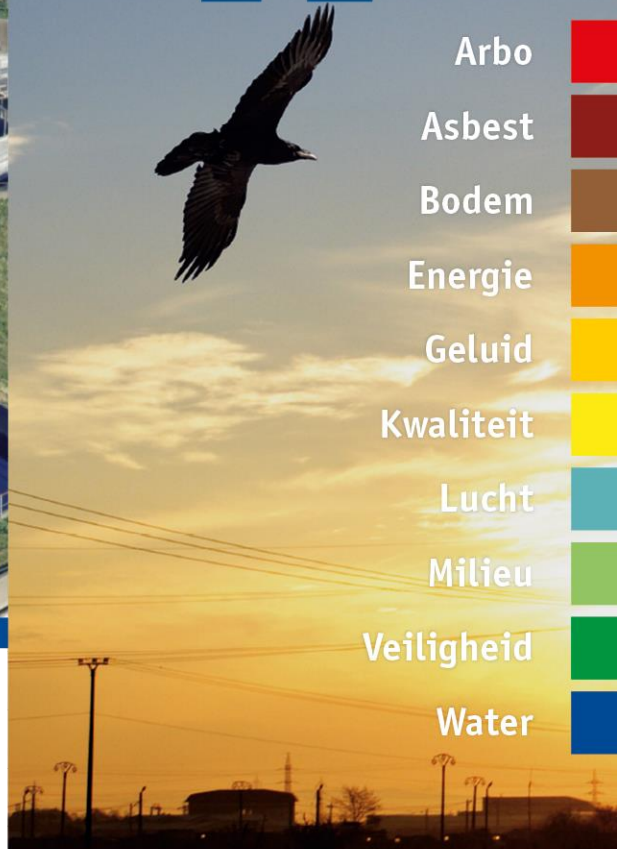


www.kwa.nl



## Haalbaarheidsstudie toepassing bodemenergie Zoetermeer 'Aardgasvrij Palenstein'

**KWA**  
bedrijfs **A** adviseurs



- Arbo
- Asbest
- Bodem
- Energie
- Geluid
- Kwaliteit
- Lucht
- Milieu
- Veiligheid
- Water

- Compliance
- Duurzaamheid
- Realisatie
- Procestechiek
- Interim-ondersteuning

Rapportnummer 3903130DR01  
Datum 25 april 2019

Relatienummer 12358

**ADVISEUR**

ing. W. Terpstra

**OPDRACHTGEVER**

Merosch BV  
Eendrachtsweg 3  
Bodegraven

**AUTEUR(S)**

ing. W. Terpstra, ir. A. ten Hove



BEWERKT  
GECONTROLEERD  
INITIALEN  
PARAAF

WT/ist  
24-04-2019  
AVB



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

t 033 422 13 10/70  
f 033 422 13 99  
e water@kwa.nl  
Rabobank Amersfoort  
NL86RABO0372977669  
KvK Gooi en Eemland 32069286

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	5
<b>2</b>	<b>Geohydrologische situatie</b> .....	6
2.1	Bodemopbouw .....	6
2.2	Grondwaterstroming en stijghoogtes .....	8
2.3	Grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen .....	9
2.4	Grondwaterkwaliteit .....	10
2.5	Bodem- en/of grondwaterverontreinigingen .....	12
2.6	Archeologie, cultuurhistorie en gevoelige bebouwing .....	13
2.7	Oppervlaktewater .....	14
<b>3</b>	<b>Beleid en wettelijk kader</b> .....	15
3.1	Wettelijk kader .....	15
3.2	Provinciaal beleid .....	16
3.3	Beleid aquathermie .....	17
3.4	Beschermingsgebieden .....	17
3.5	Wettelijk kader lozing spuiwater .....	17
<b>4</b>	<b>Globaal geohydrologisch bronontwerp</b> .....	18
4.1	Uitgangspunten .....	18
4.2	Schetsontwerp bronnen .....	20
4.3	Schetsontwerp positionering van de bronnen en leidingwerk .....	22
4.4	Lozingsmogelijkheden spuiwater .....	24
4.5	Analyse risico's en aandachtspunten .....	24
<b>5</b>	<b>Potentie energie uit oppervlaktewater</b> .....	26
5.1	Benutting oppervlaktewater in installatieconcept .....	26
<b>6</b>	<b>Kostenindicatie</b> .....	28
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b> .....	29
7.1	Conclusie haalbaarheid bodemenergiesysteem en benutting oppervlaktewater .....	29
<b>BIJLAGEN</b>		
<b>1</b>	<b>Voorstel positionering bronnen</b>	
<b>2</b>	<b>Voorstel ligging leidingwerk</b>	
<b>3</b>	<b>Potentiebepaling benutting oppervlaktewater</b>	

# 1 Inleiding

Merosch heeft KWA Bedrijfsadviseurs B.V. opdracht verstrekt tot het uitvoeren van een haalbaarheidsstudie in combinatie met een schetsmatig ontwerp voor toepassing van een collectief bodemenergiesysteem op basis van open systemen in de wijk Palenstein in Zoetermeer (project Aardgasvrij Palenstein, 1688). Het gaat om het aardgasvrij maken van ongeveer 1.000 woningen. De advisering van KWA Bedrijfsadviseurs B.V. (verder KWA) richt zich op het ondergronds deel van het bodemenergiesysteem.

*Project:* Aardgasvrij Palenstein, Zoetermeer (zie figuur 1.1)  
*Globale omvang:* totale warmtevraag 4650 MWh, totaal brondebiet 650 m<sup>3</sup>/uur

## *Doelstelling haalbaarheidsstudie*

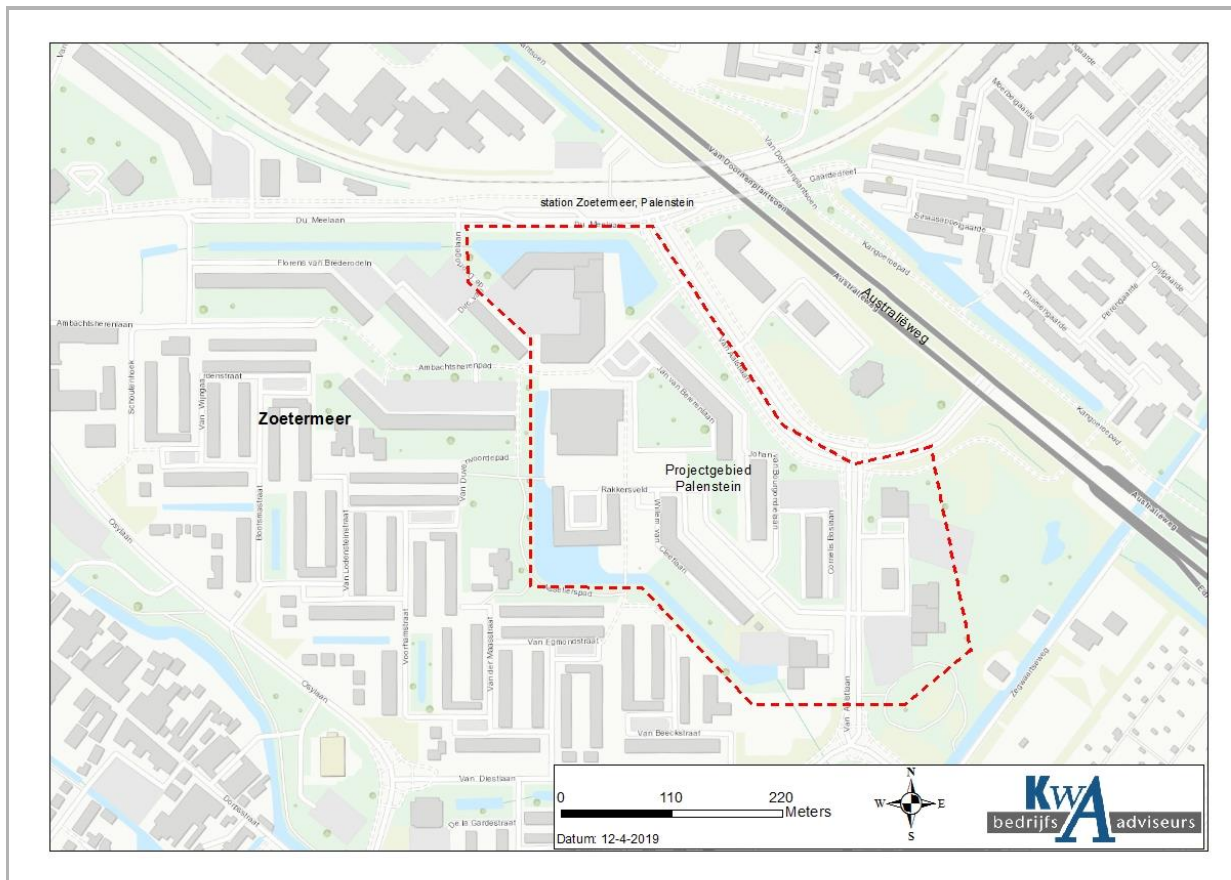
- Beoordelen haalbaarheid bodemenergie ten aanzien van ondergrondse aspecten (hoofdstuk 2).
- Vroegtijdig onderkennen van eventuele knelpunten voor vergunningverlening (hoofdstuk 3).
- Opstellen schetsmatig bronontwerp (hoofdstuk 4).
- Potentie energie uit oppervlaktewater (hoofdstuk 5).

## *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 2.0 oktober 2014).

Figuur 1.1 toont de ligging van de wijk Palenstein in Zoetermeer.

**Figuur 1.1: situering plangebied wijk Palenstein**



## 2 Geohydrologische situatie

### 2.1 Bodemopbouw

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

- Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem REGIS-II.
- Boorbeschrijvingen uit het DINOLOket.

De geohydrologische schematisatie is opgenomen in tabel 2.1.

Aanvullende opmerkingen:

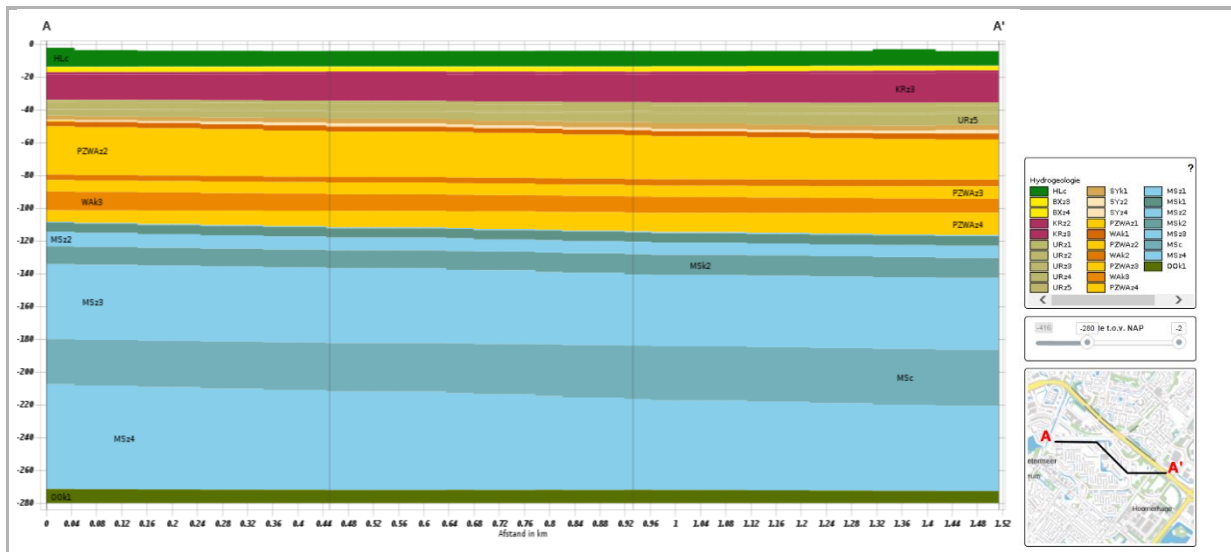
- Op basis van de boorbeschrijvingen uit de omgeving kan worden opgemaakt dat de bodem sterk heterogeen is opgebouwd en grotendeels bestaat uit kleilagen afgewisseld met fijn tot matig grove zandlagen met een siltige bijmenging. Dit geldt met name voor het tweede en derde watervoerend pakket.
- Op basis van de boorbeschrijvingen uit de omgeving (o.a. boring B30H0367) lijkt de doorlatendheid van het bodemmateriaal in het derde watervoerend pakket mogelijk grover (beter doorlatend) dan op basis van REGIS-II wordt verwacht. Om meer inzicht te krijgen in de geschiktheid van de zandlagen en de lokale aanwezigheid van scheidende lagen, wordt aangeraden om een of meer proefboringen uit te laten voeren.

Tabel 2.1: geohydrologische schematisatie

Diepte (m-mv)*			Lithologie	Geohydrologische situatie	k (m/d)	kD (m <sup>2</sup> /d)	c (d)
0	-	10	Klei, veen en zand (Holocene afzettingen)	Deklaag			500 – 1.000
10	-	43	Fijn tot grof zand (Formatie van Boxtel, Kreftenheye en Urk)	WVP 1	35 – 50	1.300	
43	-	50	Klei, zandige klei en kleiig zand (Formaties van Stramproy en Waalre)	Scheidende laag			400 - 500
50	-	77	Fijn tot uiterst grof zand (Formatie van Peize en Waalre)	WVP 2	20	550	
77	-	81	Klei, zandige klei of kleiig zand (Formatie van Waalre)	Scheidende laag			250 – 300
81	-	88	Fijn tot matig grof zand (Formatie van Peize en Waalre)	WVP 2	10	70	
88	-	98	Klei, zandige klei of kleiig zand (Formatie van Waalre)	Scheidende laag			3.200
98	-	110	Fijn tot matig grof zand (Formatie van Peize en Waalre)	WVP 2	10 – 15	150	
110	-	115	Zandhoudende klei (Formatie van Maassluis)	Scheidende laag			1.600
115	-	123	Uiterst fijn tot matig grof zand, schelphoudend (Formatie van Maassluis)	WVP 3	5 – 10	50	
123	-	134	Zandhoudende klei (Formatie van Maassluis)	Scheidende laag			3.800
134	-	180	Uiterst fijn tot matig grof zand, schelphoudend (Formatie van Maassluis)	WVP 3	5 – 10	400	
180	-	210	Complexe Formatie van Maassluis	WVP 3	5 – 10	150	2.700
210	-	268	Uiterst fijn tot matig grof zand, schelphoudend (Formatie van Maassluis)	WVP 3	5 – 10	380	
> 268			Klei en fijn zand (Formatie van Oosterhout)	Hydrologische basis			> 10.000

\* maaiveld = circa NAP -4,0 meter

Figuur 2.1: dwarsdoorsnede uit REGIS-II



### Grondwatertemperatuur

In Zoetermeer wordt de grondwatertemperatuur aan maaiveld op ongeveer 10°C geschat. De temperatuur loopt in de diepte op. Ter hoogte van de bovenzijde van het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket wordt geschat dat de bodemtemperatuur rond de 11 à 12°C ligt.

## 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. Er zijn helaas geen peilbuizen in de omgeving met recente metingen van de stijghoogte in de diepere watervoerende pakketten.

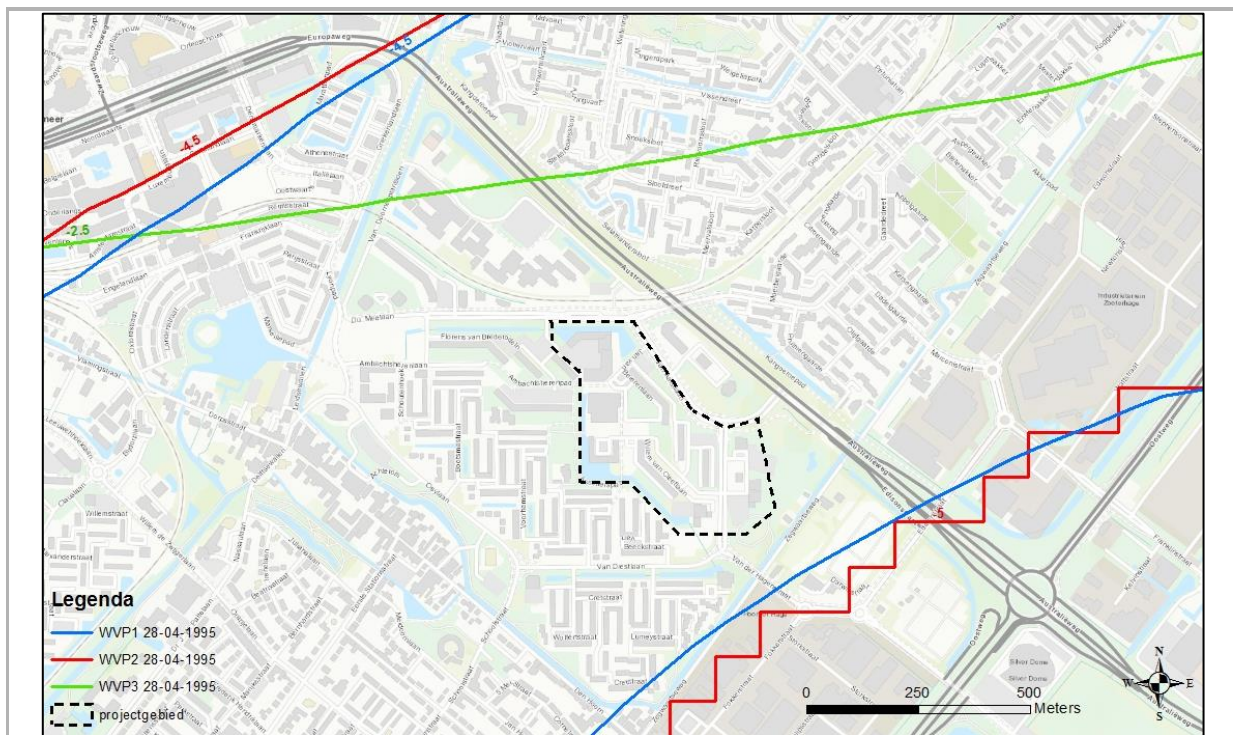
De locatie ligt in een peilgestuurd gebied. De freatische grondwaterstand wordt daarmee sterk bepaald door het waterpeil in het oppervlaktewater. De nabijgelegen freatische peilbuizen liggen in een ander peilgebied dan de locatie, zodat de in tabel 2.2 vermelde freatische grondwaterstand slechts een indicatie betreft.

Op de projectlocatie wordt vanuit het diepe derde watervoerend pakket mogelijk artesisch water verwacht, aangezien de stijghoogte in de watervoerende pakketten hoger is dan de maaiveldhoogte. Dit kan helaas niet met peilbuismetingen worden bevestigd. Voor de overige pakketten is de stijghoogte naar verwachting lager dan de maaiveldhoogte. Wel is er sprake van een kwelsituatie.

Tabel 2.2: grondwaterstanden en –grondwaterverplaatsing op de projectlocatie

	Stijghoogte (m+NAP)	Verhang (m/km)	Grondwaterverplaatsing (m/jaar)	Richting
Freatische grondwaterstand (peilniveau oppervlaktewater)	-4 à -5 (-5,92)	-	-	-
Watervoerend pakket 1	-4,8	0,7	30 à 40	Zuidoost
Watervoerend pakket 2	-4,8	0,7	10 à 15	Zuidoost
Watervoerend pakket 3	-2,7	0,7	5 à 10	Zuidoost

Figuur 2.2: isohypsenpatroon volgens REGIS-I



### 2.3 Grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen

De gegevens van grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen (open en gesloten) binnen een straal van twee kilometer zijn geïnventariseerd op basis van:

- Bodematlas provincie Zuid-Holland
- WKO-tool
- Omgevingsdienst Haaglanden

Er zijn diverse open en gesloten systemen aanwezig binnen een straal van twee kilometer (zie figuur 2.3). Binnen één kilometer zijn één open en twee gesloten systemen aanwezig (zie respectievelijk tabel 2.3 en 2.4). Daarnaast bestaat het voornemen om een groot gesloten systeem aan te leggen centraal in het plangebied, namelijk het Stadskwartier aan de Jan van Beierenlaan. Voor zover bekend zijn er geen overige onttrekkingen of andere grondwatergebruikers in de omgeving aanwezig.

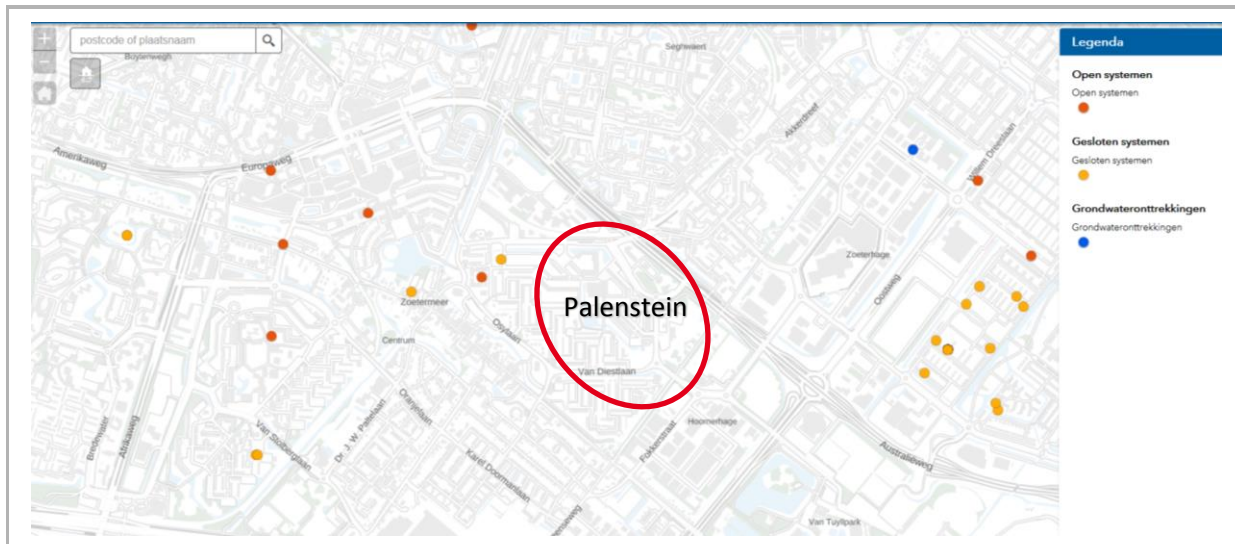
Tabel 2.3: overzicht grondwateronttrekkingen en open bodemenergiesystemen nabij de locatie

Vergunninghouder	Afstand, richting	Doel	Vergunde hoeveelheid	Filterdiepte
Wooncomplex Schoutenhoek	430 m, W	KWO	200 m <sup>3</sup> /uur, 608.000 m <sup>3</sup> /jaar	WVP2/3

Tabel 2.4: overzicht gesloten systemen in de omgeving

Project	Warmte MWh/j	Koude MWh/j	aantal lussen	diepte (m-mv)	omschrijving locatie
Ambachtsheerenlaan, Beatrijslaan en Florens van Brederodelaan	6 (per lus)	4 (per lus)	25	138	Gestapelde woningen (340 meter ten westen van de locatie)
Dorpsstraat/Nicolaasplein	38	11	1	-	Utiliteit (860 meter ten westen van locatie)

Figuur 2.3: bekende bodemenergiesystemen en grondwateronttrekkers (bron: WKOtool)



## 2.4 Grondwaterkwaliteit

De grondwaterkwaliteit is bepaald met behulp van:

- waterkwaliteitsgegevens uit DINOloket
- kaart van het brak/zout grensvlak uit REGIS-I
- informatie in de bodematlas van provincie Zuid-Holland

Tabel 2.5: samenstelling grondwater op basis van gegevens uit het DINOLoket

Peilbuis	Onderkant Filter (m-mv)	Chloride (mg/l)*	IJzer (mg/l)	Mangaan (mg/l)	Nitraat (mg/l)
B30H0183	3,5	86,64	1,37	1,63	0,22
B30H0183	6,5	98,15	19,1	1,17	0,22
B30H0183	15,0	39,5	32,49	1,25	0,49
B30H0081	18,9	40	21,4	0,86	
B30H0183	24,0	236,04	24,75	1,4	0,35
B30H0101	26,5	211	24	0,81	
B30H0112	28,0	168	18	0,79	
B30H0014	32,0	149,9	15,4	1,73	
B30H0125	32,5	95	20	0,93	0
B30H0101	40,0	417	9,4	0,19	
B30H0125	53,0	438	7,8	0,16	0
B30H0112	56,0	1320	10	0,45	
B30H0125	91,5	2020	19,2	0,35	0

\* blauw = zoet, oranje = brak, rood = zout

#### Chlorideconcentratie

De overgang van brak (chlorideconcentratie tussen 150 en 1.000 mg/l) naar zout (chlorideconcentratie > 1.000 mg/l) grondwater wordt volgens REGIS-I op een diepte van NAP -52 meter aangetroffen. In de bodematlas van de provincie Zuid-Holland wordt aangegeven dat de overgang van zoet naar brak grondwater zich in het eerste watervoerend pakket bevindt. Op basis van de kwaliteitsgegevens zoals opgenomen in tabel 2.5 wordt dit beeld bevestigd. Zo is te zien dat vanaf circa 24 m-mv al brak water aanwezig is. Vanaf een diepte van circa 56 m-mv, ter hoogte van de bovenzijde van het tweede watervoerend pakket, wordt zout water aangetroffen. Het tweede watervoerend pakket is daarmee volledig zout.

#### Redox

Op basis van de gegevens in tabel 2.5 bevindt de redoxgrens (overgang tussen zuurstofhoudend/nitraathoudend grondwater naar ijzerhoudend grondwater) zich vermoedelijk op een diepte van enkele meters, in de deklaag. Bij het ondiepste filter van 3,5 meter diepte is een zeer lage ijzerconcentratie gemeten, in alle andere (diepere) filters is deze concentratie duidelijk hoger. Dit beeld wordt bevestigd door de kleurbeschrijving (overgang van geel/bruin naar grijs) van boringen uit de omgeving. Aan de hand van de nitraatconcentratie is de redoxovergang niet heel duidelijk vast te stellen.

#### Gashoudendheid

Vanwege de aanwezigheid van veenlagen in de ondergrond moet met name in het eerste watervoerend pakket rekening worden gehouden met verhoogde gasgehaltenes. Voor de diepere bodemlagen wordt geadviseerd de ervaringen van nabijgelegen systemen na te gaan.

#### Grondwatertemperatuur

In Zoetermeer wordt de grondwatertemperatuur aan maaiveld op ongeveer 10°C geschat. De temperatuur loopt in de diepte op, rond 100 m-mv wordt geschat dat de bodemtemperatuur rond de 12 °C ligt.

## 2.5 Bodem- en/of grondwaterverontreinigingen

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

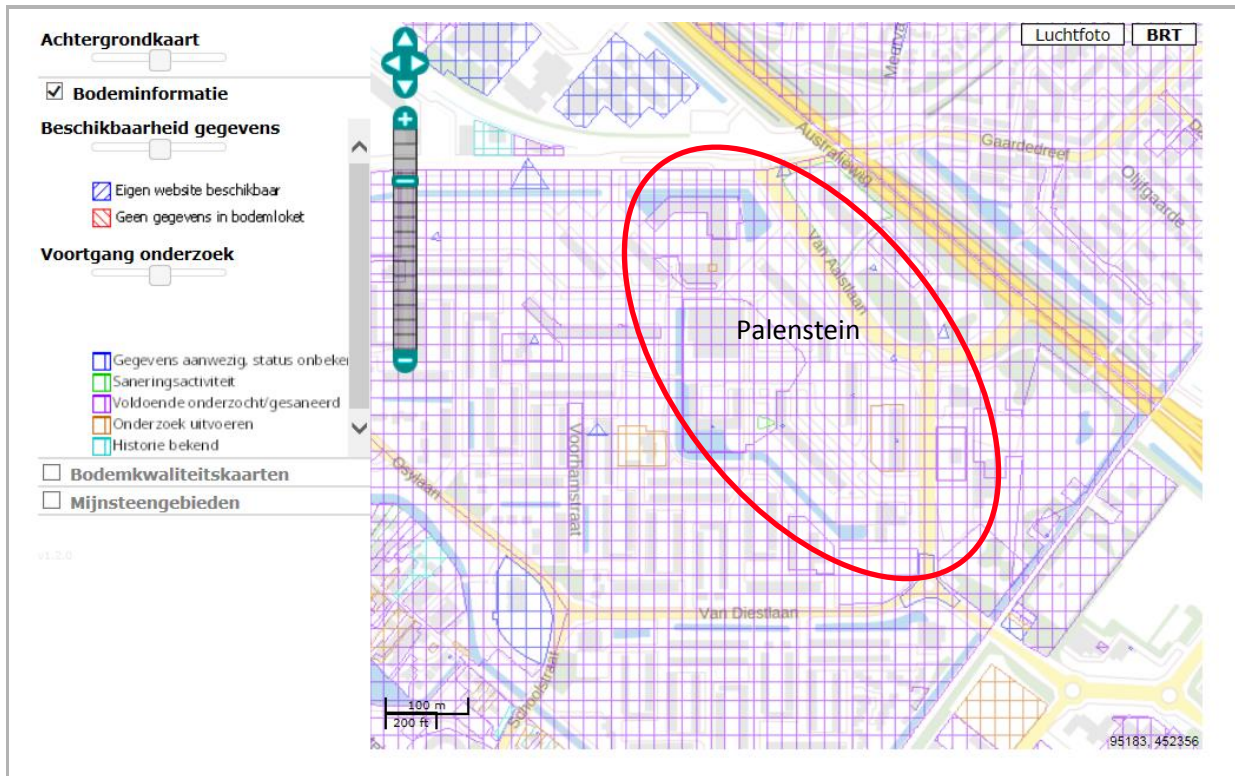
- Informatie uit het Bodemloket ([www.bodemloket.nl](http://www.bodemloket.nl))
- Informatie uit de Bodematlas van provincie Zuid-Holland

Op basis van de informatie beschikbaar in het Bodemloket blijkt dat het grootste gedeelte van de wijk Palenstein voldoende is onderzocht. Binnen het plangebied en in de directe omgeving daarvan zijn een viertal locaties waar een nader onderzoek noodzakelijk is of een kleine verontreiniging en/of saneringsactiviteit bekend is. Daarnaast is op een afstand van circa 900 meter ten westen van de locatie een mobiele grondwaterverontreiniging (restverontreiniging) bekend. Op de projectlocatie zelf is geen bodemverontreiniging bekend.

Tabel 2.6: mogelijk verontreinigde locaties (bron: Bodemloket)

Locatie	ID	Aard verontreinigende activiteiten	Afstand tot locatie	Status
Croesinckplein 6	ZH063709077	Niet bekend	In plangebied	Uitvoeren nader onderzoek
Cornelis Boslaan t.h.v. 1436-1668	ZH063709135	HBO-tank (ondergronds)	In plangebied	Uitvoeren nader onderzoek
W. van Cleeflaan	ZH063709024	Niet bekend	In plangebied	Starten sanering
Van Duvenvoordepad	-	Niet bekend	100 meter, W	Uitvoeren aanvullend oriënterend onderzoek
Voormalige gasfabriek Delftsewallen	ZH063700032	Voormalige petroleumgasfabriek (minerale olie, aromaten, PAK, cyanide), verontreinigde ophooglagen	900 meter, W	Gesaneerd, monitoring restverontreiniging, humaan risico

Figuur 2.4: situering bodemonderzoekslocaties (bron: Bodemloket)



## 2.6 Archeologie, cultuurhistorie en gevoelige bebouwing

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)
- Provinciale archeologische kaarten
- Funderingsviewer van het KCAF (<https://www.kcaf.nl/funderingsviewer/>)
- Kaart met rijksmonumenten ([www.rijksmonumenten.nl](http://www.rijksmonumenten.nl))

De trefkans met betrekking tot het aantreffen van archeologische resten op de locatie (IKAW) is *redelijke tot hoog*.

In de directe nabijheid zijn *geen archeologische terreinen* bekend (AMK).

Er zijn in de omgeving van de locatie tevens geen (rijks)monumenten bekend. De dichtstbijzijnde monumenten bevinden zich op een afstand van circa 800 meter westelijk van het plangebied, langs de Dorpsstraat in het oude centrum van Zoetermeer.

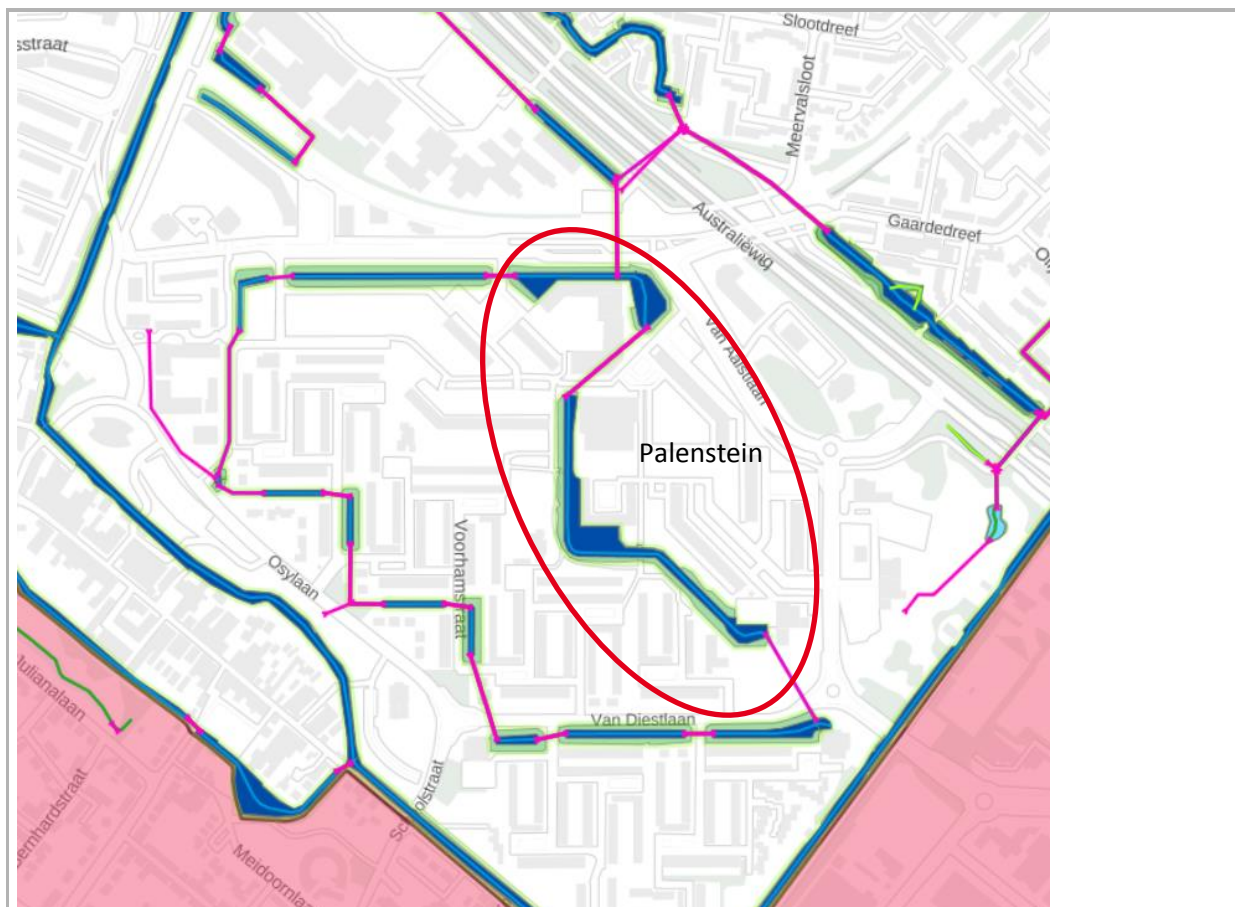
Houten palen zijn gevoelig voor grondwaterstandveranderingen. Met name bij verlagingen van de grondwaterstand bestaat de kans op paalrot. In de periode vóór 1970 werden veelvuldig houten funderingspalen toegepast. Binnen het plangebied is de meeste bebouwing van na 1970. Het flatgebouw aan de Willem van Cleeflaan is echter van voor die periode. Tevens zijn ten westen en zuidoosten van het plangebied gebieden aanwezig waar 100% van de bebouwing dateert van vóór 1970. De kans is dus aanwezig dat er in en nabij het plangebied houten palenfunderingen aanwezig zijn.

## 2.7 Oppervlaktewater

Het aanwezige oppervlaktewater in de wijk valt onder het bevoegd gezag Hoogheemraadschap van Rijnland. Het oppervlaktewater is opgenomen in hun legger en valt onder de categorie primaire watergangen. Een uitsnede van de leggerkaart is opgenomen in figuur 2.7. Het oppervlaktewater in het plangebied staat via duikers in open verbinding met omliggend oppervlaktewater, waarbij het meeste water in de wijk Palenstein aan de noordzijde via een duiker onder de Du Meelaan het gebied verlaat. De doorstroomsnelheid is onbekend, maar is naar verwachting beperkt. Tevens komen er veel lange duikers voor in het oppervlaktewatersysteem, wat ook niet ten goede komt aan de doorstroming.

Het oppervlaktewater waar het plangebied direct aan grenst is gemiddeld circa 10 meter breed en circa 640 meter lang. Het oppervlak van dit water is circa 6.400 m<sup>2</sup>. De diepte van dit oppervlaktewater is circa 1,0 meter. Dit betekent dat er een watervolume beschikbaar is van circa 6.400 m<sup>3</sup>. Vanwege de aanwezigheid van de vele duikers, en de daarmee beperkte doorstroombaarheid van het systeem, is aangehouden dat de overige watergangen (ten westen van het plangebied) niet bijdragen aan de levering van energie en zijn daarom niet meegenomen in de berekening van de potentie (zie hoofdstuk 5).

**Figuur 2.5: uitsnede van de leggerkaart afkomstig van het Hoogheemraadschap van Rijnland (omcirkeld de watergangen die direct aan het plangebied grenzen)**



## 3 Beleid en wettelijk kader

### 3.1 Wettelijk kader

Bij de realisatie van een bodemenergiesysteem moet voldaan worden aan de wettelijke eisen met betrekking tot zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het gebruik van de bodem, het grondwater 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
Waterwet	Onttrekken en retourneren grondwater KWO-systeem	Omgevingsdienst Haaglanden namens Provincie Zuid-Holland	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
Besluit MER	m.e.r.-beoordelingsplicht voor bodemenergiesystemen	Omgevingsdienst Haaglanden namens provincie Zuid-Holland	De opdrachtgever (initiatiefnemer) heeft de verantwoordelijkheid een gecertificeerde partij BRL 11000 opdracht te verstrekken voor het opstellen van een aanmeldingsnotie m.e.r.-beoordeling
Wet bodembescherming	- Zorgplicht goed bodemgebruik - In geval van bodemverontreiniging specifieke eisen - Werken met erkende partijen SIKB-BRL2100, SIKB-BRL11000 en KBI-BRL 6000-21	Omgevingsdienst Haaglanden namens provincie Zuid-Holland  Bodem+	De nader te selecteren bronboorder moet gecertificeerd zijn
Activiteitenbesluit	Lozing van het <u>boorspoel</u> water op de bodem en in een vuilwaterriool is toegestaan binnen de zorgplicht.	Gemeente Zoetermeer	De nader te selecteren bronboorder moet werken binnen de zorgplicht
Waterwet of Activiteitenbesluit (Wet milieubeheer)	Lozing van het <u>spoel- en ontwikkel</u> water op oppervlaktewater of riool	Hoogheemraadschap van Rijnland (lozing op oppervlaktewater) of gemeente Zoetermeer (lozing op het riool)	De opdrachtgever (initiatiefnemer) heeft de verantwoordelijkheid het lozen van het vrijkomende spoel- en ontwikkelwater te (laten) regelen
Waterwet	Benutting oppervlaktewater voor het aanvullend warmte laden	Hoogheemraadschap van Rijnland	De opdrachtgever (initiatiefnemer) dient toestemming te verkrijgen van het hoogheemraadschap/waterschap

Wet	Aspect	Bevoegd gezag	Verantwoordelijkheid
Activiteitenbesluit	Benutten oppervlaktewater voor het aanvullend koude laden	Hoogheemraadschap van Rijnland / gemeente Zoetermeer	Indien gewenst dient de opdrachtgever (initiatiefnemer) toestemming te verkrijgen van het hoogheemraadschap/waterschap/ gemeente
Keur Waterschap	Aanbrengen permanente lozingsvoorziening in oppervlaktewater of werken in de beschermingszone van een hoofdwatgang	Hoogheemraadschap/ van Rijnland	Bij gebruikmaking van nabijgelegen oppervlaktewater voor het lozen van spuiwater, dient de opdrachtgever (initiatiefnemer) toestemming te verkrijgen van het hoogheemraadschap/waterschap
Keur Waterschap	Bij aanleg binnen een beschermingszone	Hoogheemraadschap van Rijnland	Bij het aanleggen van leidingwerk of plaatsen van boringen in de beschermingszone, dient de opdrachtgever (initiatiefnemer) toestemming te verkrijgen van het hoogheemraadschap/waterschap
Regeling/besluit wegopbrekingen of vergelijkbare regelingen	Plaatsen en onderhouden van bronnen in openbaar terrein	Gemeente Zoetermeer	Bij plaatsing van bronnen/leidingwerk in de openbare ruimte, dient de opdrachtgever (initiatiefnemer) vooraf toestemming te verkrijgen van de gemeente
WIBON	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	De nader te selecteren bronboorder, die gecertificeerd moet zijn conform de BRL 11000, is verantwoordelijk om een klic-melding te doen. Na afloop van de werkzaamheden dienen bronlocaties/leidingtracés te worden gemeld door opdrachtgever/bronboorder

Voorafgaand aan de vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet, dient een m.e.r.-beoordelingsbesluit te zijn genomen. Het bevoegd gezag toetst dan of het noodzakelijk is om voor de voorgenomen activiteit, het aanleggen en exploiteren van een bodemenergiesysteem, een milieueffectenrapportage (m.e.r.) op te stellen. De voorgenomen activiteit is kleiner dan de in het Besluit m.e.r. gestelde drempelwaarde van 1.500.000 m<sup>3</sup>/jaar aan grondwaterverplaatsing. Wanneer het waterbezwaar boven deze drempelwaarde uit zou komen, is het sowieso noodzakelijk om een m.e.r. op te stellen. De procedure voor m.e.r.-beoordeling kent een beslistermijn van zes weken. Daarna kan de vergunningaanvraag Waterwet worden ingediend, waarbij het m.e.r.-beoordelingsbesluit als bijlage bij de aanvraag. De vergunningaanvraag Waterwet kent een beslistermijn van acht weken. De vergunning is dan van kracht. Hierna geldt nog wel een periode van zes weken waarin bezwaren kunnen worden ingediend. Het bevoegd gezag kan in specifieke/uitzonderlijke gevallen de proceduurtijd verlengen, of een uitgebreide procedure volgen met een doorlooptijd van zes maanden.

### 3.2 Provinciaal beleid

De provincie Zuid-Holland staat in beginsel positief ten opzichte van ondergrondse energieopslag, mits er geen gevolgen voor overige bij het grondwater betrokken belangen optreden.

De projectlocatie is gelegen in een provinciaal ambitiegebied. In provinciaal vastgestelde ambitiegebieden worden energieopslagsystemen in het eerste watervoerend pakket niet zondermeer vergund. Alleen wanneer er een bodemenergieplan aan ten grondslag ligt en er geen nadelige effecten op de omgeving aanwezig zijn, kunnen dergelijke systemen worden vergund. De locatie ligt niet in een interferentiegebied, er is geen bodemenergieplan vastgesteld.

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. Volgens het beleid van de provincie is het mogelijk om een doubletsysteem aan te leggen, waarbij een deel van het filter in het tweede watervoerend pakket staat en een deel van het filter in het derde watervoerend pakket. Voorwaarde daarbij is dat er geen duidelijke scheidende laag aanwezig is tussen beide pakketten. Voor het plangebied geldt dat deze scheidende laag wel aanwezig is, zodat het gecombineerd gebruik van het tweede en derde watervoerend pakket niet is toegestaan. De filters van een bronsysteem moeten dus óf in het tweede óf in het derde watervoerend pakket worden geplaatst.

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

### **3.3 Beleid aquathermie**

Op basis van de deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie streven Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten samen naar een Nederland dat in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en robuust is ingericht. Op basis van deze beslissing kan thermische energie uit oppervlaktewater (TEO of aquathermie) een goede bijdrage leveren in het halen van deze doelen. Wanneer het oppervlaktewater wordt benut voor het ontladen van een koudeoverschot kan aquathermie tevens bijdragen aan het verminderen van hittestress in de stedelijke omgeving. Hoogheemraadschap van Rijnland staat daarom in beginsel positief tegenover de benutting van energie uit oppervlaktewater.

### **3.4 Beschermingsgebieden**

De projectlocatie is niet gelegen binnen:

- Milieubeschermingsgebied grondwater (drinkwaterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden of boringsvrije zones) of strategische drinkwaterreserves.
- Natura 2000-gebieden, Natuurnetwerk Nederland (voorheen EHS) of grondwaterafhankelijke natuur.
- Interferentiegebieden/Masterplan bodemenergie.
- Beschermingszones rijkswegen/spoorwegen.

In het plangebied liggen enkele watergangen die in beheer zijn bij het Hoogheemraadschap van Rijnland. Indien bronnen en/of leidingen in de nabijheid van deze watergangen worden aangelegd, is mogelijk toestemming nodig van het hoogheemraadschap. Wanneer er gebruikgemaakt wordt van het oppervlaktewater voor het (aanvullend) laden van warmte of koude, worden er werken verricht in (de beschermingszone van) de watergangen. Hiervoor gelden specifieke eisen vanuit de keur van het hoogheemraadschap.

### **3.5 Wettelijk kader lozing spuiwater**

Tijdens de aanleg en het ontwikkelen van de bronnen komt water vrij, evenals tijdens het periodiek onderhoud van de bronnen.

De lozing van boorspoelwater tijdens de aanleg wordt bij voorkeur geloosd op het vuilwaterriool of anders op de bodem. Dit is toegestaan binnen de zorgplicht van het Activiteitenbesluit, hiervoor is geen melding of vergunning nodig.

Het spoelwater bij ontwikkelen en onderhoud wordt bij voorkeur geloosd volgens de onderstaande voorkeursvolgorde:

- In de bodem
- Op oppervlaktewater
- Op het schoonwaterriool
- Op het vuilwaterriool
- Afvoeren per as

Bij lozing op oppervlaktewater is het waterschap of hoogheemraadschap bevoegd gezag. In de Keur staat beschreven of de lozing melding- of vergunning plichtig is en welke voorwaarden gelden.

Bij lozing op riool is de gemeente bevoegd gezag, waarbij het waterschap of hoogheemraadschap een adviesrol heeft.

## 4 Globaal geohydrologisch bronontwerp

### 4.1 Uitgangspunten

Het is de wens om de wijk Palenstein aardgasvrij te maken. In de wijk is een aantal gebouwen die voornamelijk een woonfunctie hebben. Voor de conditionering van het binnenklimaat van deze gebouwen is een aantal duurzame installatieconcepten mogelijk. In deze haalbaarheidsstudie worden twee systeemconcepten uitgewerkt die gebruikmaken van open bodemenergie. De systeemconcepten zijn:

- Concept 1 (centrale WP): een collectief bronnensysteem met één centrale warmtepompinstallatie.
- Concept 2 (modulair): een collectief bronnensysteem dat gefaseerd kan worden aangelegd, waarbij elk gebouw zijn eigen warmtepomp(en) heeft.

Voor beide concepten geldt eenzelfde energievraag. Vooralsnog is het uitgangspunt dat er in de wijk alleen sprake is van een warmtevraag. De geladen koude wordt niet benut. Voor de robuustheid van het collectieve systeem, wordt er echter gestreefd naar een balanssituatie in de ondergrond. Dit maakt het noodzakelijk om een balansvoorziening toe te passen. Hiervoor bestaat het plan om het in de wijk aanwezige oppervlaktewater te benutten. Het in de bodem opgebouwde koudeoverschot wordt in de zomerperiode ontladen met gebruikmaking van het oppervlaktewater. Hierdoor wordt de koude geloosd op het oppervlaktewater en gelijktijdig de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de warme bronnen te laden. Een nadere uitwerking van het potentieel van het oppervlaktewater is gegeven in hoofdstuk 5.

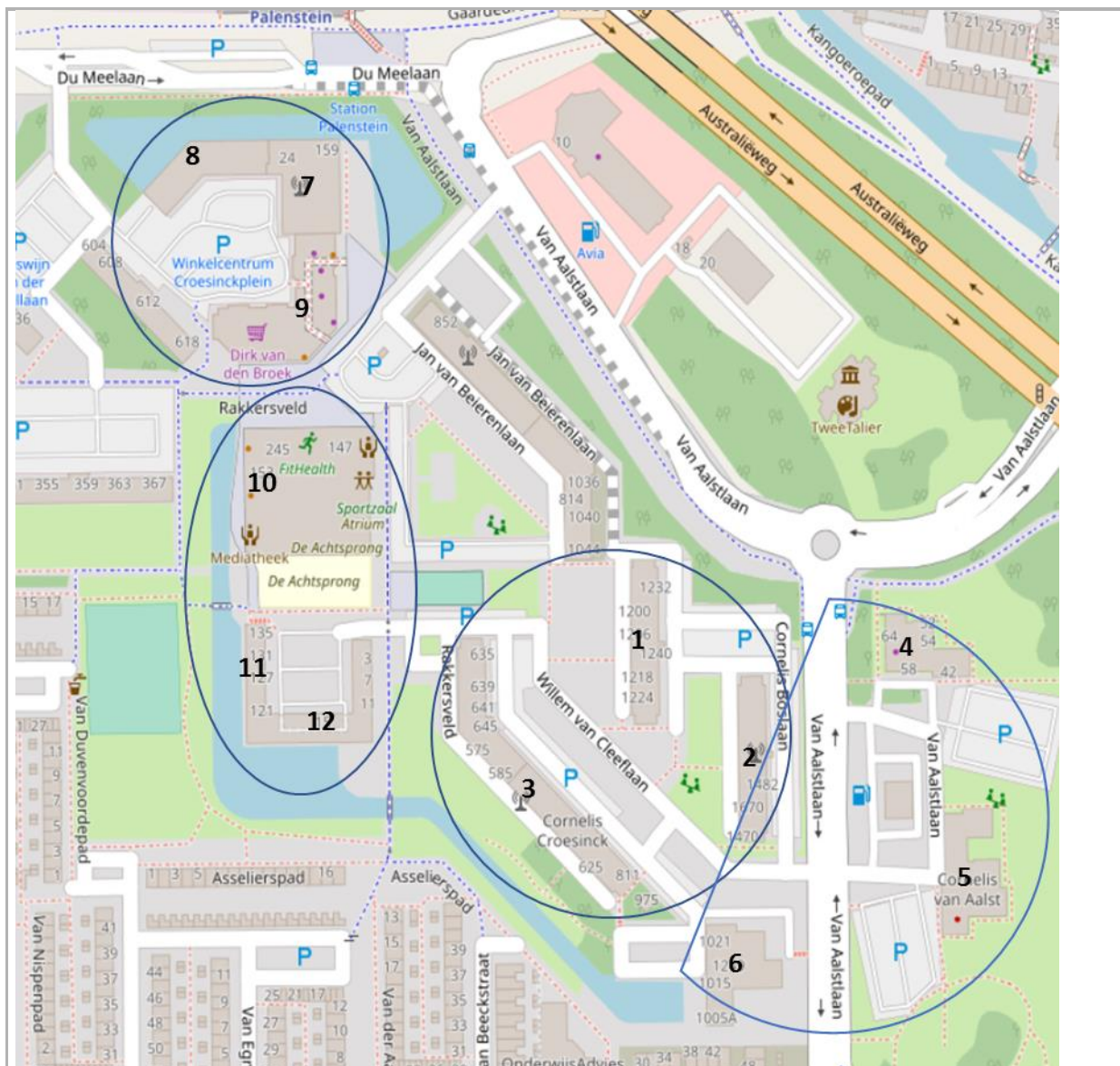
In tabel 4.1 is de warmtevraag en het beoogde brondebiet per woongebouw en in totaal weergegeven, zoals dit als uitgangspunt voor deze studie is aangehouden. Tevens is hierbij aangegeven wat het afgeleide waterbezwaar en de planning van de beoogde realisatie is.

Bij het bepalen van het brondebiet en het waterbezwaar is als uitgangspunt een temperatuurverschil (dT) tussen onttrekken en infiltreren aangehouden van 5 graden. De in de tabel vermelde gebouwnummers verwijzen naar de aanduidingen in figuur 4.1.

**Tabel 4.1: uitgangspunten ondergronds deel bodemenergiesysteem**

Gebouw	Warmtevraag (GJ)	Warmtevraag (MWh)	Brondebiet per complex (m <sup>3</sup> /h)	Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )	Planning
1	1633	453,6	49	78208,8	2022
2	1633	453,6	49	78208,8	2022
3	2909	808,1	83	139319,9	2022
4	1493	414,7	85	71503,8	2024
5	2240	622,2	78	107279,7	2024
6	1904	528,9	80	91187,7	2024
7	1481	411,4	73	70929,1	2025
8	936	260,0	53	44827,6	2025
9	920	255,6	31	44061,3	2025
10	525	145,8	30	25143,7	2030
11	381	105,8	9	18247,1	2030
12	688	191,1	28	32950,2	2030
<b>Totaal</b>	<b>16743</b>	<b>4650,8</b>	<b>648</b>	<b>801867,8</b>	

Figuur 4.1: aanduiding woongebouwen (behorend bij nummering in tabel 4.1)



## 4.2 Schetsontwerp bronnen

Het globale geohydrologisch bronontwerp is gebaseerd op de geohydrologische inventarisatie (hoofdstuk 2) en de belangrijkste beleidsaspecten (hoofdstuk 3). Het globale bronontwerp is opgesteld met de NVOE-richtlijnen voor bepaling van het maximale debiet per bron.

Vanwege het beleid van de provincie Zuid-Holland is toepassing van bodemenergie in het eerste watervoerend pakket niet toegestaan. In dit pakket bevindt zich tevens de zoet-zoutgrens en mogelijk ook de redoxovergang. Om menging van waterkwaliteiten te voorkomen is toepassing van bodemenergie in dit eerste watervoerend pakket ook niet wenselijk.

De bodemopbouw in het tweede en het derde watervoerend pakket is niet heel gunstig, vanwege een mindere doorlatendheid van het zandige materiaal en de aanwezigheid van diverse scheidende lagen. Het voorkomen van de scheidende lagen is grillig.

Echter, beide watervoerende pakketten zijn in principe wel geschikt voor toepassing van bodemenergie. Om meer inzicht te krijgen in de geschiktheid van de zandlagen en de lokale aanwezigheid van scheidende lagen, wordt aangeraden om een of meer proefboringen uit te laten voeren.

Ter beperking van de boordiepte, heeft het de voorkeur om het tweede watervoerend pakket te gebruiken voor het plaatsen van bronfilters. Daarom is in deze studie het gebruik van het tweede watervoerend pakket als uitgangspunt aangehouden. De totale dikte van de watervoerende lagen in dit pakket is beperkt (maximaal circa 40 tot 45 meter), daarom heeft de toepassing van brondoubletten de voorkeur. Hierbij wordt ingeschat dat er in deze watervoerende lagen circa 20 tot 30 meter filter kan worden gesteld. Voor een goede werking van een bron moet voldoende afstand worden gehouden tussen een filter en een scheidende laag. Dit maakt dat niet de volledige dikte van de watervoerende lagen kan worden benut. Voor het toepassen van monobronnen is onvoldoende verticale ruimte beschikbaar.

Mocht blijken dat er in het tweede watervoerend pakket onvoldoende geschikte lagen aanwezig zijn, kan mogelijk worden uitgeweken naar het derde watervoerend pakket. Omdat er sprake is van een collectief systeem, zal dit er echter toe leiden dat daarmee alle bronnen in het derde watervoerend pakket dienen te worden geplaatst. Of er dient op een andere wijze voor worden gezorgd dat het water uit het tweede en derde watervoerend pakket niet kan mengen.

In tabel 4.2 is een globaal bronontwerp opgenomen van één mogelijke bron binnen het plangebied. Dit bronontwerp is reëel benaderd ten aanzien van de haalbaarheid, waarbij is uitgegaan van een gemiddelde k-waarde van het tweede watervoerend pakket van 15 m/dag.

**Tabel 4.2: globale dimensionering bronnen**

<b>Geohydrologisch bronontwerp</b>	
Type systeem	Doublet
Toepassing watervoerend pakket	Tweede watervoerend pakket *
Globale filterstelling	50 tot 110 m-mv
Beschikbare zandlagen	Circa 45 meter
Mogelijke filterlengte per bron	20 tot 30 meter (gemiddeld 25 meter)
Minimale boordiameter	700 mm
Natuurlijke bodemtemperatuur op filterdiepte	12°C
Maximaal debiet per bron	Circa 60 m <sup>3</sup> /uur

\* Voorsnog wordt uitgegaan van gebruik van het tweede watervoerend pakket. Eventueel kan met een of meer proefboringen worden onderzocht of het gebruik van het derde watervoerend pakket een optie is. Mogelijk zijn hier meer (dikkere) zandlagen aanwezig, de doorlatendheid van deze lagen is wellicht voldoende voor toepassing van bodemenergie. De boordiepte per bron, en daarmee samenhangend de kosten, neemt wel flink toe bij gebruik van het derde watervoerend pakket.

Op basis en het ontwerp van een enkele bron, het gewenste brondebiet en de energievraag kan worden afgeleid hoeveel filterlengte nodig is en hoeveel bronnen daarvoor nodig zijn (uitgaande van een dT van 5 graden en een gemiddelde filterlengte van 25 meter per bron). In tabel 4.3 is per uitvoeringsfase aangegeven hoeveel bronnen nodig zijn en wat de bijbehorende thermische invloedsstraal is van de bronnen.

Tabel 4.3: globale dimensionering bronnen (per fase en in totaal)

Fase	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )	Benodigde filterlengte (m)	Aantal doubletten	Waterbezwaar per bron (m <sup>3</sup> )	Thermische straal per bron (m)
2022	181	295738	84	4	73934	36
2024	243	269971	93	4	67493	35
2025	157	159818	58	3	53273	31
2030	67	76341	29	2	38170	26
<b>Totaal</b>	<b>648</b>	<b>801868</b>	<b>261</b>	<b>11</b>	<b>72897</b>	<b>36</b>

### 4.3 Schetsontwerp positionering van de bronnen en leidingwerk

#### Bronposities

De minimale onderlinge afstand tussen warme en koude bronnen moet voor een robuust systeem minimaal drie keer de thermische straal bedragen. Een dergelijke bronafstand kan mogelijk niet overal in de wijk Palenstein worden gerealiseerd, daarbij moet echter in ieder geval worden gestreefd naar het voorkomen van overlap van de thermische warme en koude stralen. Het voorkomen van overlapping van de thermische straal tussen warme bronnen onderling of tussen koude bronnen onderling is minder van belang.

Op basis van de het verwachte koudeoverschot dat zal ontstaan rondom het beoogde gesloten bodemenergiesysteem van het Stadskwartier, is een inschatting gemaakt van de thermische invloed van dit systeem. Uitgangspunt bij het positioneren van de open bronnen is dat de warme bronnen (met bijbehorende thermische invloed) in ieder geval buiten deze koude zone rondom het Stadskwartier moeten blijven. De koude open bronnen kunnen eventueel wel (beperkt) in de nabijheid van dit gesloten bodemenergiesysteem komen. Het rendement van het collectieve open systeem wordt daarmee niet negatief beïnvloed. Wel dient nog onderzocht te worden in hoeverre het rendement van het gesloten systeem van het Stadskwartier achteruitgaat.

Voor beide onderzochte systeemconcepten is een voorstel voor de bronposities gedaan. Hierbij is voor concept 1 (centrale WP) uitgegaan van de totale warmtevraag en het totale debiet en daarvan afgeleid 11 bronparen. Voor concept 2 (modulair) is uitgegaan van de warmtevraag en het debiet per fase en daarvan afgeleid het aantal bronparen per fase, in dit geval in totaal 13 bronparen. In bijlage 1 is voor beide concepten een verdeling van de bronnen over de wijk in twee kaartbeelden opgenomen, waarbij tevens de indicatieve koude zone rondom het Stadskwartier is aangegeven. Bij concept 1 leveren alle bronnen eenzelfde energiehoeveelheid, bij concept 2 is hier variatie in aanwezig. Dit leidt ertoe dat bij concept 2 de getoonde thermische stralen variëren.

Eventueel kan er bij concept 2 ook voor gekozen worden om de bronnen te baseren op (het gemiddelde van) de totale warmtevraag en het totale debiet en daarmee alle bronnen eenzelfde energiehoeveelheid te laten leveren. Op deze manier kan het aantal bronparen worden beperkt tot 11. Gevolg hiervan is dat er mogelijk tijdelijk sprake kan zijn van overcapaciteit in het systeem, wanneer nog niet alle bronparen gerealiseerd zijn.

De bronnen zijn in beide concepten zo gepositioneerd dat er warme en koude zones ontstaan. Daarbij is rekening gehouden met de zuidoostelijke grondwaterstroming. De zones zijn daarmee ook globaal noordwest-zuidoost gericht.

In een later stadium moet met behulp van een modelberekening worden onderzocht of er geen sprake is van onderlinge (negatieve) beïnvloeding tussen de warme en koude bronnen. Opgemerkt moet worden dat bij de positionering van de bronnen vooralsnog geen rekening is gehouden met mogelijk aanwezige ondergrondse infrastructuur.

#### *Leidingwerk*

Bij een individueel bodemenergiesysteem dat bestaat uit een warme en een koude bron, loopt er vanaf de technische ruimte (doorgaans inpandig), waar de warmtepomp staat opgesteld, naar beide bronnen een terreinleiding. Deze terreinleidingen zijn geschikt voor het transporteren van grondwater in twee richtingen (onttrekken en infiltreren).

Bij een collectief systeem, bestaande uit meerdere doubletten en meerdere afnemers (zoals in Palenstein het geval is), is het noodzakelijk om zowel naar de bronnen als naar de afnemers een terreinleiding te leggen. Er zijn daarbij twee alternatieven mogelijk:

- Centrale optie: hierbij worden alle warme en koude bronnen via een eigen terreinleiding aangesloten op een energiecentrale in de wijk. In deze centrale zijn de warmtepompen geplaatst welke de aangevoerde warmte opwaarden voor de gebouwen en koude afvoeren naar de koude bronnen. Alle afnemers onttrekken hun warmte via een dubbele leiding (voor aan- en afvoer) vanaf deze centrales. Er is daarmee een dubbel netwerk nodig. In de gebouwen wordt warmte middels een warmtewisselaar overgedragen. In de gebouwen zijn geen warmtepompen meer voorzien.

Indien er naast warmte ook een koudevraag is, moet naar elke afnemer ook een dubbele leiding voor levering van koude worden gelegd.

- Decentrale optie: hierbij zijn zowel de bronnen als de afnemers op een netwerk aangesloten. Het netwerk bestaat uit twee leidingen, één voor het koude water en één voor het warme water. Elk gebouw neemt warmte af uit de warme leiding en brengt deze laagwaardige warmte op het juiste temperatuurniveau middels een eigen warmtepomp. Restkoude wordt in het koude net gepompt en afgevoerd naar de koude bronnen. Dit systeem is dat het makkelijker kan worden uitgebreid, al naar gelang de vorderingen in de realisatie.

Voor het concept 1 (centrale WP) geldt dat alleen de centrale optie mogelijk is, de centrale warmtepomp staat namelijk opgesteld in de energiecentrale. Bij concept 2 (modulair) verdient het de voorkeur om voor het leidingwerk uit te gaan van de decentrale optie vanwege de fasering in de uitvoering. Voordeel van de decentrale optie is dat er minder leidingen nodig zijn dan bij de centrale optie.

In bijlage 2 is voor beide concepten een mogelijke uitwerking gegeven van ligging van het leidingwerk. Daarbij is voor concept 1 de centrale optie uitgewerkt en voor concept 2 de decentrale optie. Ondanks dat vooralsnog is uitgegaan van alleen een warmtevraag is bij de uitwerking van concept 1 toch ook de dubbele gebouwleiding voor levering van koude ingetekend. Mocht er definitief geen koudevraag zijn, dan kan deze leiding achterwege blijven.

Opgemerkt moet worden dat met name de uitwerking van concept 2 aandacht verdient in de uitwerking en is hydraulisch complexer dan concept 1. Tevens moet opgemerkt worden dat bij de positionering van het leidingwerk vooralsnog geen rekening is gehouden met mogelijk aanwezige ondergrondse infrastructuur.

#### 4.4 Lozingsmogelijkheden spuiwater

Tijdens de aanleg en het ontwikkelen van de bronnen komt spuiwater vrij, evenals tijdens het periodiek onderhoud van de bronnen.

##### *Enmalige lozing boorspoelwater*

Tijdens de boring komt een beperkte hoeveelheid vuil boorspoelwater vrij, dit wordt geloosd op het vuilwaterriool of op de bodem uitgevloeid.

##### *Enmalige lozing tijdens ontwikkelen*

Na het boren worden de bronnen ontwikkeld. Een bron dient ontwikkeld te worden om ervoor te zorgen dat de filters zand- en slibvrij water leveren. Per bronfilter duurt het ontwikkelen gemiddeld een tot twee weken. Hierbij komt een grote hoeveelheid relatief schoon spoelwater vrij. Het maximale lozingsdebiet tijdens het ontwikkelen van een bron is circa twee keer het ontwerpdebiet.

##### *Periodieke lozing spuiwater bij onderhoud*

In principe worden de filters van open bodemenergiesystemen elk jaar gespoeld, zodat vervuiling en verstopping van het systeem wordt tegengegaan. De bronfilters worden bij voorkeur aan het einde van de infiltratieperiode gespuid: de warme bron in het voorjaar, de koude bron in het najaar. Het maximale lozingsdebiet tijdens onderhoud van een bron is globaal gelijk aan het ontwerpdebiet.

Volgens het beleid wordt het ontwikkel- en spuiwater bij voorkeur geloosd in de bodem. Hiervoor is een separate spuibron nodig, of dient met tweelingpompen te worden gewerkt. Als lozing in de bodem niet mogelijk is, verdient normaal gesproken lozing op het oppervlaktewater of een hemelwaterriool de voorkeur boven lozing op het vuilwaterriool. Aangezien in de wijk Palenstein sprake is van lozing van zout water, is lozing op het oppervlaktewater of hemelwaterriool naar verwachting niet toegestaan.

#### 4.5 Analyse risico's en aandachtspunten

In tabel 4.4 is een analyse opgenomen van risico's en aandachtspunten, waarmee rekening moet worden gehouden bij de uitwerking van ontwerp, realisatie en beheer en onderhoud van het bodemenergiesysteem.

Tabel 4.4: analyse risico's en aandachtspunten

Onderwerp	Beoordeling
<b>Is de bodem geschikt voor toepassing van een open bodemenergiesysteem?</b>	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Artesisch water / hoge waterstanden	Mogelijk verhoogd risico bij gebruik wvp3.
Doorboren veenlagen / bruinkoollagen	Bij het doorboren van veenlagen dient het werkwater te worden ververs.
Opboren verontreinigde grond	Bij bepaling definitieve bronlocaties, verontreinigingssituatie controleren.
Behalen broncapaciteit	Er is een kleine onzekerheid of het tweede watervoerend pakket voldoende

Onderwerp	Beoordeling
	geschikte zandlagen heeft → advies: proefboring.
Putverstopping door redox	Geen verhoogd risico
Putverstopping door ontgassing	Nog nagaan bij detailengineering, ervaringen systemen in de omgeving opvragen.
Putverstopping door deeltjes	Geen verhoogd risico
Opbarsten bron	Geen verhoogd risico
Thermisch verliezen ondergrond	Geen verhoogd risico
<b>Is het bodemenergiesysteem haalbaar t.a.v. bestaande omgevingsbelangen?</b>	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Interferentie bodemenergiesystemen	Nog nagaan bij nadere uitwerking (invloed om bestaande systemen en eigen bronnen)
Beïnvloeding overige onttrekkingen	Nee
Beïnvloeding zoet-zout grensvlak	Nee
Verspreiden van grondwaterverontreiniging	Nee
Beïnvloeding archeologische waarden	Nee
Zettingsgevoelige objecten	Nee
Kabels en leidingen in de bodem	Aandachtspunt
<b>Past het bodemenergiesysteem binnen de wettelijke eisen en beleid?</b>	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Interferentiegebied / masterplan	Niet van toepassing
Beschermingsgebieden	Niet van toepassing
Provinciaal beleid vergunningverlening	Wvp1 niet toegestaan
Afwijkende regelgeving met betrekking tot de energiebalans	Koudeoverschot is wettelijk toegestaan
Vergunningplichtig in het kader van de Waterwet?	Ja
Lozingsvergunning nodig? (ja/nee, wie is bevoegd gezag)	Ja, gemeente + hoogheemraadschap
Keurontheffing nodig (Hoogheemraadschap-/waterschap)?	Ja, bij toepassing aquathermie
Vergunning nodig voor aanleggen leidingen in gemeente-/rijksgrond?	Ja
Andere van toepassing zijnde vergunningen/meldingen?	Nog niet bekend
<b>Welke mogelijkheden zijn er voor lozing?</b>	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Zout grondwater	Aandachtspunt

## 5 Potentie energie uit oppervlaktewater

### 5.1 Benutting oppervlaktewater in installatieconcept

Zoals in paragraaf 4.1 is beschreven, geldt als uitgangspunt voor het aardgasvrij maken van Palenstein dat er alleen een warmtevraag is en geen koelvraag. Wanneer deze energie alleen uit het bodemenergiesysteem zou worden gehaald, ontstaat er een onbalans in de bodem, waarbij sprake is van een koudeoverschot. Het is toegestaan om een (beperkt) koudeoverschot op te bouwen in de ondergrond. De wens bestaat echter om de bodem in balans te houden. Om deze reden is het nodig om de benodigde hoeveelheid warmte in de bodem te laden (en een gelijke hoeveelheid koude te ontladen). Hierbij wordt gedacht aan benutting van het aanwezige oppervlaktewater als balansvoorziening.

In deze paragraaf worden de juridische randvoorwaarden en de technische potentie van het aanwezige oppervlaktewater (zoals beschreven in paragraaf 2.7), om de benodigde verwarming te kunnen leveren, nader beschreven.

#### 5.1.1 Juridische haalbaarheid benutting oppervlaktewater

Het oppervlaktewater valt formeel onder het bevoegd gezag van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Bij het bevoegd gezag (contactpersonen: Siegfried Veldkamp, Aard Hartman) is navraag gedaan over de randvoorwaarden en eisen ten aanzien van het beoogde gebruik van het waterlichaam. Omdat er sprake is van benutting van het oppervlaktewater voor verwarming (lozing van koude) is er geen specifieke beoordelingssystematiek aan de orde. Wel is er sprake van een vergunningplichtige activiteit die valt onder de Waterwet. Het gaat hierbij om het brengen van stoffen (temperatuurverandering valt hier ook onder) in een oppervlaktewaterlichaam. De volgende aspecten dienen dan te worden aangeleverd bij een vergunningaanvraag:

- Het verschil tussen temperatuur ingenomen oppervlaktewater en te lozen temperatuur in oppervlaktewater, en eventuele spreiding hierin. Hierbij geldt een maximale gemiddelde afkoeling van 6 K ten opzichte van de achtergrondtemperatuur op een bepaald tijdstip.
- Het debiet, maximaal, minimaal, gemiddeld, eventueel spreiding in seizoenen.
- Aanduiding inlaatpunt en lozingspunt en watergang.
- Gegevens over doorstroming waterlichaam.

Locatieafhankelijk kunnen er tevens randvoorwaarden gesteld worden aan de snelheid van het water ter plaatse van het inname- en lozingspunt. Dit ter voorkoming van beschadiging van de oever en/of waterbodem.

Op basis van bovenstaande informatie wordt geconcludeerd dat het juridisch mogelijk is om het oppervlaktewater te benutten voor warmtewinning.

#### 5.1.2 Technische haalbaarheid benutting oppervlaktewater

Om de potentie van het oppervlaktewater voor verwarming te bepalen, is gebruikgemaakt van de ontwerpdiagrammen en modellen die zijn beschreven in de NVOE-rapportage 'Energie uit oppervlaktewater'.

Het oppervlaktewater heeft, zoals beschreven in paragraaf 2.7, een oppervlakte van circa 6.400 m<sup>2</sup> en is circa 640 meter lang en gemiddeld circa 10 meter breed. De diepte van het waterlichaam is circa 1,0 meter. Dit betekent dat er een watervolume beschikbaar is van circa 6.400 m<sup>3</sup>.

Om een eerste inschatting te maken van de potentie om koude te ontladen, is gebruikgemaakt van het ontwerpdiagram uit de rapportage 'Energie uit oppervlaktewater' van de NVOE, waarin uit is gegaan van één TSA, een temperatuur in de koude bron van 8°C en een temperatuur in de warme bron van 13°C. Het gebruik van dit ontwerpdiagram geeft een eerste conservatieve inschatting van de beschikbare warme-energie voor de beoogde benutting van het oppervlaktewater. Het gebruikte ontwerpdiagram en het installatieprincipe, inclusief temperaturen, is weergegeven in bijlage 3.

Wanneer het oppervlaktewater wordt ingezet om extra warmte te laden in de warme bron (13°C), dient het oppervlaktewater een temperatuur te hebben van minimaal circa 15°C of warmer. Hierbij is uitgegaan van een temperatuurverlies over de warmtewisselaar van 2 K. Aangezien tijdens het laden van warmte en het ontladen van koude geen sprake is van warmtelevering aan de gebouwen, wordt het water slechts langs één warmtewisselaar geleid (die van het oppervlaktewatersysteem). Na afgifte van de warmte aan het bronnensysteem (13°C) wordt het opgewarmde retourwater met een temperatuur van circa 11°C geloosd op het oppervlaktewater.

Op basis van een circulatievoud en een waterdiepte kan worden bepaald welke potentie het oppervlaktewater heeft ten behoeve van het warmte laden in de warme bron. Het circulatievoud is een maat voor de hoeveelheid tijd die nodig is om het gehele waterlichaam te hebben rondgepompt. Voor het oppervlaktewater direct grenzend aan het plangebied is een circulatievoud berekend.

Uit bijlage 3 valt af te leiden dat er volgens deze eerste inschatting gemiddeld per jaar tussen de circa 1.760 MWh aan warmte kan worden geladen in de warme bron met behulp van het oppervlaktewater. De totale warmtevraag bedraagt circa 4.650 MWh. Op basis van de deze verkenning heeft het aanwezige oppervlaktewater onvoldoende capaciteit om de benodigde warmte volledig te kunnen laden. Er zal minimaal drie maal zo veel oppervlaktewater beschikbaar moeten zijn om in de warmtevraag te kunnen voorzien. De verwachting is niet dat dit uit het in de wijk aanwezige oppervlaktewater kan worden gehaald, hiervoor is de doorstroming te beperkt.

Aanvullend wordt opgemerkt dat gezien het grote debiet dat verpompt wordt, er nog de nodige aandacht moet worden geschonken aan het beperken van de stroomsnelheid van het water ter plaatse van het inname- en lozingspunt.

### **5.1.3 Advies benutting oppervlaktewater ten behoeve van verwarming**

Op basis van een eerste inschatting mag uit bovenstaande paragrafen worden geconcludeerd dat er uit het aangrenzende oppervlaktewater onvoldoende warmte kan worden onttrokken om de volledige warmtevraag in te kunnen vullen en een bodemenergiesysteem te hebben dat in balans is. Naast inzet van het oppervlaktewater moet daarom een aanvullende balansvoorziening worden gezocht. Hierbij valt te denken aan bijvoorbeeld de toepassing van droge koelers of energiedaken. Tevens kan er mogelijk voor worden gekozen om een (beperkt) koudeoverschot in de bodem te creëren.

Eventueel kan in overleg met het Hoogheemraadschap van Rijnland worden onderzocht of er mogelijkheden zijn om de inname van water in een ander oppervlaktewaterlichaam te plaatsen dan de uitlaat. Wanneer bijvoorbeeld het innamepunt wordt verplaatst naar de vaart die langs de Zegwaartseweg loopt, grenzend aan de zuidoostzijde van het plangebied, kan het beschikbaar oppervlaktewater aanzienlijk worden vergroot. Hiermee neemt de doorspoeling toe en wordt als bijkomend voordeel mogelijk de waterkwaliteit verbeterd. Consequentie hiervan is wel dat er water wordt verplaatst van het ene naar het andere oppervlaktewaterlichaam. De haalbaarheid en wenselijkheid hiervan is momenteel nog niet onderzocht.

## 6 Kostenindicatie

Op basis van de voorstellen voor de bronnen en het bijbehorende leidingwerk is voor de twee uitgewerkte concepten een globale raming van de kosten gemaakt. Deze is weergegeven in tabel 6.1 (concept 1) en tabel 6.2 (concept 2). Daarbij is uitgegaan van de bronnen en het leidingwerk zoals weergegeven in bijlage 1 en 2, waarbij tevens het benodigde leidingwerk en de bijbehorende TSA is opgenomen bij (beperkte) benutting van energie uit het oppervlaktewater.

Bij de kosten voor grondverzet en het opnemen en herstel van verharding of groen is uitgegaan van een sleufbreedte van circa 0,9 meter. Tevens is op basis van een grove inventarisatie van het verhardingstype een globale verdeling afgeleid van 15% groen – 65% klinkerverharding – 20% asfaltverharding. Verder is aangenomen dat 75% van het grondverzet met een minikraan kan worden uitgevoerd en 25% handmatig zal moeten gebeuren.

*Let op:* Opgemerkt moet worden dat de ervaring is dat de prijzen van met name het boren en realiseren van bronnen erg uiteen kan lopen. Als gevolg van een grote, toenemende vraag en krapte op de markt worden de prijzen soms opgevoerd. Daarmee dienen de in prijzen in tabel 6.1 en 6.2 als een globale richtlijn. De daadwerkelijke prijzen kunnen hoger liggen.

**Tabel 6.1: globale kostenraming concept 1 (centrale WP)**

	Eenheidsprijs	Aantal	Prijzen *
Brondoublet	€ 160.000 – € 215.000 (per doublet)	11	€ 1.760.000 – € 2.365.000
TSA oppervlaktewatersysteem	€ 70.000 - € 100.000 (per stuk)**	1	€ 70.000 - € 100.000
Leidingwerk (gemiddeld Ø 400)	€ 425 - € 575 (per meter)	7350	€ 3.123.750 - € 4.226.250
Grondverzet	€ 50 - € 65 (per meter)	7350	€ 367.500 - € 477.750
Opnemen + herstel groen	€ 50 – 70 (per meter)	1100	€ 55.125 – € 77.175
Opnemen + herstel klinkers	€ 12,50 - € 17,50 (per meter)	4775	€ 59.719 – 83.606
Opnemen + herstel asfalt	€ 75 - € 100 (per meter)	1475	€ 110.250 - € 147.000
<b>Totaal (afgerond)</b>			<b>€ 5.500.000 - € 7.500.000</b>

\* prijspeil 2019, exclusief btw, inclusief manuren.

\*\* betreft een ruwe schatting, vanwege het grote debiet is deze TSA (of meerdere TSA's) groter dan bij een normaal bodemenergiesysteem.

In de kosten van concept 1 is ook de dubbele gebouwleiding voor levering van koude opgenomen. Indien deze achterwege kan blijven, neemt de totale lengte van het leidingwerk af met circa 2.100 meter. Dit geldt tevens voor het grondverzet en naar rato het opnemen en herstel van groen/verharding. De totale kosten nemen in dat geval af tot circa € 4,5 tot € 6,0 miljoen.

**Tabel 6.2: globale kostenraming concept 2 (modulair)**

	Eenheidsprijs	Aantal	Prijzen *
Brondoublet	€ 160.000 – € 215.000 (per doublet)	13	€ 2.080.000 – € 2.795.000
TSA oppervlaktewatersysteem	€ 70.000 - € 100.000 (per stuk)**	1	€ 70.000 - € 100.000
Leidingwerk (gemiddeld Ø 400)	€ 425 - € 575 (per meter)	4000	€ 1.700.000 - € 2.300.000
Grondverzet	€ 50 - € 65 (per meter)	4000	€ 200.000 - € 260.000
Opnemen + herstel groen	€ 50 – 70 (per meter)	600	€ 30.000 – € 42.000

	<b>Eenheidsprijs</b>	<b>Aantal</b>	<b>Prijzen *</b>
Opnemen + herstel klinkers	€ 12,50 - € 17,50 (per meter)	2600	€ 32.500 – € 45.500
Opnemen + herstel asfalt	€ 75 - € 100 (per meter)	800	€ 60.000 - € 80.000
<b>Totaal (afgerond)</b>			<b>€ 4.150.000 - € 5.650.000</b>

\* prijspeil 2019, exclusief btw, inclusief manuren.

\*\* betreft een ruwe schatting, vanwege het grote debiet is deze TSA (of meerdere TSA's) groter dan bij een normaal bodemenergiesysteem.

Bij het ramen van de kosten van de bronnen en het leidingwerk zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De prijzen voor een bron zijn inclusief boren, aanbrengen putbehuizing, broninbouw (filtermateriaal, rvs-bronkoppen, bronpompen, injectiekleppen, etc.) en TSA.
- Voor het leidingwerk is uitgegaan van een HDPE-leiding met een diameter van gemiddeld Ø 400 mm. De uiteindelijke diameter is afhankelijk van het debiet dat erdoor verpompt wordt en varieert afhankelijk van de locatie in de wijk.
- De prijzen voor het leidingwerk zijn inclusief de benodigde bekabeling.
- De in-/uitlaatconstructie (en bijbehorende pompen) bij benutting van het oppervlaktewater is niet meegenomen in de kosten.
- Kosten voor onderhoud en beheer zijn niet meegenomen.

Bij het ramen van de kosten van het grondwerk zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Uitgangspunt is dat er geen grond hoeft te worden afgevoerd en aangevoerd.
- Uitgangspunt is werken in schone grond. Indien de grond verontreinigd is, dienen aanvullende veiligheidsmaatregelen getroffen te worden op basis van CROW P400 (werken in verontreinigde grond) en bij sterke verontreiniging kan een saneringsplan (BUS-sanering) nodig zijn.
- Uitgangspunt is dat er geen bestaande leidingen moeten worden gekruist. Indien wel, dan moet rekening worden gehouden met bijkomende kosten voor ondersteuning of verleggen van de bestaande leidingen.
- Uitgangspunt is dat leidingen in de onverzadigde zone worden aangebracht en er geen bemalingen nodig zijn.

## 7 Conclusies en aanbevelingen

### 7.1 Conclusie haalbaarheid bodemenergiesysteem en benutting oppervlaktewater

Op basis van deze technische en juridische haalbaarheidsstudie mag worden geconcludeerd, dat een collectief bodemenergiesysteem ter plaatse mogelijk is. Vooral nog is uitgegaan van gebruik van het tweede watervoerend pakket. De opbouw van dit pakket is grillig en kan mogelijk tot gevolg hebben dat er onvoldoende filterlengte kan worden geplaatst. Eventueel kan ervoor worden gekozen om de bronfilters dieper te plaatsen in het derde watervoerend pakket. Aanbevolen wordt om door middel van een of meer proefboringen meer inzicht te krijgen in de samenstelling van het tweede en derde watervoerend pakket.

Het oppervlaktewater in de wijk biedt beperkte mogelijkheden om de gewenste warmte te kunnen leveren. De doorstroming in de wijk is beperkt. Op basis van een eerste inschatting kan naar verwachting een derde deel van de warmtevrage uit het oppervlaktewater worden gehaald. Aanvullend zijn andere balansvoorzieningen nodig om te voorkomen dat er een groot koudeoverschot in de bodem ontstaat.

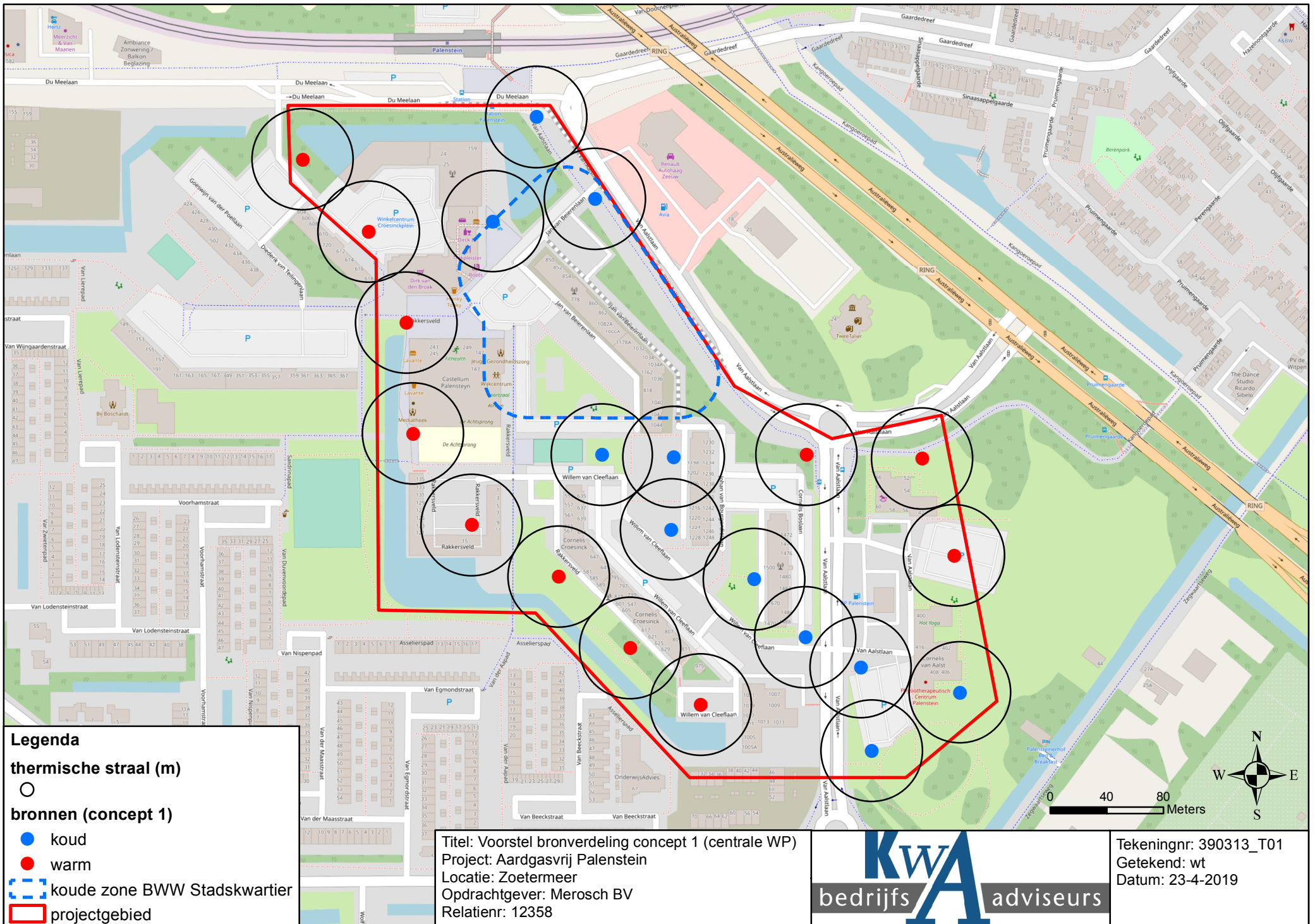
Eventueel kan in overleg met het Hoogheemraadschap van Rijnland worden onderzocht of er mogelijkheden zijn om de inname van water in een ander oppervlaktewaterlichaam te plaatsen van de uitlaat.

In het ideale geval kan er een koudeafnemer (bijvoorbeeld enkele kantoren) worden gevonden, die juist goed gebruik kan maken van de in de bodem opgeslagen koude. In dat geval is er geen (of een beperkte) balansvoorziening met gebruikmaking van het oppervlaktewater of andere technieken noodzakelijk. Zo ontstaat er een 'win-win' situatie.

In het verdere ontwerp dient rekening te worden gehouden met het beoogde gesloten bodemenergiesysteem van het Stadskwartier en de reeds bestaande gesloten bodemlussen ten westen van het plangebied. Op basis van de definitieve energetische uitgangspunten moeten berekeningen worden uitgevoerd om te bepalen of er geen interferentie plaatsvindt tussen het beoogde collectieve systeem en deze genoemde gesloten systemen.

De kosten van concept 1 (centrale WP) zijn geraamd op € 5,5 tot € 7,5 miljoen. De kosten van concept 2 (modulair) zijn geraamd op € 4,15 tot € 5,65 miljoen euro. Ondanks dat er bij concept 2 is uitgegaan van meer bronnen, vallen de kosten lager uit dan bij concept 1. Het grootste verschil wordt hierbij gemaakt door het leidingwerk. Bij een centrale optie is de benodigde hoeveelheid leidingwerk veel groter.

## **Bijlage 1: Voorstel positionering bronnen**



**Legenda**

thermische straal (m)



bronnen (concept 1)

● koud

● warm

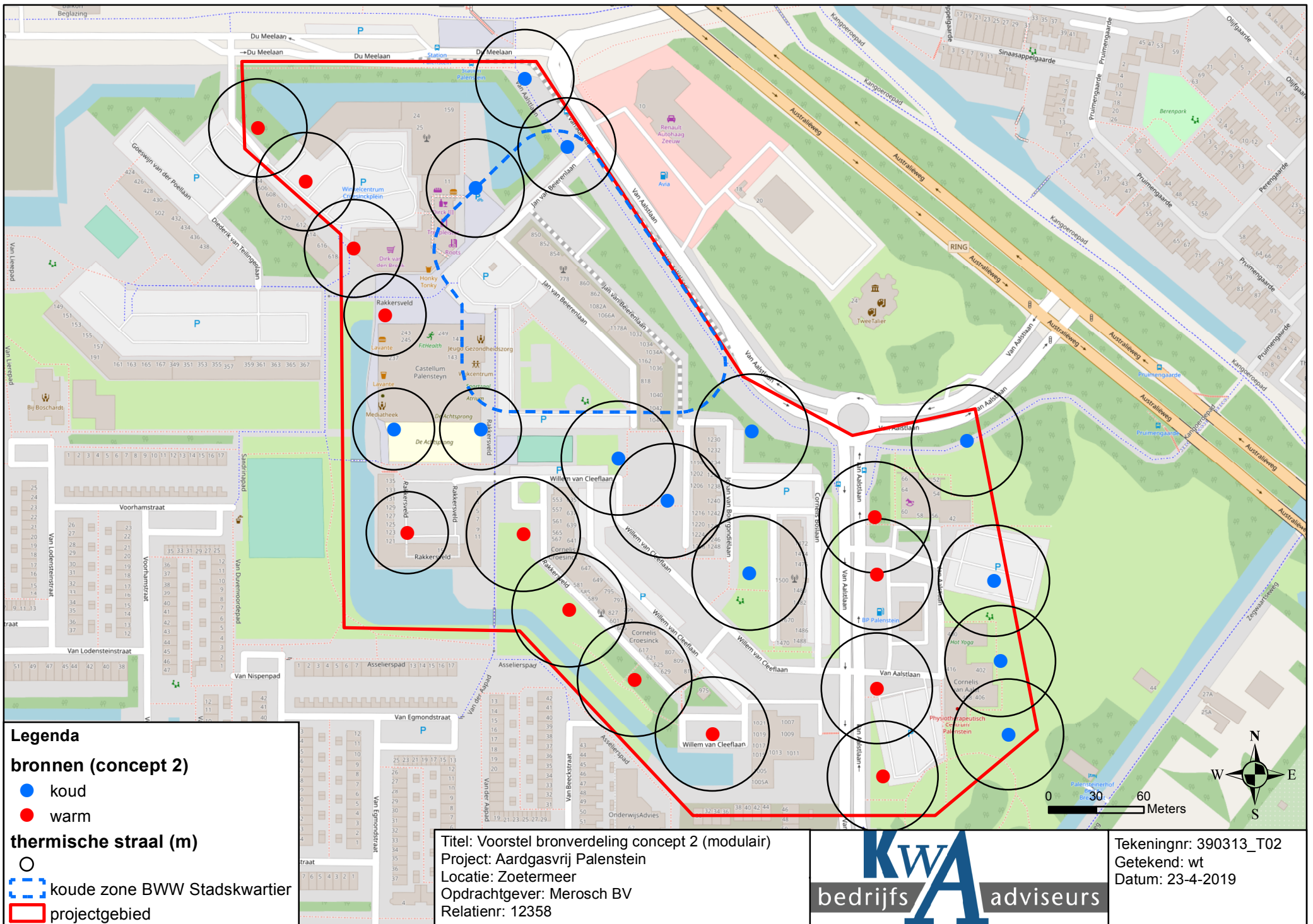
--- koude zone BWW Stadskwartier

▭ projectgebied

Titel: Voorstel bronverdeling concept 1 (centrale WP)  
 Project: Aardgasvrij Palenstein  
 Locatie: Zoetermeer  
 Opdrachtgever: Merosch BV  
 Relatienr: 12358



Tekeningnr: 390313\_T01  
 Getekend: wt  
 Datum: 23-4-2019



**Legenda**

**bronnen (concept 2)**

- koud
- warm

**thermische straal (m)**

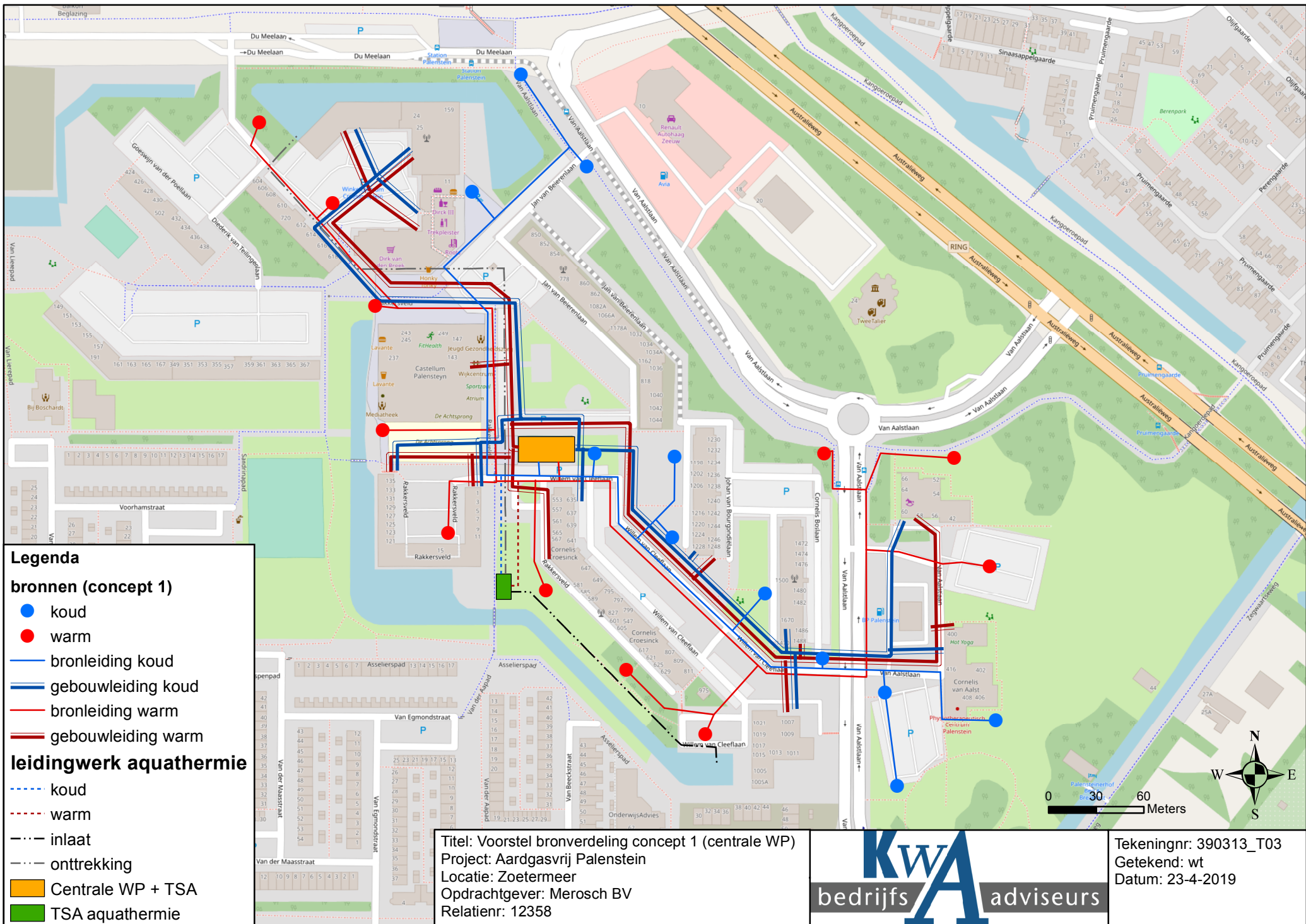
- 
- koude zone BWW Stadskwartier
- projectgebied

Titel: Voorstel bronverdeling concept 2 (modulair)  
 Project: Aardgasvrij Palenstein  
 Locatie: Zoetermeer  
 Opdrachtgever: Merosch BV  
 Relatienr: 12358



Tekeningnr: 390313\_T02  
 Getekend: wt  
 Datum: 23-4-2019

## **Bijlage 2: Voorstel ligging leidingwerk**



**Legenda**

**bronnen (concept 1)**

- koud
- warm

- bronleiding koud
- gebouwleiding koud
- bronleiding warm
- gebouwleiding warm

**leidingwerk aquathermie**

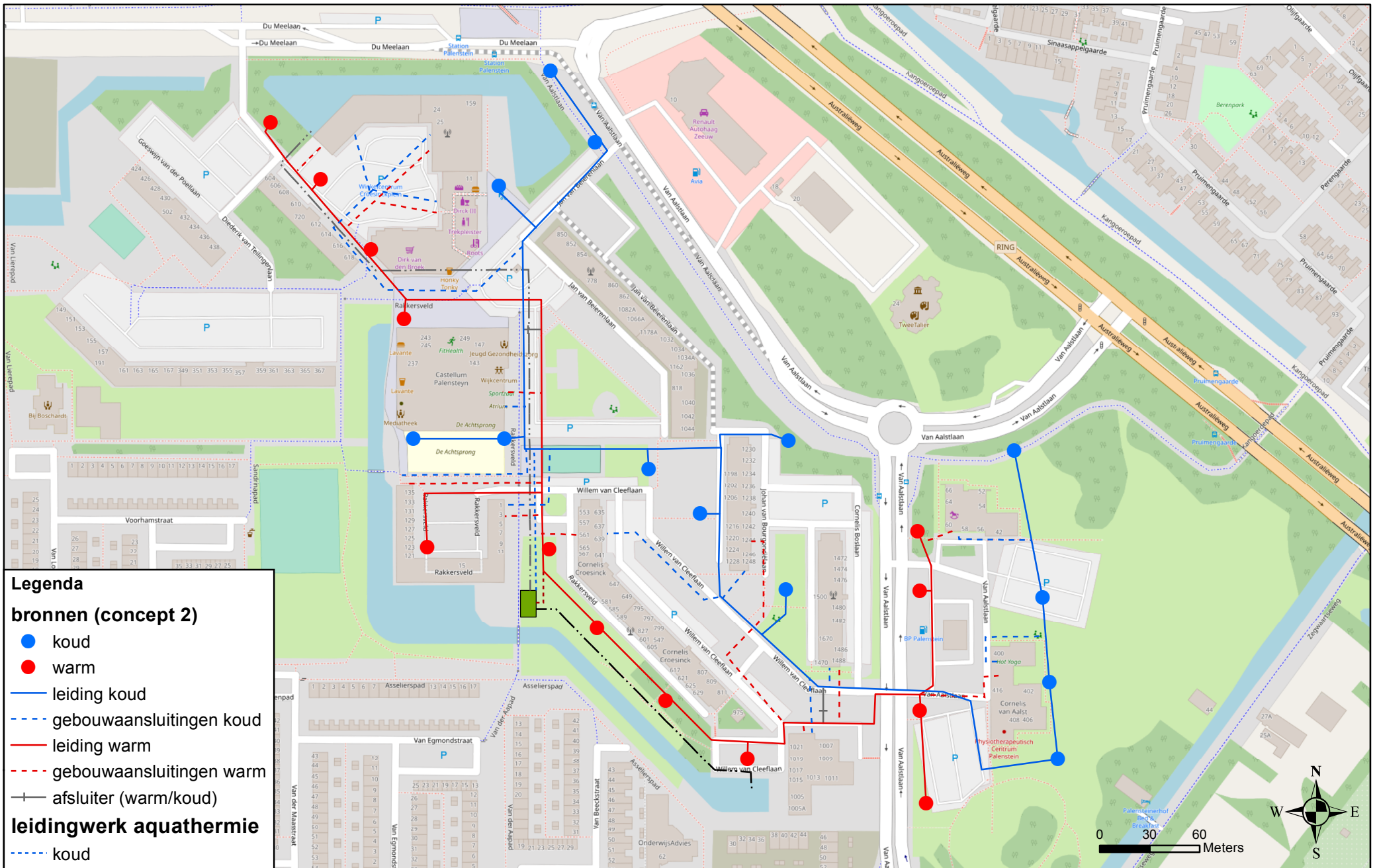
- koud
- warm
- inlaat
- onttrekking

- Centrale WP + TSA
- TSA aquathermie

Titel: Voorstel bronverdeling concept 1 (centrale WP)  
 Project: Aardgasvrij Palenstein  
 Locatie: Zoetermeer  
 Opdrachtgever: Merosch BV  
 Relatienr: 12358



Tekeningnr: 390313\_T03  
 Getekend: wt  
 Datum: 23-4-2019



**Legenda**

**bronnen (concept 2)**

- koud
- warm

- leiding koud
- - - gebouwaansluitingen koud
- leiding warm
- - - gebouwaansluitingen warm
- afsluiter (warm/koud)

**leidingwerk aquathermie**

- - - koud
- - - warm
- - - inlaat
- - - onttrekking
- TSA aquathermie

Titel: Voorstel bronnen en leidingwerk concept 2  
 (modulair)  
 Project: Aardgasvrij Palenstein  
 Locatie: Zoetermeer  
 Opdrachtgever: Merosch BV



Tekeningnr: 390313\_T04  
 Getekend: wt  
 Datum: 23-4-2019

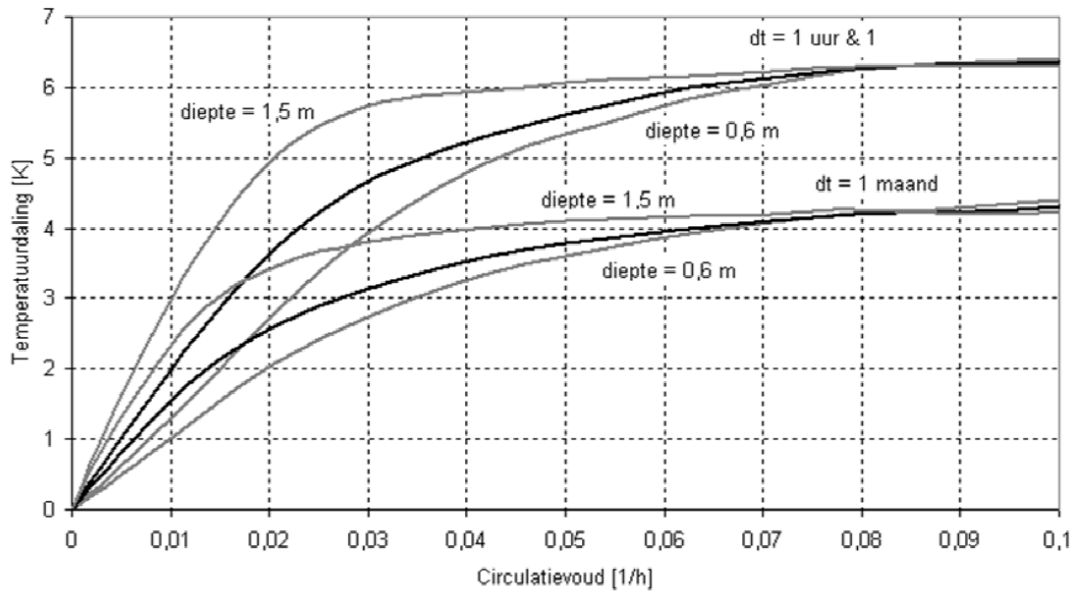
## **Bijlage 3: Potentiebepaling benutting oppervlaktewater**

### Bijlage 3 Ontwerpdigrammen en berekende hoeveelheid beschikbare energie in het oppervlaktewater voor verwarming

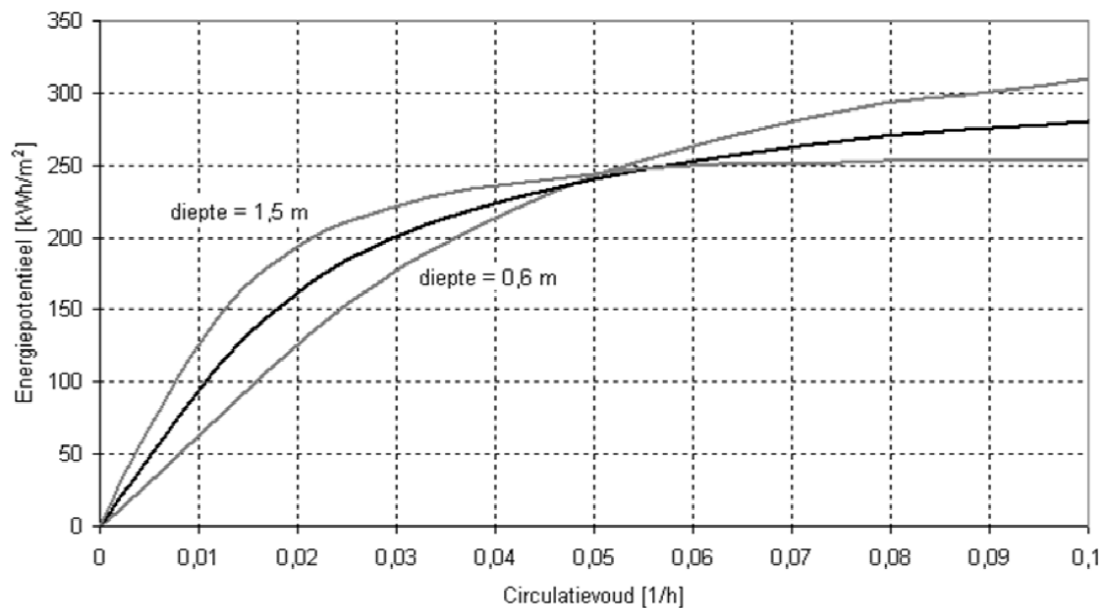
#### Warmte laden met behulp van oppervlaktewater

Ontwerpdigrammen voor warmte laden; 1 TSA,  $T_{kb} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{wb} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

Maximale temperatuur daling bij warmte laden  
 $0,6 < \text{diepte} < 1,5\text{ m}$

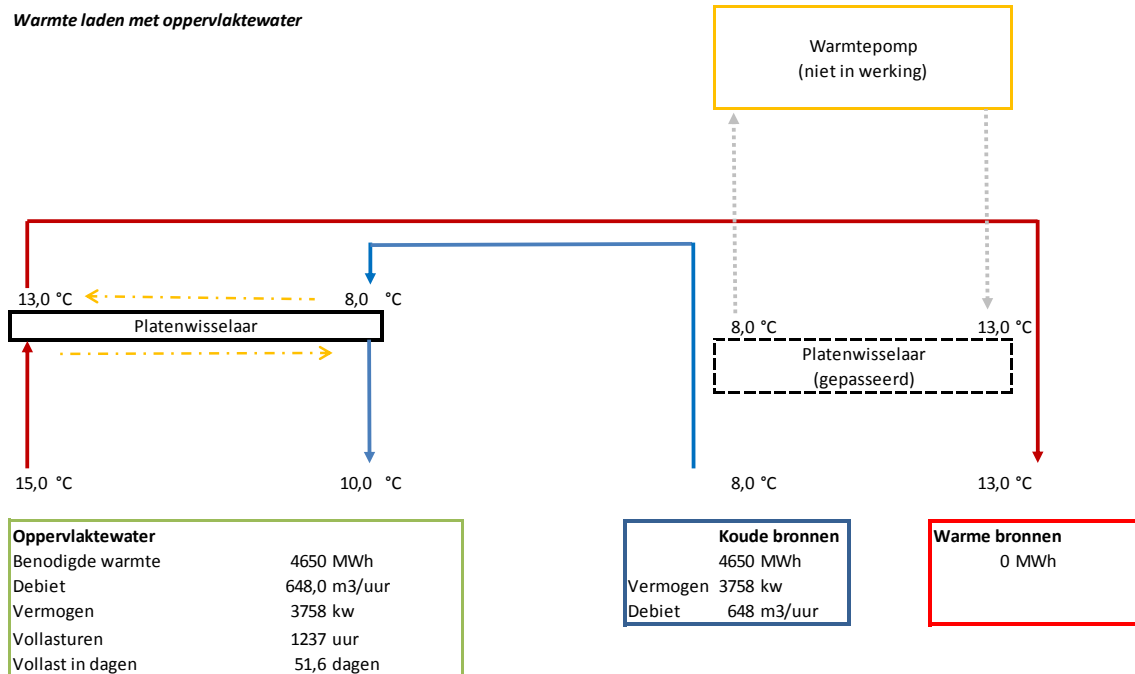


warmte laden uit oppervlaktewater  
 $0,6 < \text{diepte} < 1,5\text{ m}$



## Principeschema en berekening aanvullend koude laden met oppervlaktewater

### Warmte laden met oppervlaktewater



#### Randvoorwaarden

- Watertemperatuur > 15°C
- innamepunt op voldoende grote afstand van lozingspunt
- Filtervoorziening innamepunt ivm algen en vuil

Wanneer het oppervlaktewater wordt ingezet om extra warmte te laden in de warme bron (13°C), dient het oppervlaktewater een temperatuur te hebben van minimaal circa 15 °C of warmer. Hierbij is uitgegaan van een temperatuurverlies over de warmtewisselaar van 2K. Aangezien tijdens het ontladen geen sprake is koudelevering aan de gebouwen, wordt het water slechts langs één warmtewisselaar geleid (die van het oppervlaktewatersysteem). Na afgifte van de warmte aan het bronnensysteem (13°C) wordt het afgekoelde retourwater met een temperatuur van circa 11°C geloosd op het oppervlaktewater.

Op basis van een circulatievoud, een waterdiepte en een maximale temperatuurstijging kan worden bepaald, welke potentie het oppervlaktewater heeft ten behoeve van het warmte laden in de warme bron. Het circulatievoud is een maat voor de hoeveelheid tijd die nodig is om het gehele waterlichaam te hebben rondgepompt. Voor het oppervlaktewater in het plangebied van Palenstein is een circulatievoud berekend.

Op basis van het beschikbare debiet is de circulatievoud (1/h) te berekenen. →

Waterdiepte	1,0 m
Watervolume	1,0 m * 6.400 m <sup>2</sup> = 6.400 m <sup>3</sup>
Circulatievoud (1/h)	6.400 m <sup>3</sup> / 650 m <sup>3</sup> /uur = 10 uur → Circulatievoud = 1 / 10 uur = 0,1

Aangezien het laden van warmte en ontladen van de koude zal plaatsvinden in de periode dat er geen warmtevraag is, wordt aangehouden dat het beschikbare debiet dat hiervoor nodig is gelijk is aan het debiet dat nodig is om de warmtevraag te kunnen leveren. Daarmee geldt dat voor de wijk Palenstein een totaal debiet van circa 650 m<sup>3</sup>/uur beschikbaar is voor laden van warmte met behulp van het oppervlaktewater.

Op basis van het beschikbare debiet van 650 m<sup>3</sup>/uur en een beschikbaar watervolume van 6.400 m<sup>3</sup>, ligt de circulatievoud voor dit oppervlaktewater op circa 0,1. Op basis van dit circulatievoud is afgeleid dat het oppervlaktewater circa 275 kWh/m<sup>2</sup> (bij 1m diepte) aan warmte per jaar kan leveren. Dit betekent dat er volgens deze eerste inschatting gemiddeld per jaar circa 1.760 MWh aan warmte kan worden geladen in de warme bron met behulp van het oppervlaktewater. Om het bodemenergiesysteem in balans te kunnen laten draaien, is de warmtevraag vanuit het oppervlaktewater echter circa 4.650 MWh. Op basis van de deze verkenning heeft het aanwezige oppervlaktewater onvoldoende capaciteit om de benodigde warmte volledig te kunnen laden. Er moet minimaal drie maal zoveel oppervlaktewater beschikbaar zijn om in de warmtevraag te kunnen voorzien. De verwachting is niet dat dit uit het in de wijk aanwezige oppervlaktewater kan worden gehaald, hiervoor is de doorstroming te beperkt.

[www.kwa.nl](http://www.kwa.nl)



# Dé partner voor het bedrijfsleven



**KWA Bedrijfsadviseurs B.V.**

Regentesselaan 2, Postbus 1526

3800 BM Amersfoort

t 033 – 422 13 08

e [info@kwa.nl](mailto:info@kwa.nl)

i [www.kwa.nl](http://www.kwa.nl)