi en vecht	Bij realisatie binnen een beschermingszone, dient de opdrachtgever (initiatiefnemer) toestemming te verkrijgen van het hoogheemraadschap/waterschap
WION	Bij bronnen en leidingwerk in openbaar terrein: Klic-melding ontwerp en aanleg, indienen leidingtracé na afronding werkzaamheden. In de beheerfase zijn er tevens verplichtingen	Kadaster	Bij het aanleggen van leidingwerk of bodemlussen in de openbare ruimte, dient de opdrachtgever (initiatiefnemer) de ligging hiervan door te (laten) geven aan het Kadaster

Het indienen van een melding voor systemen kleiner dan 70 kW dient te geschieden via het Omgevingsloket online. Tijdens het indienen van de melding worden een aantal vragen gesteld over de energievraag en te verwachten prestaties van het systeem. Daarnaast dient een kaart te worden aangeleverd, waarop de locaties van de luslocaties zijn ingetekend op een kadastrale ondergrond.

De vergunningaanvraag 'Omgevingsvergunning beperkte milieutoets' kent een beslistermijn van acht weken. De vergunning is dan van kracht. Hierna geldt nog wel een periode van zes weken waarin zienswijzen en bedenkingen kunnen worden ingediend. Het bevoegd gezag kan in specifieke/uitzonderlijke gevallen de proceduretijd verlengen. Aan een melding zit geen proceduretermijn verbonden.

### 3.2 Provinciaal/gemeentelijk beleid

De bodem in Noord-Holland is op de meeste plaatsen geschikt voor het toepassen van bodemenergie. De provincie Noord-Holland staat in beginsel positief ten opzichte van ondergrondse energieopslag, mits geen gevolgen voor overige bij het grondwater betrokken belangen optreden. Het provinciaal beleid is gericht op de bescherming van zoetwatervoorraden en is terughoudend ten opzichte van het plaatsen van een ondergronds energieopslagsysteem, waardoor zoet water met brak of zout water wordt vermengd. Schade door zetting dient te worden voorkomen.

De provincie heeft voor de lange termijn (2040) de volgende doelen gesteld:

- De ondergrond wordt qua KWO optimaal gebruikt, zodat door KWO-systemen een maximale bijdrage aan de reductie van CO<sub>2</sub> wordt bereikt.
- KWO-systemen leiden niet tot (thermische en chemische) verontreiniging van de ondergrond.

Sinds 2014 is het in de wetgeving mogelijk gemaakt om een koudeoverschot in de bodem toe te staan. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied accepteert een koudeoverschot, mits dit goed wordt onderbouwd en het rendement van de installatie verbetert en dat er geen nadelige effecten op de omgeving optreden.

De gemeente Uithoorn heeft geen specifiek beleid, anders dan het landelijke vigerende beleid, ten aanzien van de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen.

### 3.3 Beschermingsgebieden

De projectlocatie is niet gelegen binnen:

- drinkwaterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones;
- Natura 2000-gebieden, EHS, grondwaterafhankelijke natuur;
- provinciale aandachtsgebieden (zoals Zuid-Holland: ambitiegebieden, Limburg: milieubeschermingsgebieden Venloschol en Roerdalslenk);
- interferentiegebieden/masterplan bodemenergie;
- beschermingszones rijkswegen/spoorwegen.

Wel overlapt de projectlocatie gedeeltelijk met een beschermingszone van een secundaire waterkering, in beheer van Waterschap Amstel, Gooi en vecht, zie figuur 3.1. Ten behoeve van de gehele herontwikkeling, waarin wordt voorzien in een parkeerkelder, wordt grond afgegraven om deze vervolgens weer op te vullen met de voorziene bouwwerken. Onder deze bouwwerken zijn de bodemlussen voorzien.

De boorgaten ten behoeve van de bodemlussen, worden na realisatie volledig aangevuld met opvulmateriaal (grout). Grout is een ondoorlatende substantie, waar geen water meer doorheen kan stromen. Als gevolg van de aanwezigheid van bebouwing boven op de lussen, mag inklinken van het boorgat absoluut niet optreden, derhalve is nauwkeurige controle op de aanvulling van het boorgat gegarandeerd. Er worden dan ook geen extra risico's voorzien door de toepassing van de bodemlussen, ten opzichte van de realisatie van de parkeerkelder in relatie tot de werking van de secundaire kering.





Aspect	Voldoende informatie?	Verhoogd risico?	Toelichting
Ligging kabels en leidingen	!	Ja	Altijd een risico bij aanleg
Ondergronds beschikbare ruimte	✓	Nee	Er is voldoende ruimte voor inpassing van de benodigde bodemplussen, zie paragraaf 4.6

## 4.2 Uitgangspunten

Voor de conditionering van het binnenklimaat van Allure aan de Amstel te Uithoorn is een duurzaam installatieconcept ontworpen. Dit systeem voorziet in verwarming, ventilatie, koeling en warm tapwater.

Voor de verwarming van het gebouw wordt een warmtepomp ingezet, in combinatie met een verticale bodemwarmtewisselaar. Het bodemzijdige vermogen van de totale wisselaar bedraagt 119 kW voor verwarmen. Voor de koeling van het gebouw wordt passieve koeling vanuit de bodemwarmtewisselaar toegepast. Bij koeling wordt circa 119 kW bodemzijdig vermogen gevraagd. De bodemwarmtewisselaar wordt vanuit praktisch oogpunt opgeknipt in meerdere delen, zie paragraaf 4.3.

Het systeem wordt gedurende een deel van het jaar ingezet voor verwarming en een kleiner deel van het jaar voor koeling. De geleverde energie vanuit de bodem, ten behoeve van verwarming, is groter dan voor koeling. Bij maximale inzet van het systeem ontstaat een koudeoverschot in de bodem van circa 175 MWh per jaar (53%). Dit koudeoverschot resulteert in een daling van de bodemtemperatuur rond de bodemplussen. Door warmtetoestroming uit de omgeving wordt de bodemtemperatuur na een aantal jaren constant.

De energetische gegevens van het totale systeem staan in afbeelding 4.1. Bij BWW-systemen is de verdeling van verwarming en koeling over het jaar heen van belang. Onderscheid wordt gemaakt tussen een basislast en een pieklast.

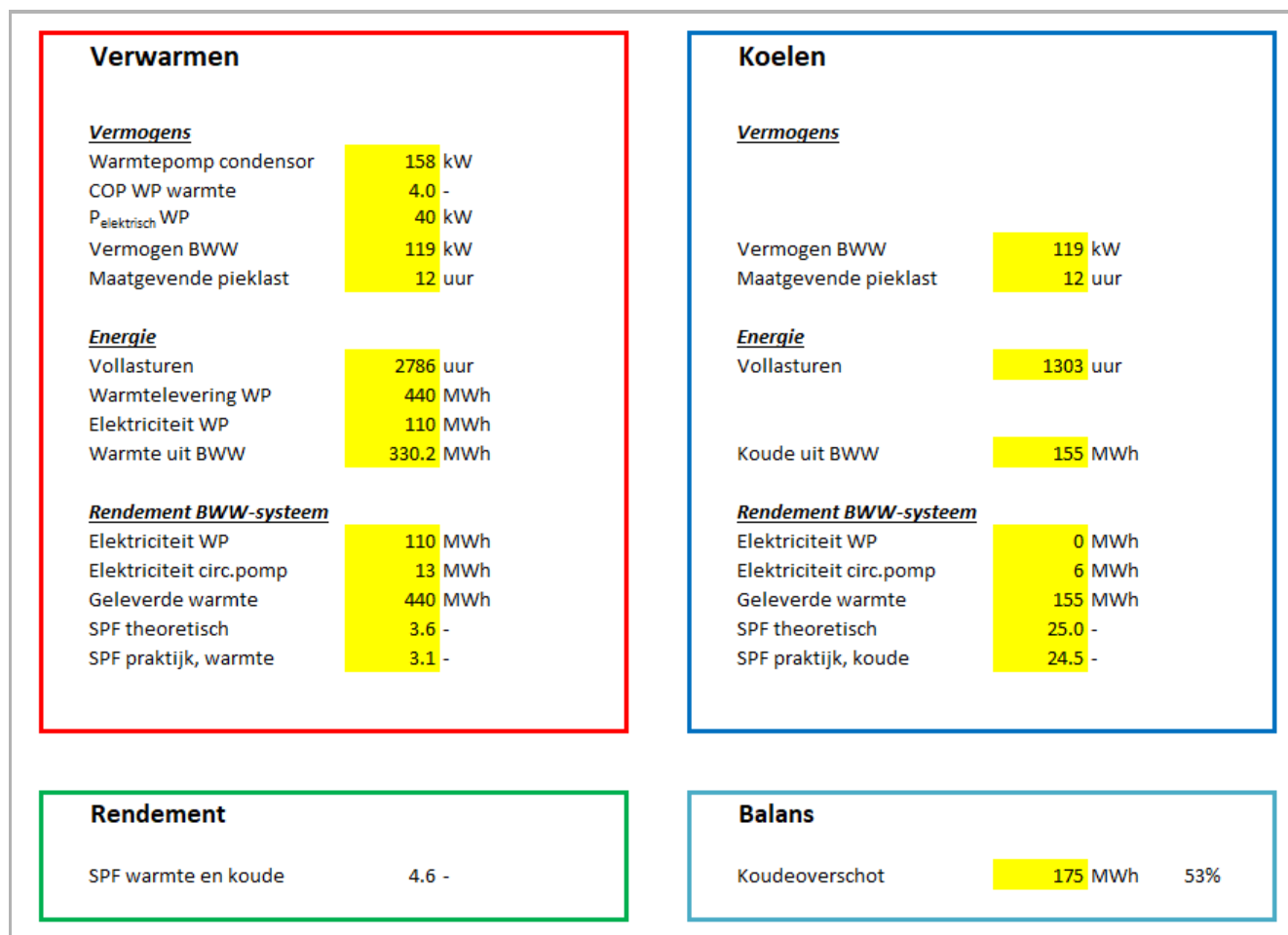
De basislast is bij dit systeem als volgt:

- warmtevraag verdeeld over de winterperiode, maandhoeveelheid circa 12% van de jaarlijkse vraag;
- koudevraag verdeeld over de zomerperiode, maandhoeveelheid circa 20% van de jaarlijkse vraag.

De maatgevende pieklast is als volgt:

- verwarmen 12 uur op maximaal vermogen;
- koelen 12 uur op maximaal vermogen.

Figuur 4.1: uitgangspunten totale bodemwarmtewisselaar



### 4.3 Ontwerp bodemwarmtewisselaar

In figuur 4.1 staan de uitgangspunten van het ontwerp van de totale bodemwarmtewisselaar. Omdat het hier gaat om een systeem met een netto koudeoverschot, is het ontwerp gericht op de laagste temperaturen in het systeem na 25 jaar. Het ontwerp is ondersteund met een ontwerpberekening in EED.

#### Ontwerp luslengte

In het ontwerp wordt uitgegaan van 25 lussen, met een lengte van 153 meter per lus. Omdat niet alle bodemlussen aan elkaar kunnen worden verbonden, is de bodemwarmtewisselaar opgedeeld in drie delen. Het vermogen en de energievraag zijn evenredig verdeeld. Deel één bestaat uit 8 lussen, deel twee uit 9 lussen en deel drie uit 8 lussen. Het ontwerp van de totale bodemwarmtewisselaar en de drie losse delen is opgenomen in tabel 4.2.

Tabel 4.2: ontwerp

Ontwerpparameter	BWW totaal	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Dimensie
Vermogen BWW	119	38	43	38	kW
Warmtevraag	330	105,7	118,9	105,7	MWh
Koudevraag	155	49,6	55,8	49,6	MWh

Ontwerpparameter	BWW totaal	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Dimensie
<b>Randvoorwaarde AMvB</b>					
Min, temperatuur Tin buis	-3	-3	-3	-3	°C
Max, temperatuur Tin buis	30	30	30	30	°C
<b>Randvoorwaarde ontwerp</b>					
Min, temperatuur Tin buis	-3	-3	-3	-3	°C
Min. temperatuur EED circulatievloeistof	-1,44	-1,44	-1,44	-1,44	°C
<b>Bodem</b>					
Warmtegeleiding	2,22	2,22	2,22	2,22	W/(mK)
Warmtecapaciteit	2,4	2,4	2,4	2,4	MJ/m <sup>3</sup> /K
Temperatuur aan maaiveld	9,8	9,8	9,8	9,8	°C
Geothermische warmteflux	0,07	0,07	0,07	0,07	W/m <sup>2</sup>
<b>Boorgat</b>					
Boorgat diameter	140	140	140	140	mm
Warmtegeleiding vulmateriaal	2,4	2,4	2,4	2,4	W/(mK)
<b>Wisselaar</b>					
Type	Enkele U-buis	Enkele U-buis	Enkele U-buis	Enkele U-buis	-
Lusdiameter (uitwendig)	40	40	40	40	mm
Luswanddikte	2,4	2,4	2,4	2,4	mm
Lusbeenafstand	75	75	75	75	mm
Warmtegeleiding luswand	0,42	0,42	0,42	0,42	W/(mK)
Debiet per boorgat	0,36	0,36	0,36	0,36	l/s
<b>Circulatievloeistof</b>					
Water met toevoeging	10	10	10	10	%
Vriespunt	-4	-4	-4	-4	°C
<b>BWW-veld</b>					
Aantal lussen	25	8	9	8	-
Configuratie*	5x5 rectangle	2x4 rectangle	3x3 rectangle	2x4 rectangle	-
Onderlinge afstand	10	10	10	10	m
Diepte lussen	154	154	154	154	m-mv
Totale luslengte	3.850	1232	1386	1232	m

**\*bij toepassing van de configuratie in EED is het niet altijd mogelijk om het juiste aantal bronnen te selecteren. Indien dit niet kan is een configuratie gekozen die hier dichtbij ligt en waarbij de lusdiepte is aangepast op de totaal benodigde luslengte.**

#### Achtergrondtemperatuur en bodemgesteldheid

Bij de ontwerpberekeningen is voor de temperatuur aan het maaiveld 9,8°C aangehouden en een geothermische gradiënt van 0,07 W/m<sup>2</sup>. In het (EED-)ontwerp zijn de gemiddelde waarden over het bodemprofiel tot de einddiepte van de lussen (154 m-mv) aangehouden. De warmtecapaciteit, CW is 2,40 MJ/m<sup>3</sup>K. Het gemiddelde warmtegeleidend vermogen ( $\lambda$ ) is 2,22 W/mK.

#### Uitgangspunt minimumtemperatuur

Voor het ontwerp is als systeemeis aangehouden een minimale vloeistoftemperatuur ( $T_{in}$ ) na 25 jaar die uit de warmtepomp komt, en dus de bodem ingaat, niet lager is dan -3°C. Dit is de drempelwaarde van de gekozen warmtepomp. Dit is gelijk aan het wettelijk vereiste minimum van -3°C. De maximale retourtemperatuur ( $T_{in}$ ) mag niet hoger zijn dan 30°C. De systeemtemperatuur wordt door EED berekend en moet worden geïnterpreteerd als het gemiddelde van aanvoer- en retourtemperatuur.

Bij de bepaling van de minimale vloeistoftemperatuur is tevens rekening gehouden met de berekende interferentie tussen de twee afzonderlijke delen van de bodemwarmtewisselaar. Immers het systeem is in zijn totaliteit ontworpen.

#### *Circulatiemedium en debiet per boorgat*

Er is gekozen om water met ene toevoeging (10%) als circulatievloeistof te gebruiken. De beoogde warmtepomp zal draaien met een vast ingesteld debiet. Daarnaast is de binnenkant van de bodemlussen geribbeld, waardoor de vloeistof in de bodemlus eerder in staat van turbulentie geraakt. Hierdoor ontstaat een betere warmteoverdracht. Een nadeel is wel dat er meer pompenergie benodigd is aangezien er meer wrijving met de luswand optreedt.

In de berekening is gerekend met een doorstroming van 0,36 l/s (1,3 m<sup>3</sup>/uur) per lus. Deze doorstroomdebieten zijn dusdanig gekozen dat de circulatievloeistof turbulent is tijdens piekbedrijf. Aangezien wordt gewerkt met een geribbelde buis, is de circulatievloeistof reeds eerder turbulent, maar dit aspect is niet meegenomen in het ontwerp. Het voordeel van een turbulent circulatiemedium is dat de warmteoverdracht beter is.

#### *Totaaldebiet, opvoerhoogteverlies en $\Delta T$ bij piekbelasting*

Voor de efficiëntie en het correct functioneren van het ontwerp is het ook van belang om te bepalen wat bij piekbelasting het opvoerhoogteverlies en het temperatuurverschil is tussen de aanvoer en afvoer. In tabel 4.3 staan deze weergegeven.

**Tabel 4.3: totaaldebiet, opvoerhoogteverlies en  $\Delta T$  bij piekbelasting**

Ontwerpparameter		Dimensie
Aantal lussen	25	-
Lusdiepte	154	m
Debiet per lus	1,3	m <sup>3</sup> /uur
Opvoerhoogteverlies	140	kPa
Temperatuurverschil, $\Delta T$ bij pieklast	3,12	°C

## **4.4 Resultaten EED-berekening**

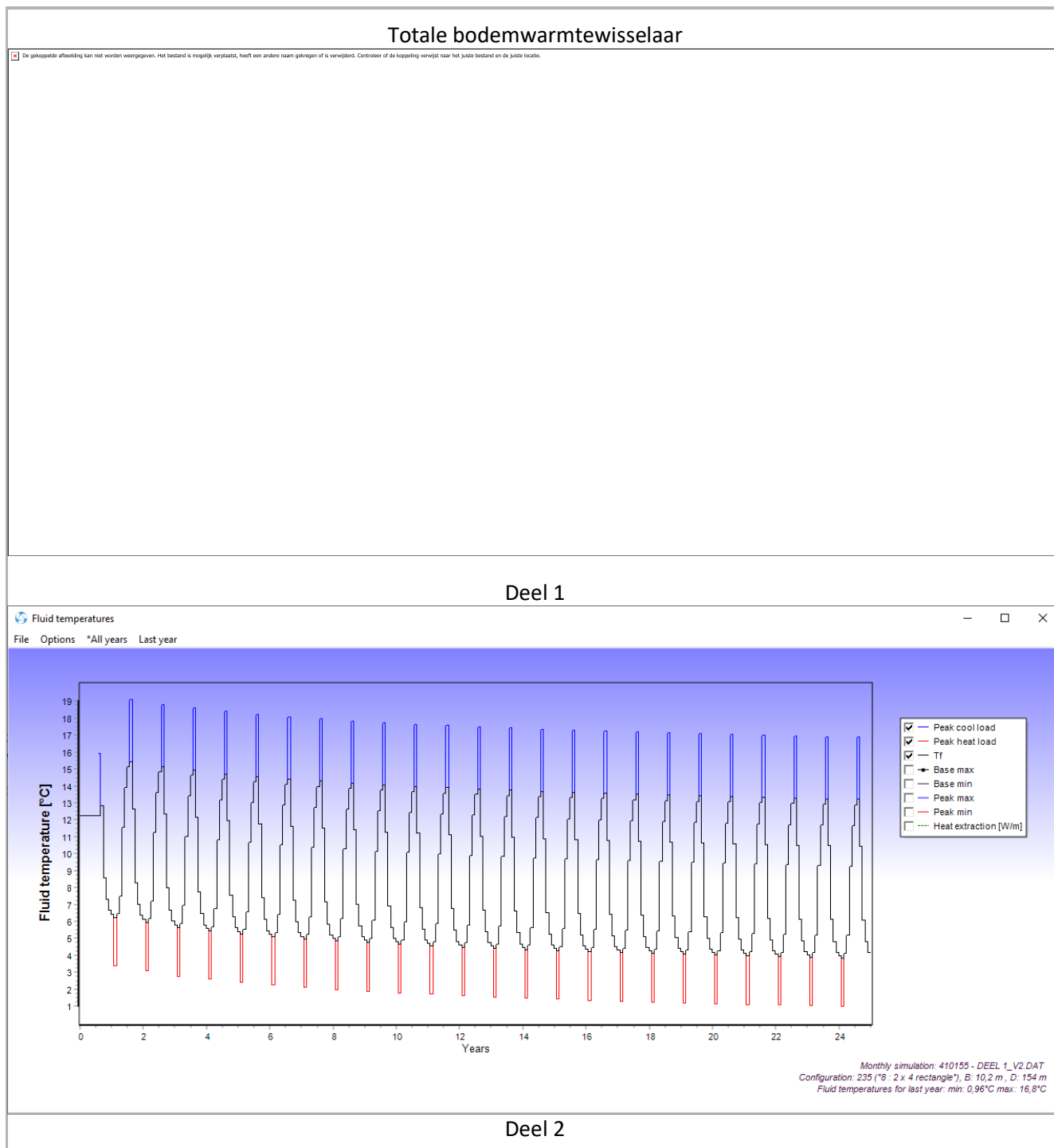
Hieronder staan de resultaten van de EED-berekeningen met de minimale gemiddelde vloeistoftemperatuur na 25 jaar, die nodig is om in de energievraag te kunnen voorzien. Zie figuur 4.2 voor het resultaat van de bodemwarmtewisselaar in zijn totaliteit en per deel.

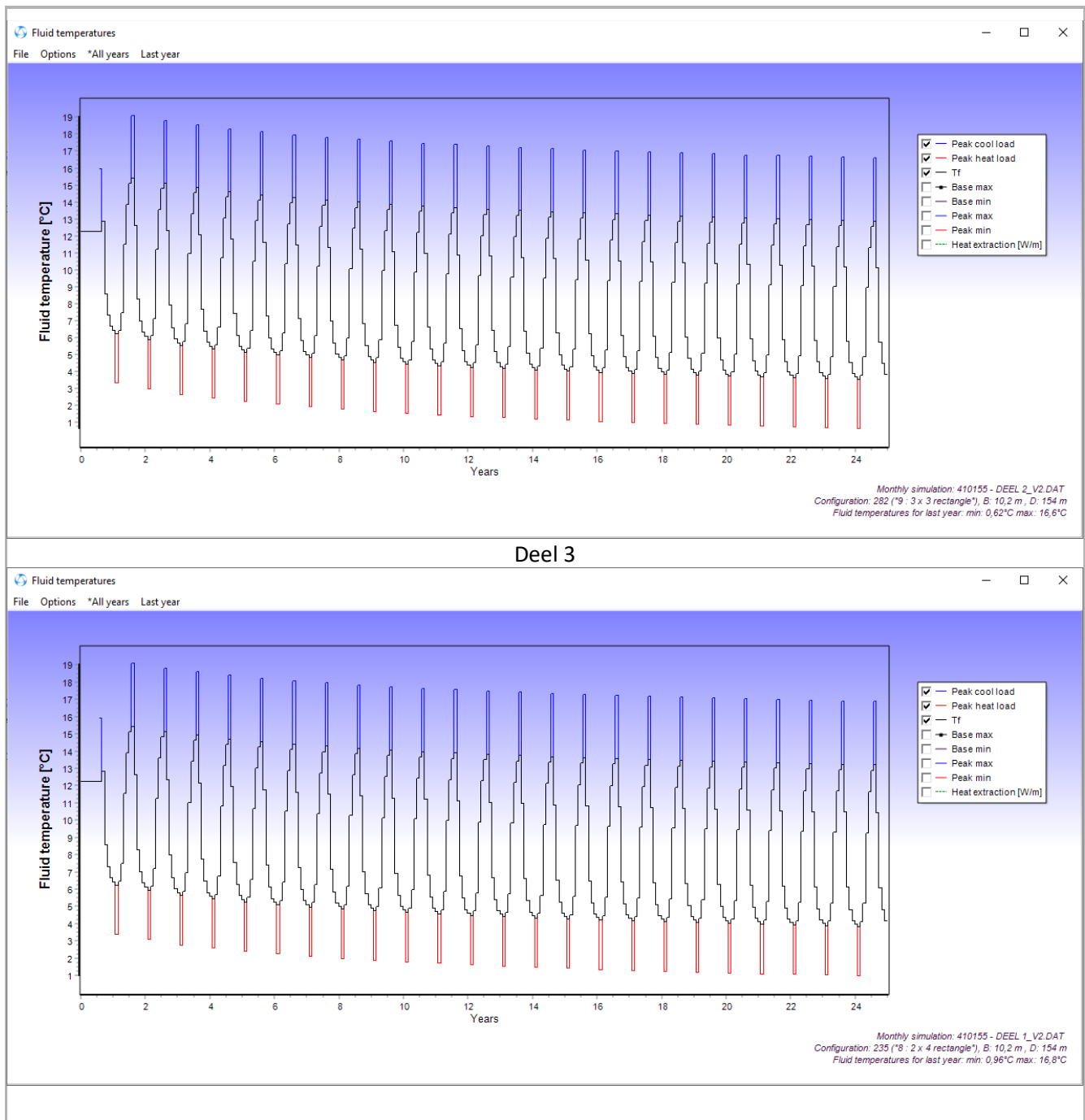
Zoals te zien blijkt dat alle berekeningen leiden tot een temperatuur boven de gestelde minimum temperatuur van de circulatievloeistof van -1,44°C. Hierdoor kan met zekerheid worden gesteld dat de uitgaande temperatuur van de warmtepomp bij pieklast boven -3°C zal blijven. Ook blijven alle berekende maximum temperaturen ruim onder het wettelijke maximum van 30°C. De systemen zijn dus robuust te noemen.

Duidelijk is ook dat de verschillende delen van de bodemwarmtewisselaar elkaar zullen beïnvloeden, waardoor de temperatuur van de afzonderlijke wisselaar een lagere temperatuur heeft, dan wanneer deze als een losse bodemwarmtewisselaar wordt beschouwd. Het opdelen van de wisselaar is enkel vanuit praktische overweging gedaan. Het is, als gevolg van beperkte ruimte in het horizontale vlak, niet mogelijk om alle benodigde bodemlussen met elkaar te verbinden tot één grote bodemwarmtewisselaar.



**Figuur 4.2: verloop van de temperatuur voor de gehele bodemwarmtewisselaar en onderverdeeld in twee losse delen**





#### 4.5 Interferentiebeoordeling

Bijlage 2 van de BUM BE deel 2 beschrijft een methode voor het toetsen van interferentie tussen kleine gesloten systemen met een bodemzijdig vermogen van minder dan 70 kW. Deze methode kunt u vinden op de pagina van het SIKB 'Richtlijnen en protocollen' (HUM BE deel 2, Bijlage 2).

De methode maakt gebruik van een rekentool, ITGBES (Interferentie Tool Gesloten BodemEnergieSystemen), om de cumulatieve temperatureffecten van dicht bij elkaar gelegen kleine gesloten bodemenergiesystemen te berekenen. Voor de onderbouwende rapportage zie: *ITGBES; InterferentieTool Gesloten Bodemenergie-Systemen, Groenholland Geo-energiesystemen, rapport GHNL 180760, 2019.*

Uitgangspunt van de methodiek is dat voldaan is aan het wettelijke voorschrift dat geen sprake mag zijn van ontoelaatbare negatieve invloed op het doelmatig functioneren van de beschouwde systemen als de temperatuurverlaging bij alle beschouwde kleine gesloten bodemenergiesystemen ten hoogste 1,5°C bedraagt ter plaatse van het middelpunt van de beoogde bodemwarmtewisselaar.

Omdat de drie delen van de bodemwarmtewisselaar uit losse meldingen zullen bestaan, moet er bepaald worden of deze systemen elkaar niet op ontoelaatbare wijze beïnvloeden. Omdat er in de directe omgeving (binnen een straal van 120 meter) geen overige bodemenergiesystemen aanwezig zijn, zie paragraaf 2.3, zijn alleen de drie delen van Allure aan de Amstel meegenomen in de beoordeling van interferentie.

Voor dit project is het niet mogelijk gebleken om de *ITGBES-tool* toe te passen. De ITGBES-tool is niet in staat om een bodemwarmtewisselaar bestaande uit meer dan zes bodemlussen, door te rekenen. Om toch een beeld te krijgen van de mogelijk te verwachten onderlinge interferentie is gekeken naar de EED-resultaten.

Uit de resultaten van de EED blijkt dat de systemen elkaar wel degelijk beïnvloeden, maar dat het doelmatig functioneren van de systemen niet in gevaar komt. Immers het ontwerp van de bodemwarmtewisselaar voor de gehele projectlocatie is gemaakt op basis van het totale systeem. Daarnaast wordt in de EED-berekening geen rekening gehouden met de natuurlijk achtergrondstroming van het grondwater. Als gevolg van de natuurlijke achtergrondstroming in de watervoerende pakketten, spoelt een groot deel van het jaarlijkse koudeoverschot van in totaal 175 MWh weg, waardoor naar verwachting de bodem niet zover zal afkoelen als door EED is berekend. Als gevolg van de berekende temperatuurverschillen tussen de losse delen van de bodemwarmtewisselaar en het totale systeem op het perceel, worden de systemen onderling niet ontoelaatbaar beïnvloed. De te verwachten beïnvloeding van de systemen onderling zijn opgenomen in tabel 4.4. Doordat beide delen de bodem ter plaatse van de bodemlussen ongeveer op gelijke wijze afkoelt, zal er geen onderlinge beïnvloeding van 1,5°C optreden in het middelpunt van de afzonderlijke bodemwarmtewisselaars.

**Tabel 4.4: resultaten EED-berekening van de minimum temperatuur over 25 jaar in totaal en van de afzonderlijke bodemwarmtewisselaars.**

BWW	Min gemiddelde circulatie temperatuur (°C)	Vershil afzonderlijk deel en het totale systeem (°C)
Totale systeem	-1,43	0
Deel 1	0,96	2,39
Deel 2	0,62	1,87
Deel 3	0,96	2,39

#### 4.6 Ruimtelijke inpassing bodemwarmtewisselaars

De vijfentwintig benodigde bodemlussen zijn volledig gesitueerd op eigen terrein en worden onder de voorziene parkeerkelder aangebracht. Zoals al in de paragrafen 2.5 en 3.3 is aangegeven, ligt de projectlocatie binnen een gebied met archeologische waarde en binnen een beschermingszone van een secundaire kering. Het realiseren van bodemlussen in vergelijking tot de totale impact van de gehele herontwikkeling van het terrein op deze twee beschermingszones, wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

De verwachting is immers dat mogelijke archeologische vondsten aan het licht zullen komen tijdens de graafwerkzaamheden ten behoeve van de parkeerkelder. Het boren van de boorgaten geschiedt op het niveau van de parkeerkelder.

Daarnaast komt de functie van de secundaire kering niet in gevaar, aangezien de geboorde boorgaten volledig zullen worden opgevuld met grout. Grout laat geen water door en kan worden beschouwd als vaste bodem, waardoor de eventuele druk vanuit de secundaire kering binnen het beschermingsgebied net zo goed wordt opgevangen, als wanneer er geen bodemlussen worden toegepast.

Enkel tijdens een kortstondige periode van realisatie kan er sprake zijn van een zeer beperkte verzwakking van de werking van de secundaire kering.

In bijlage 1 is de situatieschets met de ligging van de lussen opgenomen.

#### **4.7 Lozingsroute boorwater bij aanleg**

De best passende lozingsroute wordt bij de voorbereiding van de boorwerkzaamheden bepaald:

- lozing op het vuilwaterriool (algemeen toegestaan voor boorwater bij aanleg van bodemenergiesystemen);
- lozing op de bodem (uitvloeien over maaiveld, toegestaan volgens artikel 3.16 h. van het Activiteitenbesluit).

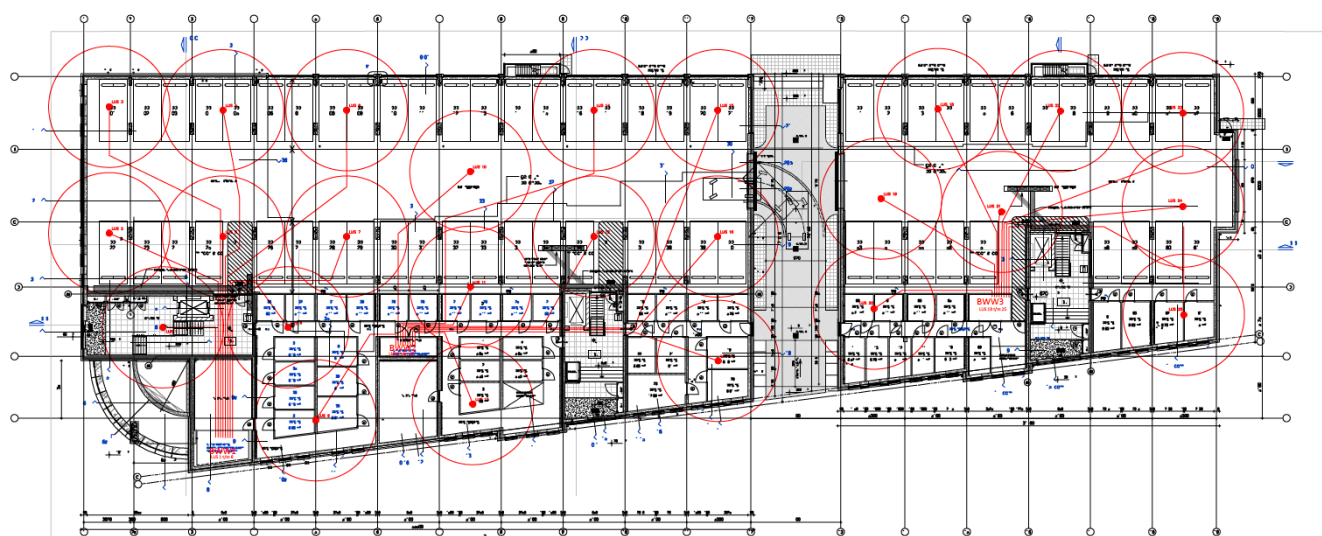
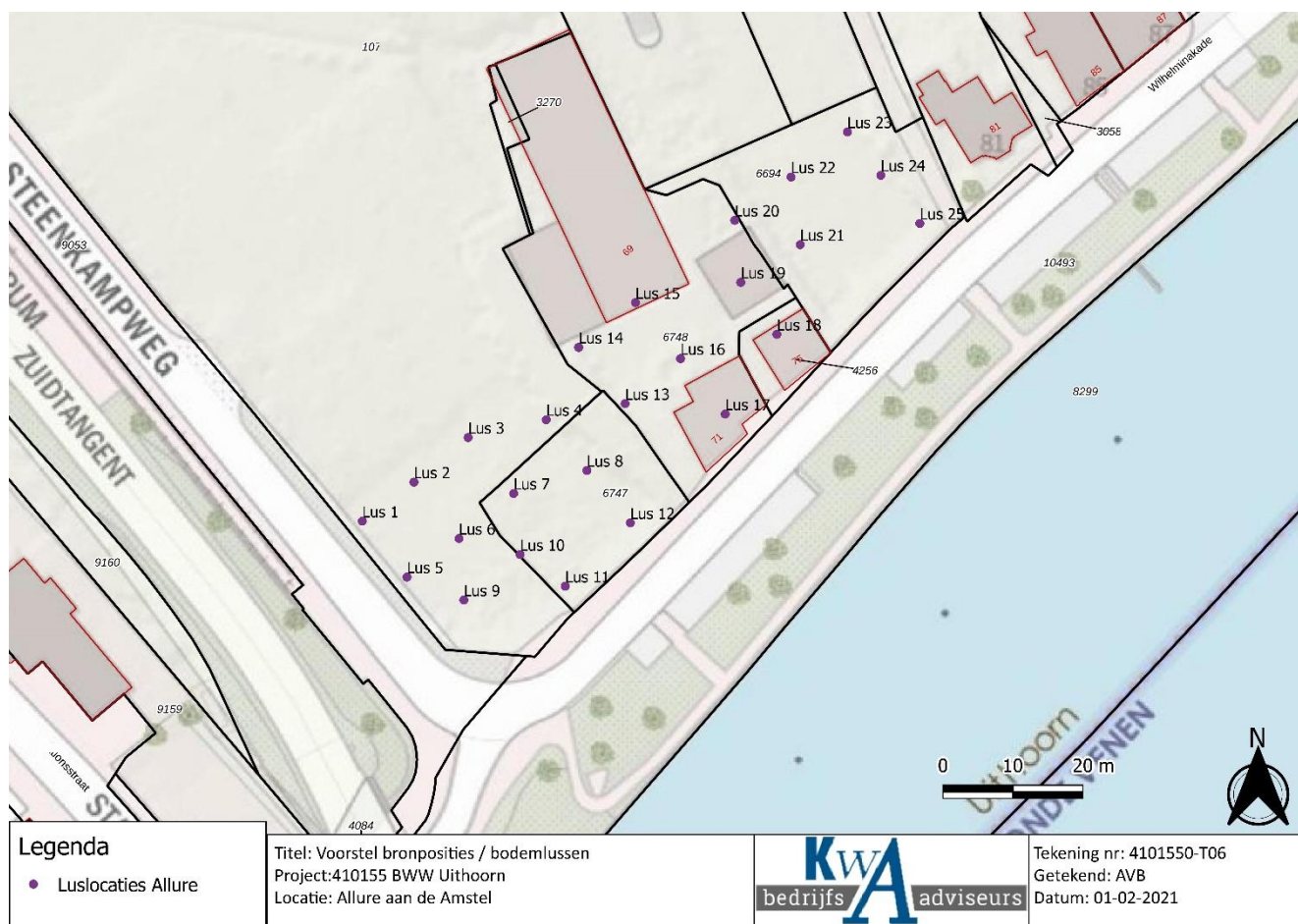
Een van deze lozingsroutes wordt gekozen.

## **5 Conclusies en aanbevelingen**

Op de locatie kan technisch een gesloten bodemenergiesysteem bestaande uit twee delen met een totaal beoogde bodemzijdige capaciteit van 119 kW worden geplaatst. Bij bepaling van de luslocaties is rekening gehouden met de perceelsgrens en de verschillende gebouw eenheden. Bij het ontwerp van de bodemlussen is rekening gehouden met de energievraag, de eisen vanuit de warmtepomp en mogelijke interferentie. Uit de interferentiebeoordeling is gebleken dat de drie delen van de bodemwarmtewisselaar elkaar niet op ontoelaatbare wijze beïnvloeden. Ook zijn er geen bestaande systemen binnen een straal van 120 meter bekend, waardoor onderlinge negatieve beïnvloeding zou kunnen plaatsvinden.

## **Bijlage 1:   Terreintekening met voorgestelde ligging bodemwarmtewisselaars**





Overzicht coördinaten lussen:

Label	X	Y
Lus 1	117314.5	472002.2
Lus 4	117340.8	472016.7
Lus 3	117329.6	472014.2
Lus 14	117345.4	472027.1
Lus 13	117352.1	472019.0
Lus 16	117360.0	472025.5
Lus 15	117353.5	472033.5
Lus 10	117337.0	471997.4
Lus 9	117329.0	471990.9
Lus 12	117352.8	472002.0
Lus 11	117343.5	471992.9
Lus 22	117375.8	472051.5
Lus 21	117377.1	472041.8
Lus 24	117388.6	472051.7
Lus 23	117383.9	472057.9
Lus 18	117373.8	472028.9
Lus 17	117366.4	472017.5
Lus 20	117367.7	472045.3
Lus 19	117368.6	472036.4
Lus 25	117394.2	472044.8
Lus 5	117320.9	471994.2
Lus 7	117336.1	472006.2
Lus 8	117346.6	472009.5
Lus 6	117328.3	471999.7
Lus 2	117321.9	472007.8

Uw specialist.  
Nu én overmorgen.



KWA Bedrijfsadviseurs B.V.  
Regentesselaan 2  
Postbus 1526  
3800 BM Amersfoort

t 033 422 13 00  
e [desk@kwa.nl](mailto:desk@kwa.nl)  
[www.kwa.nl](http://www.kwa.nl)

Rabobank Amersfoort  
NL86RABO0372977669  
KvK Gooi en Eemland 320 69286