techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project : **WärtZ Zwolle - WKO**

Onderwerp : **Geohydrologisch voorontwerp (BRL 11.000, scope 1A)**

Documentcode : 4308AMU-W2-E-JWE002B
Status : DEFINITIEF

Rotterdam, 18 mei 2026

initialen + paraaf

MIN

1. Inleiding

WärtZ is een gebiedsontwikkeling gelegen in de spoorzone van Zwolle. Het heeft een oppervlakte van 233.000 m^2, bestaande uit woningen, kantoren en voorzieningen van diverse gebouweigenaren (AM, NS, gemeente Zwolle) die gefaseerd ontwikkeld zullen worden. Voor de duurzame energievoorziening wordt in opdracht van AM te Utrecht bekeken of een collectief open bodemenergiesysteem met een capaciteit van 700 m^3/h gerealiseerd kan worden, bestaande uit vijf warme en vijf koude bronnen die onderling verbonden zijn met bodemzijdig ZLT-net. Techniplan heeft daarom een geohydrologisch voorontwerp uitgevoerd van het grondwaterzijdige deel van dit beoogde bodemenergiesysteem, conform de BRL 11.000 (scope 1a).

Het doel van dit voorontwerp is inzicht te geven in:

- Bronlocaties en ruimtelijke inpassing;
- Bodemopbouw en maximale capaciteit vanuit de bodem;
- Bijbehorende bodemzijdige en juridische risico's.

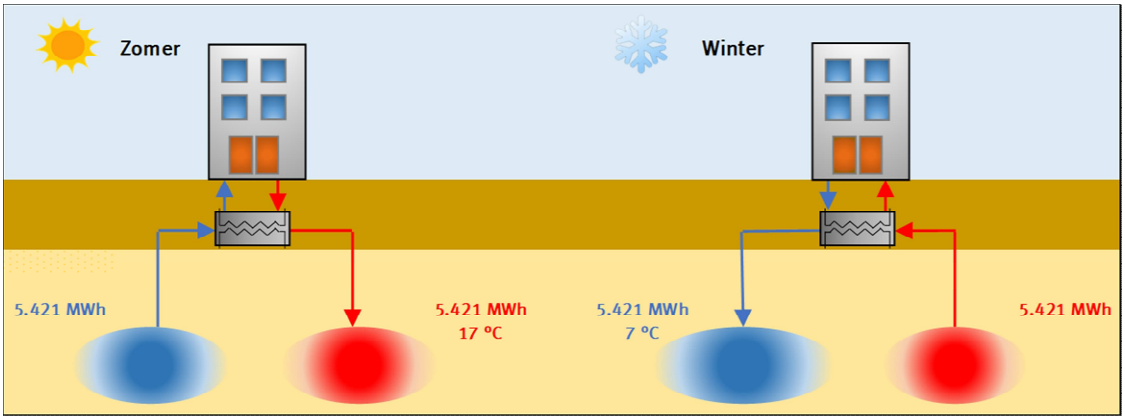
Zie bijlage 1 voor de verdeling van de werkzaamheden tussen het bovengrondse en ondergrondse deel. Het ontwerp is gebaseerd op de eindsituatie van de gebiedsontwikkeling.

2. Energetische uitgangspunten

De energetische uitgangspunten zijn opgesteld door Techniplan met afstemming tussen het bovengrondse en ondergrondse deel, conform de BRL 11.000 scope 1a voor het ondergrondse deel en de BRL 6.000-21/00 voor het bovengrondse deel. Er is uitgegaan van een bodemzijdige energiebalans. De uitgangspunten zijn weergegeven in tabel 1 en figuur 1. De bijbehorende gegevens vanuit het gebouwzijdige ontwerp zijn weergegeven in bijlages 2 en 3.

Tabel 1 Energetische uitgangspunten

Uitgangspunt	Koude leveren (Zomer)	Warmte leveren (Winter)
Aantal bronparen (warm-koud)	5	
Maximale waterverplaatsing [m^3/jaar]	2.328.000	
Gemiddelde waterverplaatsing [m^3/jaar]	933.675	933.675
Maximaal debiet [m^3/h]	700	700
Maximale spuihoeveelheid [m^3/jaar]	14.000	
Maximaal benodigd ontwikkelwater [m^3]	56.000	
Ontwerp onttrekkingstemperatuur [°C]	9	15
Ontwerp infiltratietemperatuur [°C]	17	7
Max. en min. infiltratietemperatuur [°C]	25	5
Gemiddelde deltaT [K]	5,0	5,0
Regeneratie [MWh/seizoen]		-
Energiehoeveelheid bodem [MWh/seizoen]	5.421	5.421
Koudeoverschot [%]	100	



Figuur 1 Energetische uitgangspunten

3. Geohydrologie

3.1. Bodemopbouw

De bodemopbouw rondom de projectlocatie is weergegeven in tabel 2, en vastgesteld op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Het REGIS II ondergrondmodel van DINOloket;
- Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle;
- Effectenstudies WKO Post City, Hogeschool Viaa, Wezenlanden;
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOloket (B21G0560, B21G0524, B21G0558, B21G0496, B21G0524, B21G0525, B21G0236, B21G0045, B21G0553, B21G0521, B21G1504)

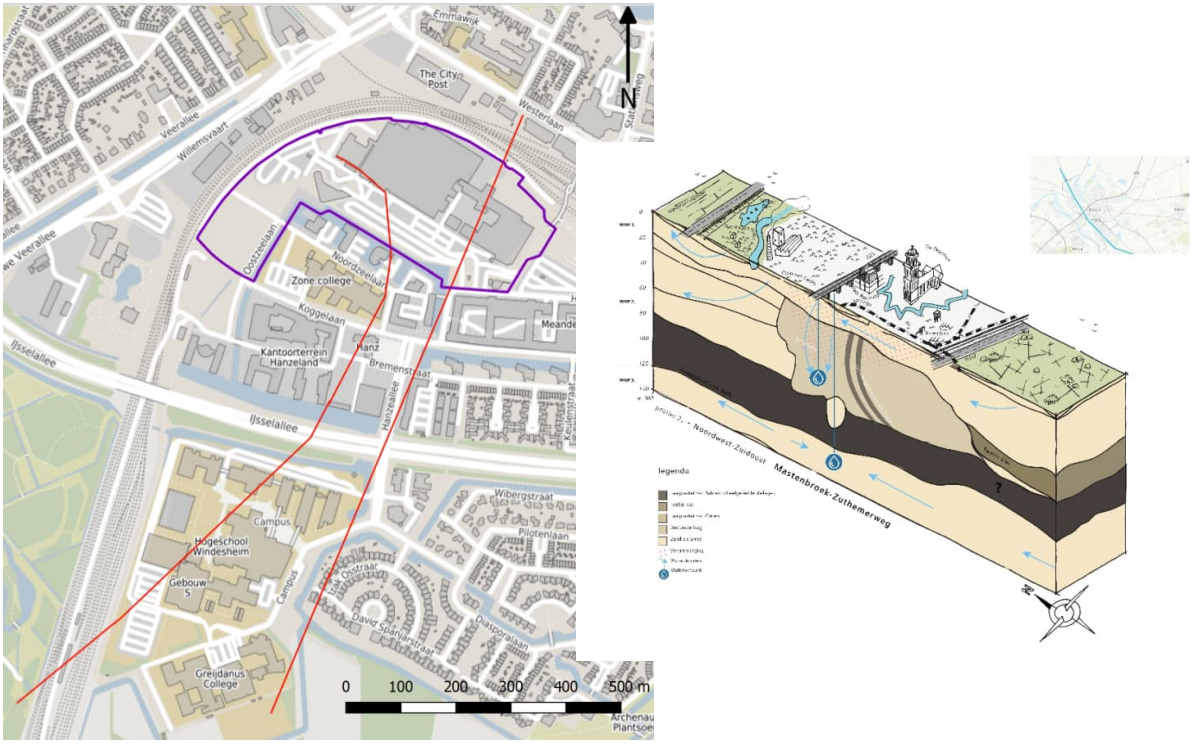
Tabel 2 Bodemopbouw projectlocatie

Diepte [m-mv]*	Lithologie	Geohydrologie	Doorlatendheid [m/d] of weerstand [d]
0-5	Klei en fijn tot grof zand	Deklaag	12 m/d; 200 d
5-90	Gestuwde lagen. Grof zand met enkele kleilagen	1e watervoerend pakket	40 m/d
90-105	Klei, leem, zeer fijn zand	1e scheidende laag	600 d
105-205	Fijn tot grof zand met kleilaagjes	2e watervoerend pakket	20 m/d
> 205	Klei en zeer fijn zand	Hydrologische basis	∞

** Het maaiveld bevindt zich op circa + 2,0 m t.o.v. NAP*

In tabel 2 is te zien dat het eerste watervoerend pakket de meeste potentie heeft op de projectlocatie, vanwege de goede dikte en doorlatendheid. Aandachtspunt is echter wel dat de bodemopbouw heterogeen is door gestuwde lagen, waaronder een complexe zone in het midden van het projectgebied met een scheefgestelde kleilaag (figuur 2). Op basis van de gegevens uit boringen, stijghoogtes en grondwaterkwaliteit lijkt deze kleilaag gesegmenteerd, waardoor de weerszijden van het projectgebied bodemzijdig hydrologisch met elkaar verbonden zijn, maar dit is niet met zekerheid vast te stellen (studie Techniplan in bijlage 4). Omdat de scheefgestelde kleilaag mogelijk toch een aaneengesloten massa betreft, zijn er eisen in het bodemenergieplan opgenomen en afspraken met de gemeente gemaakt over het verbinden van de bronnen aan weerszijden van de kleilaag (zie hoofdstuk 3.2.2).

De doorlatendheid in het eerste watervoerend pakket is wel consistent goed op basis van de beschikbare boringen. In de voor de filters geschikte zandlagen is de doorlatendheid gelijk aan 40 m/d, waardoor een broncapaciteit van 140 m^3/h per bron haalbaar is.



Figuur 2 Impressie (rechts) en locatie (links) van de scheefgestelde kleilaag.
Legenda: Rood = scheefgestelde kleilaag, paars = projectgebied

3.2. Bodemeigenschappen & omgevingsfactoren

Tabel 3 geeft een overzicht van de relevante geohydrologische aspecten die van invloed zijn op de werking van het beoogde bodemenergiesysteem. De belangrijkste aandachtspunten en risico's worden vervolgens nader toegelicht. Samengevat zijn er geen grote belemmeringen voor de realisatie van een bodemenergiesysteem in het eerste watervoerend pakket bij deze projectlocatie.

Tabel 3 Geohydrologische aspecten voor het beoogde bodemenergiesysteem.
Legenda: Groen = geschikt / geen belemmering of aandachtspunt, geel = aandachtspunt of risico, rood = hoog risico of belemmering

Onderwerp	Toelichting	Beoordeling
Bodemopbouw		
Doorlaatvermogen 1e wvp	Geschikt (toelichting in hoofdstuk 3.1)	
Dikte 1e wvp	Geschikt, maar heterogeen. Maximale boordiepte 90 m-mv (toelichting in hoofdstuk 3.1 en 3.2.2)	
Grondwater		
Maaiveld [m t.o.v. NAP]	+2,0 (bron: AHN)	
Grondwaterstand [m t.o.v. NAP]	-0,4 (bron: Grondwatertools, peilbuis B21G0488)	
Stijghoogte 1ste wvp [m t.o.v. NAP]	-0,4 (bron: Grondwatertools, peilbuis B21G0488)	
Stijghoogte 2e wvp [m t.o.v. NAP]	-0,5 (bron: Grondwatertools, peilbuis B21G0521)	
Grondwaterstroming [m/jaar]	20 m/jaar richting ZW (bron: Rapportage monitoring grondwaterverontreiniging 2023 Witteveen & Bos)	
Verhang [m/km]	0,2 (bron: Haalbaarheidsstudie WKO Spoorzone Zwolle RHDHV)	
Bodemtemperatuur [°C]	12°C in wvp 1 (bron: Effectenstudie WKO Post City)	
Zoet-brak overgang [m-mv]	160 (dus niet aanwezig in 1e watervoerend pakket) (bron Effectenstudie WKO Post City)	
Brak-zout overgang [m-mv]	210-250 (dus niet aanwezig in 1e watervoerend pakket) (bron Effectenstudie WKO Post City)	
Redox overgang [m-mv]	Redoxgrens 35 m-mv. Echter mogelijk niet constant in diepte vanwege gestuwde lagen (bron: Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle; effectenstudie Post City; bijlage 4 van dit rapport) (toelichting in hoofdstuk 3.2.3)	
Omgevingsfactoren		
Bodemenergieplan interferentiegebied aanwezig	Aanwezig in projectgebied (bron: Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle) (toelichting in hoofdstuk 3.2.2)	
Bestaande bodemenergiesystemen	Aanwezig, dichtstbijzijnde open systeem ligt op 100 meter afstand (PostCity) (toelichting in hoofdstuk 3.2.1)	
Grondwaterbescherming	Drinkwaterwingebied Engelse Werk op 100 meter ZW van het projectgebied (bron: WKOtool.nl; Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle; Evaluatie 2012 Integrale variant Zwolle Tauw) (toelichting in hoofdstuk 3.2.4)	
Natuurbelangen	Niet aanwezig in straal van 500 meter (bron: Natura2000; WKOtool.nl)	
Archeologie	Aanwezig 350 meter NO van projectgebied. Bronnen liggen buiten dit gebied (bron: AMK / IKAW; WKOtool.nl)	
Aardkundig waardevol gebied	Niet aanwezig in straal van 500 meter (bron: WKOtool.nl; RCE)	
Verontreinigingen	VOCL verontreiniging aanwezig in wvp 1, gemeten tot 90 m-mv (bron: Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle; Rapportage monitoring grondwaterverontreiniging 2023 Witteveen & Bos; Notitie bodemzijdige koppeling bronnen RHDHV; Evaluatie 2012 Integrale variant Zwolle Tauw) (toelichting in hoofdstuk 3.2.5)	
Waterkeringen	Aanwezig 350 NO van projectgebied (bron: Leggerkaart Waterschap Drents Overijsselse Delta) (toelichting in hoofdstuk 3.2.6)	
(Ondergrondse) infrastructuur	Treinrails aanwezig direct ten noorden van project (bron: Google Maps) (toelichting in hoofdstuk 3.2.6)	
Inpassing & realisatie		
Gemeentegrond	Bronnen gerealiseerd op gemeentegrond (toelichting in hoofdstuk 3.2.7)	
Boren met casing	Op voldoende afstand van funderingen (> 10 m), geen casing nodig	
Belangen	Eventueel aanwezige kabels en leidingen (toelichting in hoofdstuk 3.2.7)	

3.2.1. Bestaande systemen en grondwatergebruikers

Binnen een straal van 1.500 meter bevinden zich vijftien open bodemenergiesystemen, zoals weergegeven in van figuur 3. De kenmerken van die naburige bodemenergiesystemen zijn weergegeven tabel 4.

Tabel 4 Bestaande open bodemenergiesystemen in de omgeving van dit project.

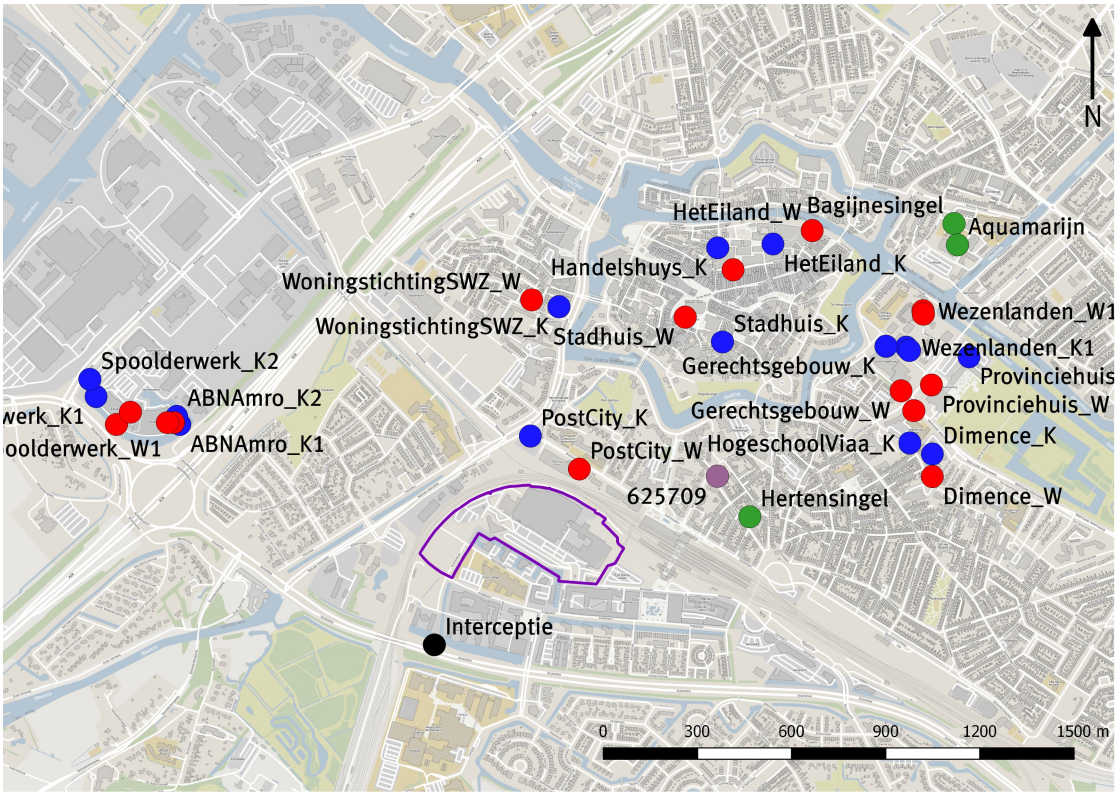
Naam	Status	Afstand [m] / Richting t.o.v. project	Debiet [m^3/h]	Waterhoeveelheid [m^3/jaar]	Aantal bronparen	Bodemlaag
Post City	Vergund	100 / NO	125	350.000	1	WVP 1
IJsselheem (Herstenstraat 8)	Vergund	600 / O	10	20.000	1 (Mono)	WVP 1
Woningstichting SWZ	Vergund	600 / N	55	228.500	1	WVP 1
Stadhuis Zwolle	Vergund	700 / NO	45	250.000	1	WVP 1
Handelshuys	Vergund	875 / NO	80	391.700	1	WVP 1
Winkelcentrum Het Eiland	Vergund	1.000 / NO	60	80.000		WVP 1
Hogeschool Viaa	Vergund	1.100 / O	40	160.000	1	WVP 1
Gerechtsgebouw	Vergund	1.100 / NO	140	300.000	1	WVP 1
Dimence	Vergund	1.175 / O	30	107.500	1	WVP 1
Wezenlanden	Vergund	1.200 / NO	200	311.000	2	WVP 1
Provinciehuis	Vergund	1.200 / NO	100	270.000	1	WVP 1
ABN Amro	Vergund	1.200 / W	180	480.000	2	WVP 1
Spoolderwerk	Vergund	1.400 / W	220	700.000	2	WVP 1
Kinderopvang Aquamarijn	Vergund	1.450 / NO	25	44.000	1 (Mono)	WVP 1
IJsselheem (Bagijnesingel)	Vergund	1.475 / NO	10	20.000	1 (Mono)	WVP 1

Binnen een straal van 500 meter bevindt zich ook nog één gesloten bodemenergiesysteem (met bodemlussen), zoals weergegeven in figuur 3. De kenmerken van dat naburige bodemenergiesysteem zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5 Bestaande gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving van dit project.

Naam	Afstand [m] / Richting t.o.v. project	Aantal lussen	Einddiepte [m-mv]
625.709	500 / NO	18	90

Deze bronnen lijken op voldoende afstand te liggen van de projectlocatie, maar de cumulatieve hydrologische en thermische effecten zullen verder geverifieerd worden in de hierop volgende effectenstudie als onderdeel van de vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO.



Figuur 3 Overzicht open en gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie.
Legenda: blauwe stippen = koude bronnen, rode stippen = warme bronnen, paarse stippen = gesloten systemen, groene stippen = monobronnen, zwarte stip = interceptieput verontreiniging gemeente Zwolle (Hoofdstuk 3.2.5), paarse lijn = projectgebied.

3.2.2. Bodemenergieplan

De projectlocatie ligt in het interferentiegebied van bodemenergieplan Spoorzone Zwolle (figuur 4). Hierin zijn de volgende gebruiksregels opgenomen die relevant zijn voor het beoogde systeem:

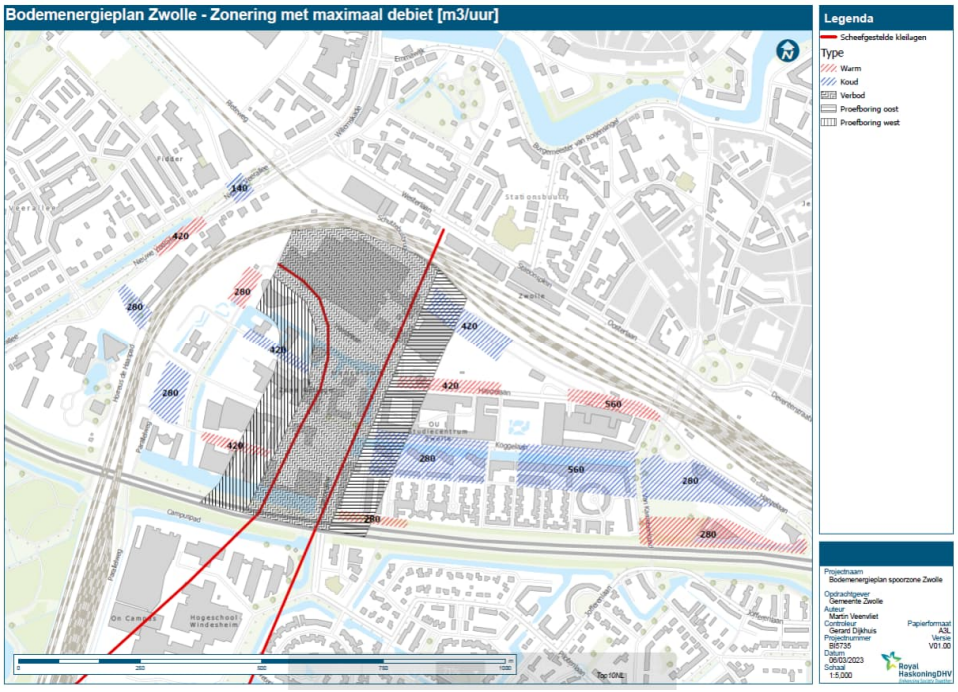
- Het systeem dient in het traject 45-90 m-mv gerealiseerd te worden. De eerste scheidende laag mag niet doorboord worden.
- Er zijn zoekgebieden aangegeven voor de warme en koude bronnen. Per zone is tevens het maximaal te onttrekken debiet aangegeven, ofwel in totaal twee bronnen (280 m^3/h) ofwel in totaal drie bronnen (420 m^3/h);
- De bronafstand tussen systemen van dezelfde temperatuur moet minimaal 0,8 keer de thermische straal bedragen;
- Er zijn ontwikkelclusters bepaald. Bronnen mogen enkel gerealiseerd worden in de voor dat cluster aangewezen zones;

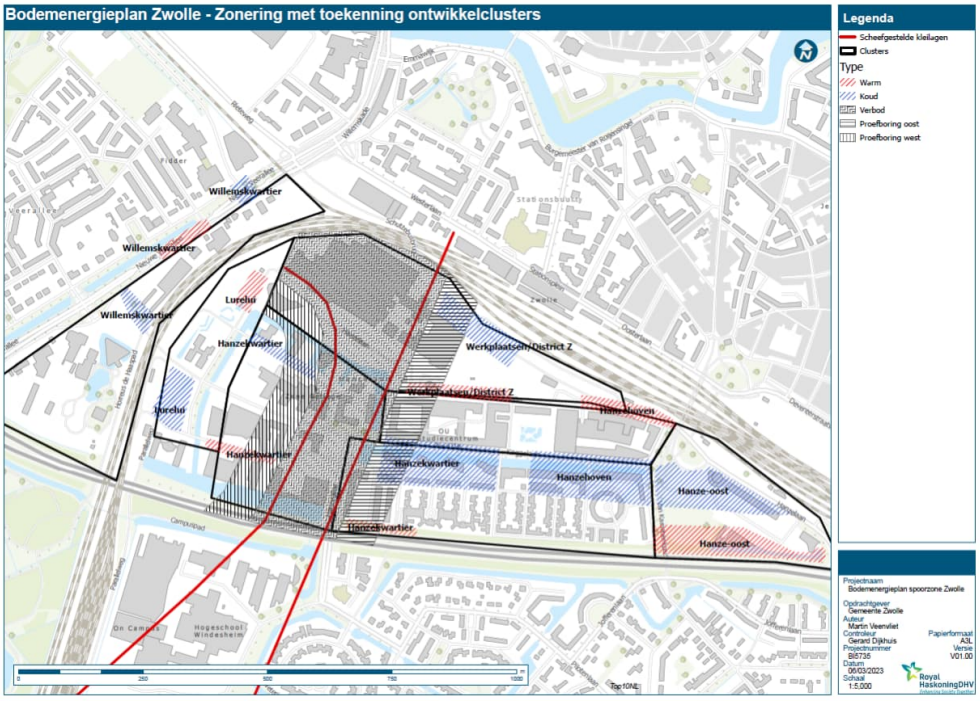
- Middenin het gebied bevindt zich naar verwachting een scheefgestelde kleilaag. In basis mogen bronnen aan weerszijden van deze zone niet gekoppeld worden met elkaar;
- Er geldt een verplichting tot het uitvoeren van een proefboring nabij de zone met de scheefgestelde kleilagen. Dit is de zogenaamde proefboringzone. Een aantal zoekgebieden overlappen met deze zone. Bij een systeem met meerdere bronnen geldt dit alleen voor de bron het meest dichtbij de scheefgestelde kleilaag. Het is toegestaan de proefboring af te werken tot WKO-bron.

Er zijn bij het beoogde bodemenergiesysteem twee afwijkingen op bovenstaande eisen:

- Het huidige projectgebied van AM overlapt met meerdere ontwikkelclusters uit het bodemenergieplan. Echter zijn wel de zoekgebieden uit het bodemenergieplan aangehouden voor de bronlocaties in afstemming met de gemeente;
- Vanwege synergievoordelen (uitwisseling tussen gebouwen met een relatief hoge warmtevraag met gebouwen met een relatief hoge koudevraag) is uitgegaan van een bodemzijdige koppeling tussen de weerszijden van de scheefgestelde kleilaag.

Op beide afwijkingen is goedkeuring verleend door de gemeente (bijlage 5). Die toestemming is wel op voorwaarde dat de waterverplaatsingen aan één kant van de scheefgestelde kleilaag gelijk zijn op ieder moment. Ofwel er wordt evenveel water geïnfiltreerd als onttrokken aan één kant, terwijl de energievraag wel bij een gebouw aan de andere kant vandaan kan komen. Dit dient regeltechnisch ontworpen te worden tijdens het detailontwerp en de realisatiefase.





Figuur 4 Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle met daarin de maximale broncapaciteit per zoekgebied (boven), de ontwikkelclusters (onder), de zone met scheefgestelde kleilaag en de proefboringzone. Zie ook legenda in afbeelding.

3.2.3. Redox

Door redoxreacties kan op lange termijn putverstopping optreden door menging van grondwater met een verschillende chemische samenstelling (zuurstofrijk/aeroob en zuurstofarm anaeroob). De redoxreactie zorgt voor neerslag van ijzersulfides en microbiologische groei in het bodemmateriaal, wat een verstoppende werking heeft op de bronnen. Dit heeft bij een aantal bestaande systemen in Zwolle met ondiepe filters reeds gezorgd voor putverstopping. De meeste studies laten zien dat dit risico onder de 35 m-mv niet meer aanwezig is; het grondwater is al relatief ondiep anaeroob in samenstelling (zie ook bijlage 4 en vermelde bronnen in tabel 3). Echter is de bodemopbouw gestuwd, wat kan zorgen voor variaties in de diepte van de redoxgrens.

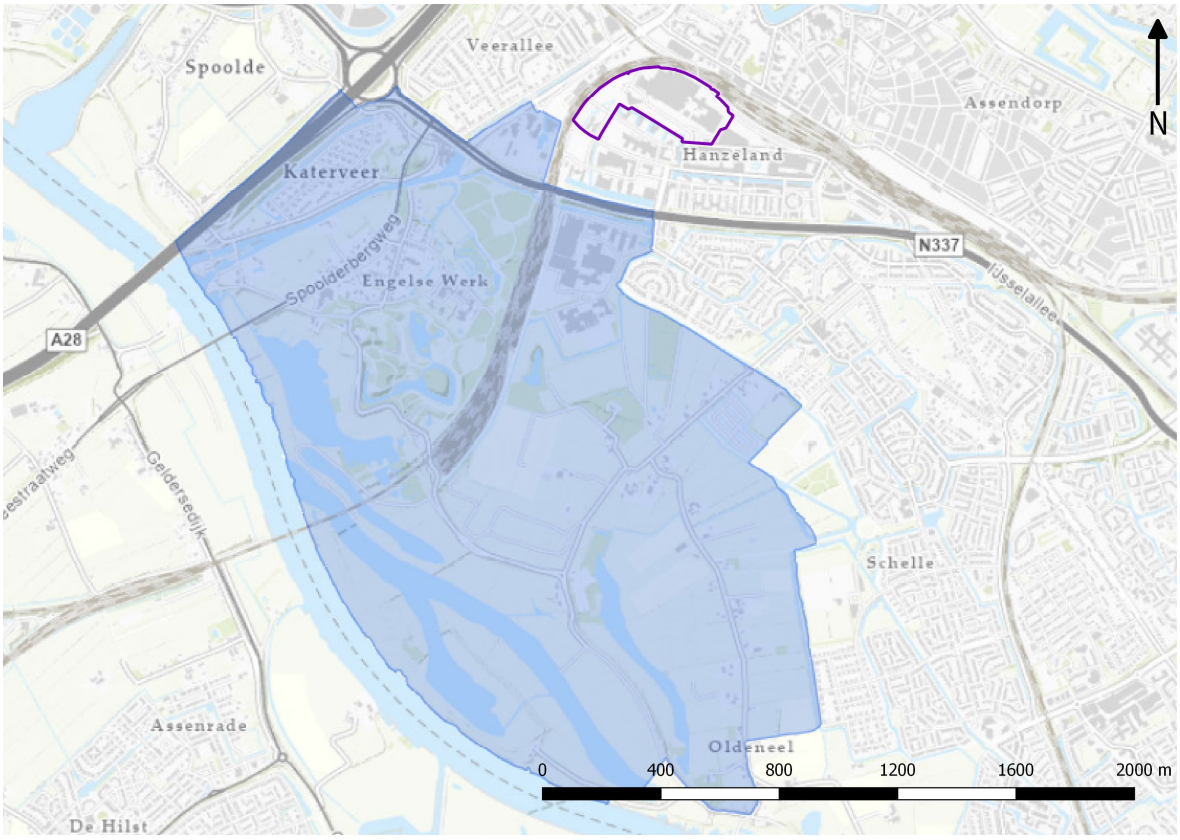
Daarom worden de volgende beheersmaatregelen aanbevolen:

- In de vergunningsaanvraag uit te gaan van het filtertraject 45-90 m-mv conform het bodemenergieplan, zodat in ieder geval de beoogde broncapaciteit behaald wordt;
- Tijdens de realisatiefase de variaties in bodem- en grondwaterkwaliteit te meten tot 90 m-mv bij alle vier de bronclusters (i.e. zoekgebieden bodemenergieplan binnen de projectlocatie);

- Indien mogelijk de filters van 60-90 m-mv te stellen om het risico zoveel mogelijk te verkleinen. Op basis van de beschikbare boorgegevens en het huidige bronontwerp lijkt dit inpasbaar.

3.2.4. Drinkwaterwinning

Er is een drinkwaterwinning direct ten zuidwesten van het projectgebied (figuur 5). Deze drinkwaterwinning bevindt zich zowel in het eerste als tweede watervoerend pakket. Het beoogde bodemenergiesysteem mag geen negatieve invloed hebben op deze drinkwaterwinning. Tijdens de effectenstudie en de nog aan te vragen vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO zullen de thermische en hydrologische effecten van het beoogde bodemenergiesysteem op de drinkwaterwinning, in combinatie met de verontreinigingen en interceptieput (hoofdstuk 3.2.5), inzichtelijk worden gemaakt en afgestemd worden met de Provincie Overijsssel.



Figuur 5 Drinkwaterwingebied in blauw met de projectlocatie in paars.

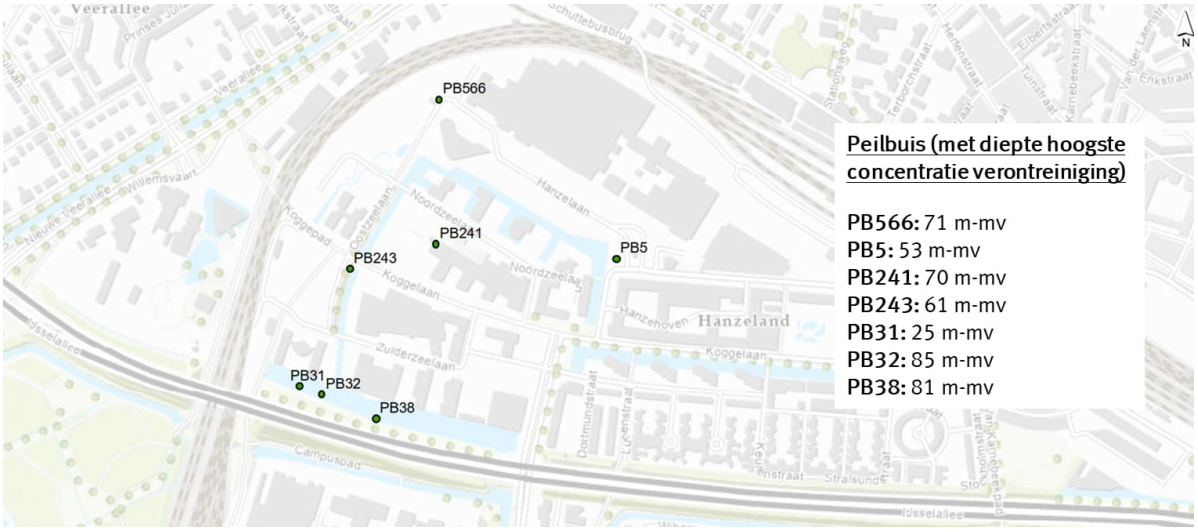
3.2.5. Verontreinigingen

In het gebied van de projectlocatie zijn bodemonderzoeken uitgevoerd. Op de projectlocatie hebben verontreinigende activiteiten in het verleden plaatsgevonden, hierdoor bevinden zich

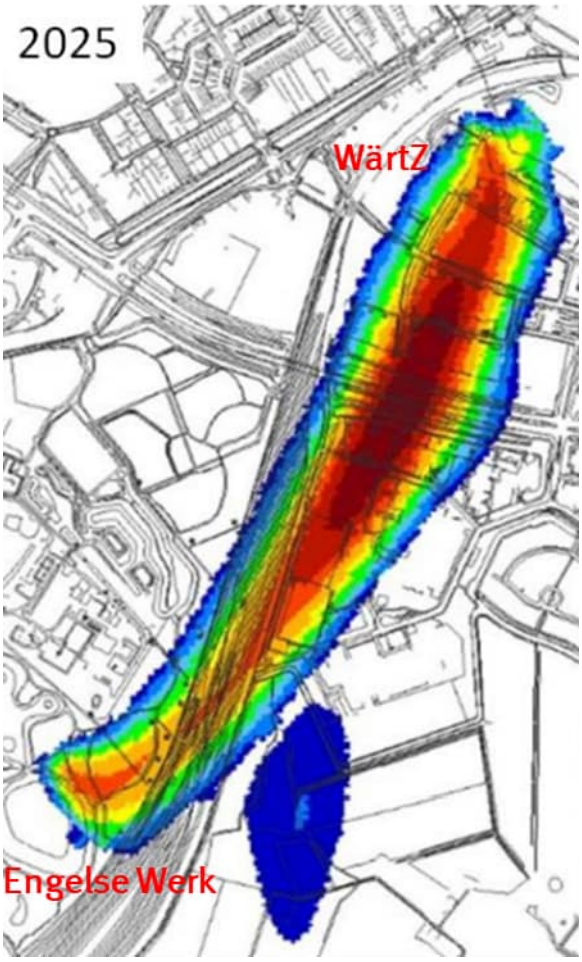
(VOCL) verontreinigingen in de bodem en grondwater tot een maximum gemeten diepte van 90 m-mv (figuur 6 en figuur 7). Vanuit het gebiedsgericht grondwaterbeheer en het bodemenergieplan is het toegestaan dat deze verontreiniging verspreid wordt binnen het projectgebied (bijlage 5). Om de verontreiniging verder beheersbaar te maken, gaat de gemeente Zwolle een interceptieput realiseren (zie locatie in figuur 3). Er is bij de gemeente geverifieerd dat hier verder geen rekening mee gehouden hoeft te worden zolang de bronlocaties voldoen aan de zoekgebieden in het bodemenergieplan (bijlage 5).

Tijdens de effectenstudie en de nog aan te vragen vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO zullen de thermische en hydrologische effecten van het beoogde bodemenergiesysteem op de drinkwaterwinning, verontreiniging en interceptieput nog wel inzichtelijk worden gemaakt en indien noodzakelijk nader afgestemd worden met de Provincie Overijsssel.

Omdat VOCL een vluchtige stof is, zijn er aanvullende beheers- en veiligheidsmaatregelen nodig bij de realisatie en exploitatie van de beoogde bronnen, onder andere met betrekking tot materiaalkeuze van leidingen, TSA en andere componenten, en beschermende uitrusting van personeel. Vervuilde grond en grondwater moet daarnaast op een juiste en veilige manier behandeld en afgevoerd worden, en de grondwaterkwaliteit dient bemonsterd en gemonitoord te worden tijdens de exploitatiefase conform de eisen in de Omgevingsvergunning WKO, ook vanwege de complexe bodemopbouw. Dit dient vastgelegd te worden in het detailontwerp en een V&G plan.



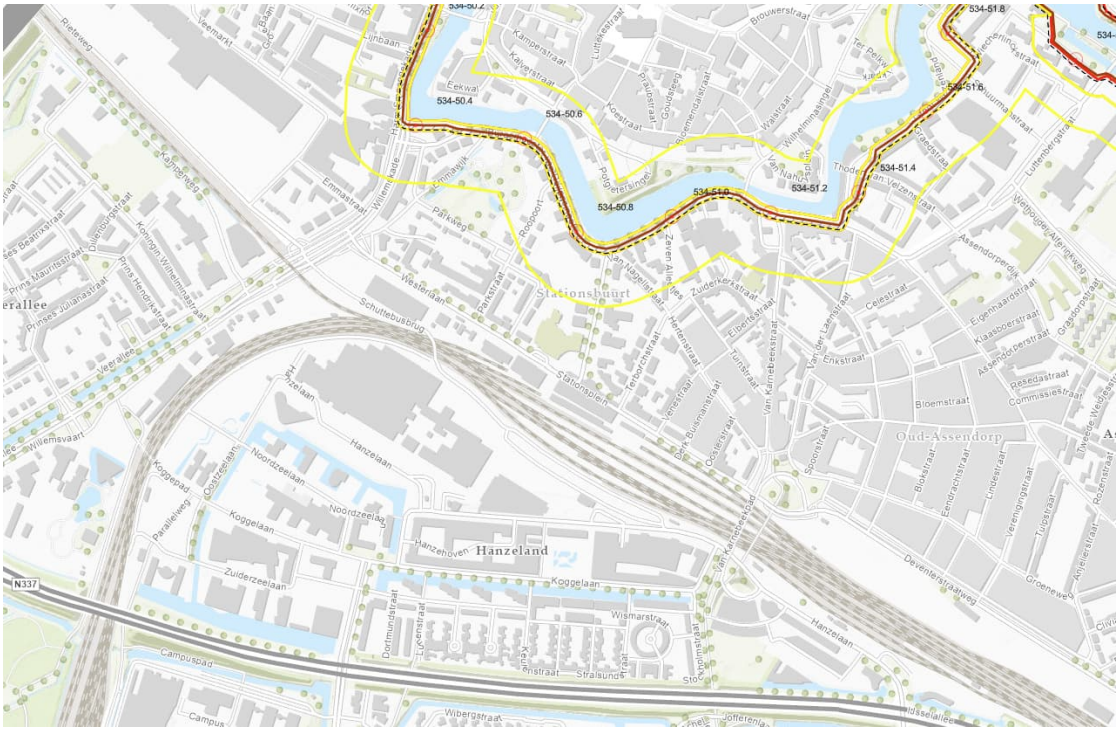
Figuur 6 Peilbuizen waar VOCL verontreinigingen gemeten zijn, inclusief de diepte van recent de hoogst gemeten concentratie (bron: Rapportage monitoring grondwaterverontreiniging 2023, Engelse Werk te Zwolle, opgesteld door Witteveen & Bos).



Figuur 7 Gemodelleerde pluim VOCL, situatie 2025 (bron: Rapportage monitoring grondwaterverontreiniging 2023, Engelse Werk te Zwolle, opgesteld door Witteveen & Bos).

3.2.6. Infrastructuur

Direct ten noorden van de projectlocatie ligt een trein spoorlijn. Daarnaast ligt op circa 350 meter ten noordoosten van de projectlocatie een waterkering inclusief een beschermingszone (figuur 8). Het Waterschap Drents Overijsselse Delta is hier bevoegd gezag voor. Uit contact met het waterschap is gebleken dat het aanleggen van bronnen en bijbehorend leidingwerk binnen de beschermingszones vergunningplichtig is. De beoogde bronnen bevinden zich echter niet binnen deze beschermingszones. Naar verwachting is de door de stijghoogteverandering veroorzaakte zetting op de spoorlijn en waterkering verwaarloosbaar. In de vervolgfase (effectenstudie) worden de hydrologische en grondmechanische effecten (zettingen) ten gevolge van het beoogde systeem berekend.



Figuur 8 Waterkering nabij het projectgebied.

3.2.7. Gemeentegrond en leidingwerk

De bronnen worden gerealiseerd op gemeentegrond binnen de zoekgebieden van het bodemenergieplan. Daarbij is rekening gehouden met het aanwezige en geplande leidingwerk bij de gebiedsontwikkeling, zoals verder toegelicht in de bron- en boorgatconfiguratie van hoofdstuk 5.1. Belangrijk is wel om steeds de inpassing te blijven toetsen tijdens de hierop volgende projectfases (detailontwerp en realisatiefase). Daarnaast worden in dat stadium gemeentelijke vergunningen aangevraagd bij de Gemeente Zwolle voor de realisatie van het bodemenergiesysteem, waaronder een aanlegvergunning en een omgevingsvergunning.

4. Juridisch kader (Omgevingswet WKO)

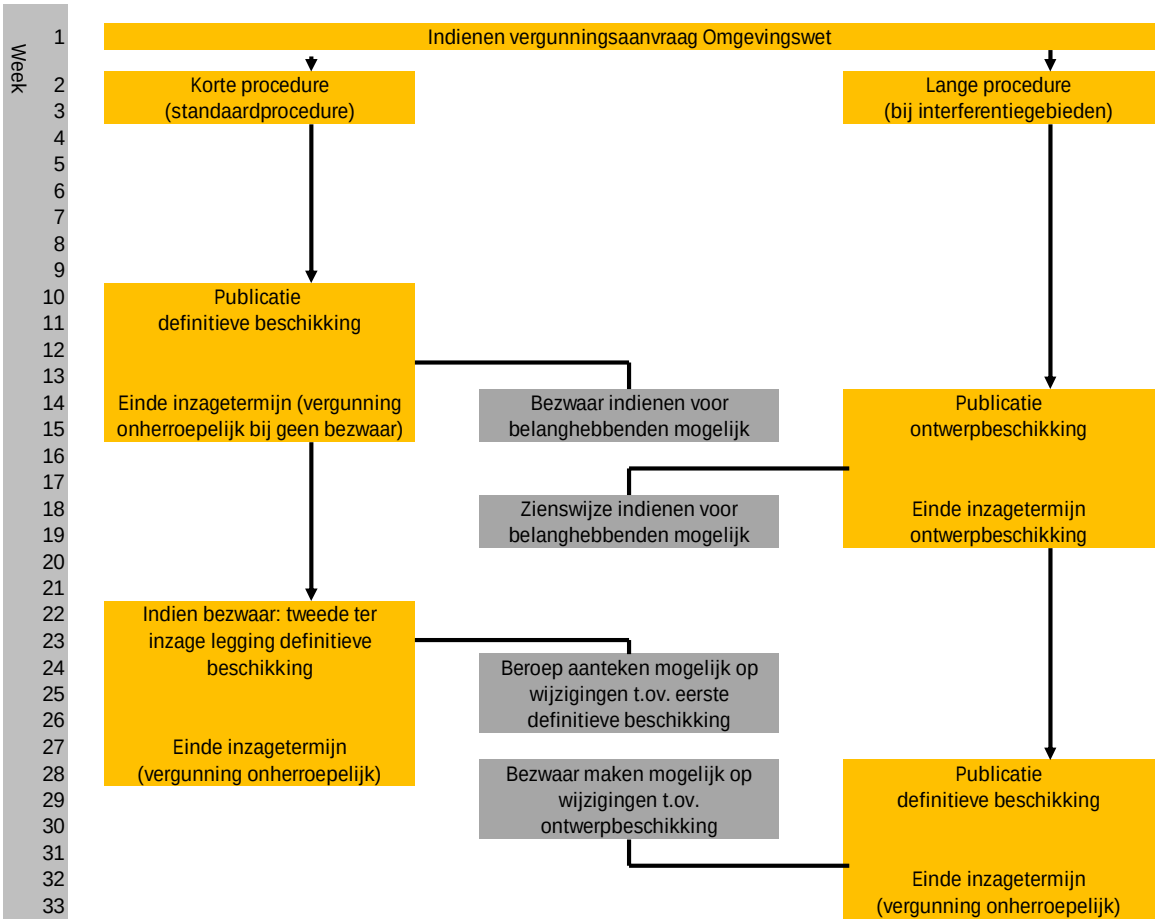
Een open bodemenergiesysteem dient aan wettelijke eisen te voldoen ter bescherming van de bodem, het grondwater en de gebruikers. De vergunninghouder is verantwoordelijk voor het aanvragen van de vergunningen, meldingen en toestemmingen horend bij de wettelijke eisen voor een open bodemenergiesysteem. De vergunning Omgevingswet WKO is de belangrijkste uit dit overzicht, en wordt daarom hier in meer detail omschreven.

Voor het onttrekken en infiltreren van grondwater voor een bodemenergiesysteem is een vergunning in het kader van de Omgevingswet WKO benodigd. Deze vergunningsaanvraag wordt voor deze projectlocatie ingediend bij de Provincie Overijssel samen met een effectenstudie waarin de thermische en hydraulische effecten van het bodemenergiesysteem op de omgeving zijn beschouwd. Er is geen proceduretijd vastgesteld voor de vergunning Omgevingswet WKO. De vroegere proceduretijd voor de op 1 januari 2024 vervallen vergunning Waterwet bedroeg acht weken maar dit kon voor complexe projecten oplopen tot zes maanden. Op moment van schrijven is geen m.e.r.-beoordeling vereist voor het bodemenergiesysteem sinds januari 2024.

Bij een vergunningsaanvraag voor een open bodemenergiesysteem in de Provincie Overijssel zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- De infiltratietemperatuur in de bronnen mag niet hoger zijn dan 25°C;
- Het veroorzaken van een warmteoverschot in de bodem is niet toegestaan;
- Verzilting van zoet grondwater is niet toegestaan;
- De bronnen van een bodemenergiesysteem bevinden zich in één watervoerend pakket;
- Bodemenergiesystemen mogen elkaar niet negatief beïnvloeden door interferentie;
- Andere belangen binnen het invloedsgebied van het bodemenergiesysteem mogen niet nadelig worden beïnvloed (zoals verontreinigingen, natuur, landbouw, archeologie, bebouwing en infrastructuur);
- Bodemenergiesystemen zijn niet toegestaan in drinkwaterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones;
- De maximale boordiepte is 90 m-mv. Dit is in dit geval gelijk aan de beleidsregels uit het bodemenergieplan.

Figuur 9 is een voorbeeld overzicht van de procedures bij de vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO.

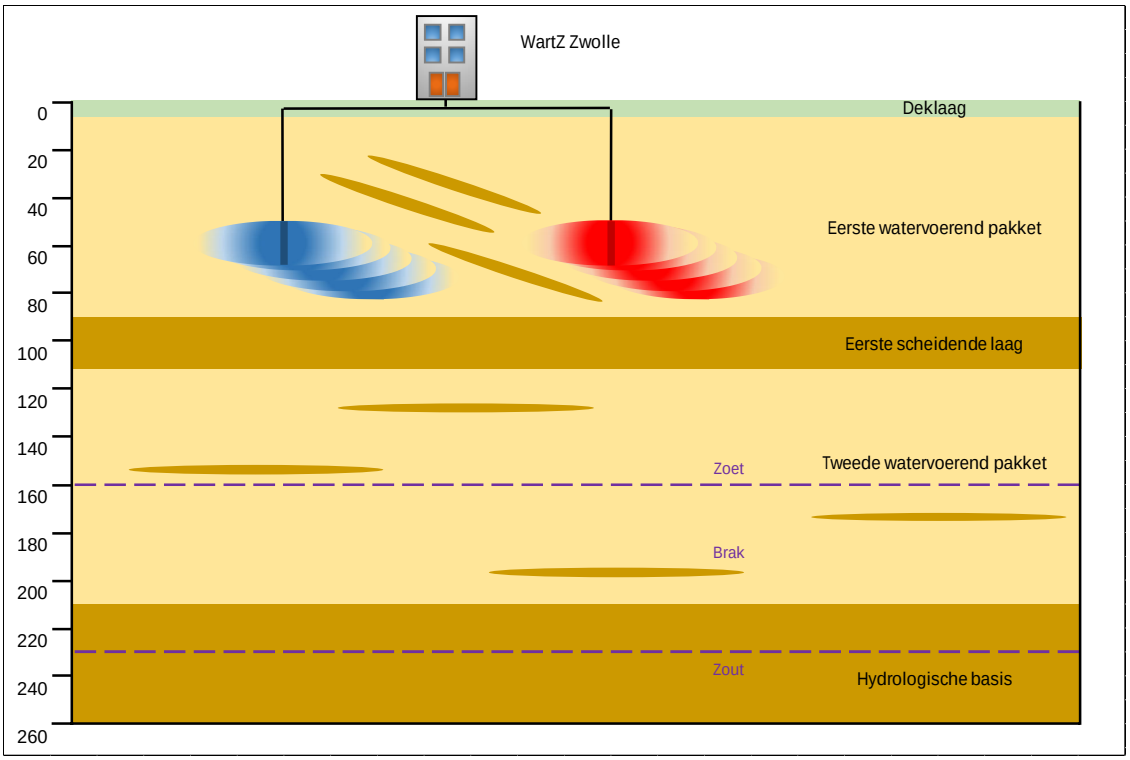


Figuur 9 Procedure vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO (doorlooptijd indicatief)

5. Opzet bronsysteem

5.1. Bron- en boorgatconfiguratie

De bron- en boorgatconfiguratie is ontworpen op basis van de energetische uitgangspunten volgend uit de energievraag van het gebouw (hoofdstuk 2), de bodem- en omgevings-eigenschappen (hoofdstuk 3) en de NVOE onttrekkings- en infiltratienormen voor open bodemenergiesystemen (bijlage 3 Protocol BRL 11.000). Er is gekozen voor een collectief open bodemenergiesysteem, bestaande uit vijf warme bronnen en vijf koude bronnen in het eerste watervoerend pakket. Deze zijn onderling verbonden met een bodemzijdig ZLT-net. Met deze opzet kan het bodemenergiesysteem een maximale capaciteit behalen van 700 m^3/h, wat voldoende is voor het gevraagde vermogen. De gekozen configuratie is weergegeven in figuur 4 en tabel 6.

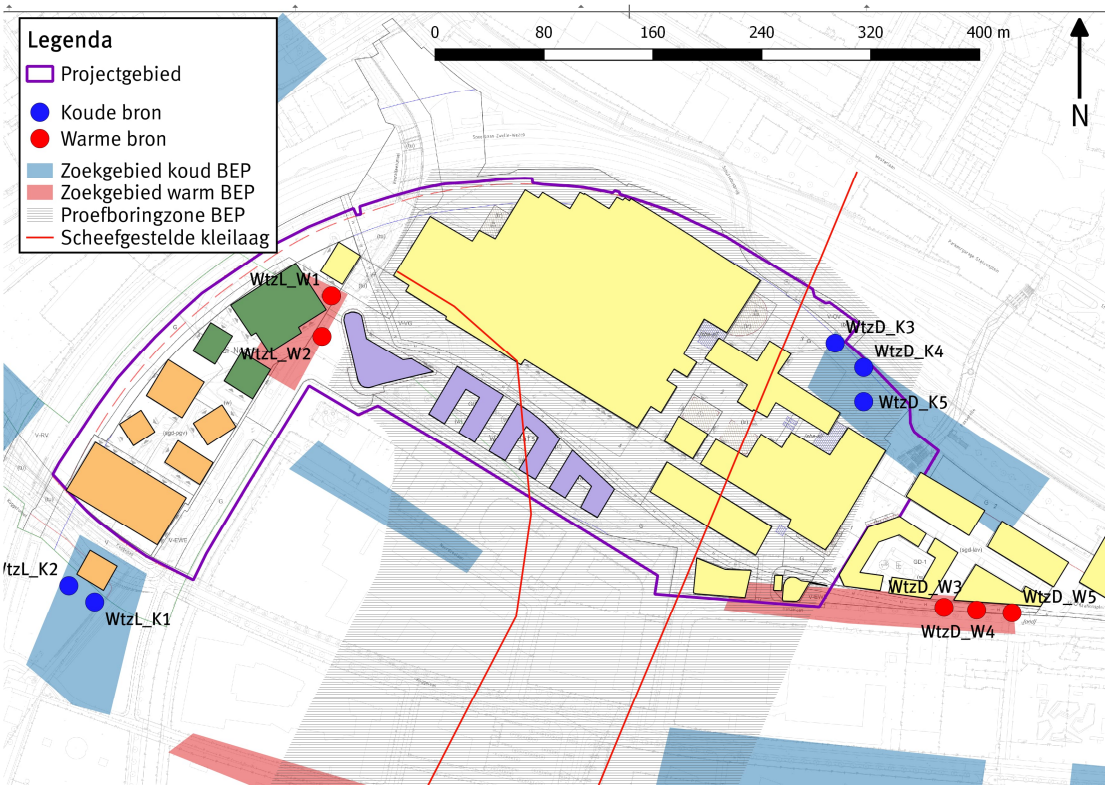


Figuur 10 Bodemopbouw met voorgestelde bronconfiguratie

Tabel 6 Bron- en boorgatconfiguratie bronsysteem

Eigenschap	Omschrijving
Pakketkeuze	1e watervoerend pakket (5-90 m-mv)
Aantal brondoubletten	5
Maximaal debiet [m^3/h]	140 m^3/h per bron, 700 m^3/h totaal
Gemiddelde waterverplaatsing [m^3/seizoen]	933.675
Minimale filterlengte (per filter) [m]	25
Filtertraject [m-mv]	45-90 m-mv (vergunning) 60-90 m-mv (realisatiefase, indien inpasbaar)
Maximale diepte boorgat [m-mv]	90
Minimale boorgatdiameter [mm]	650
Minimale bronafstanden binnen cluster [m]	25
Minimale bronafstanden tussen clusters [m]	140

De voorgestelde locatie en coördinaten voor de bronnen van het bodemenergiesysteem zijn weergegeven in figuur 11 en tabel 7. Hierbij is rekening gehouden met de omgevingseigenschappen, bestaande bronnen, gepland en aanwezig leidingwerk, en de zoekgebieden uit het bodemenergieplan Spoorzone Zwolle. Zodra de vergunningaanvraag Omgevingswet WKO is ingediend liggen deze bronlocaties in principe vast en kan slechts 10 meter afgeweken worden van de gekozen broncoördinaten.



Figuur 11 Voorgestelde bronlocaties

Tabel 7 RD-coördinaten van de bronlocaties

Bronnaam	x-coördinaat	y-coördinaat
WtzL_W1	202.189	502.264
WtzL_W2	202.182	502.234
WtzL_K1	202.015	502.039
WtzL_K2	201.996	502.051
WtzD_W3	202.639	502.035
WtzD_W4	202.663	502.033
WtzD_W5	202.689	502.031
WtzD_K3	202.559	502.229
WtzD_K4	202.580	502.211
WtzD_K5	202.580	502.186

Aandachtspunten bij dit bronontwerp zijn:

- Vanwege redox wordt aanbevolen de filters zo diep mogelijk te stellen in het eerste watervoerend pakket (vanaf 60 m-mv), indien dit inpasbaar blijkt tijdens het boren. Bij de vergunningsaanvraag wordt uitgegaan van een traject van 45-90 m-mv conform het bodemenergieplan (zie ook hoofdstuk 3.2.2);
- De bronnen K3, K4 en K5 liggen in de proefboringzone uit het bodemenergieplan (zie ook hoofdstuk 3.2.2). Voor de dichtstbijzijnde bron bij de scheefgestelde kleilaag (bron K3) zal dus een proefboring moeten plaatsvinden, waarna het is toegestaan om naderhand de proefboring af te werken tot WKO-bron.

5.2. Risicoanalyse

Conform de BRL 11.000 zijn de technische risico's voor deze bron- en boorgatconfiguratie onderzocht op basis van de hiervoor omschreven gegevens. Hierbij zijn gevolgen, beheersmaatregelen en noodzaak voor aanvullend onderzoek nader beoordeeld (zie tabel 8).

Tabel 8 Risicoanalyse.

Legenda: groen = geen belemmering of aandachtspunt, geel = aandachtspunt of risico, rood = belangrijk risico of belemmering

Risico	Beoordeling	Gevolgen	Beheersmaatregel / aanvullend onderzoek
Scheefgestelde kleilaag		Redox; aanvullende eisen gemeente m.b.t. waterverplaatsingen (bijlage 5)	Filters zo diep mogelijk stellen; grondwaterkwaliteit meten; rekening houden met gemeentelijke eisen waterverplaatsingen bij regeltechnisch ontwerp
Niet behalen capaciteit		Gewenste capaciteit wordt niet gehaald	Bronnen op maximale boordiameter ontwerpen, en maximale inspanning om bronnen te ontwikkelen
Thermische verliezen		Gewenste energie kan niet worden geleverd	Bronconfiguratie afstemmen op richting grondwaterstroming. Om deze reden worden warme bronnen 3, 4 en 5 zo ver mogelijk richting het oosten geplaatst.
Aanwezigheid verontreinigingen		Aantreffen verontreinigde grond en grondwater tijdens realisatie	Aanvullende maatregelen bij realisatie bodemenergiesysteem met betrekking tot afvoeren van vervuilde grond.
Aantrekken verontreiniging		Interactie interceptieput en drinkwaterwingebied	Afstemming Provincie Overijssel, daaropvolgend vergunningsaanvraag. Veiligheidsmaatregelen noodzakelijk tijdens realisatie en exploitatie. Grondwaterkwaliteit bemonsteren en monitoren tijdens exploitatiefase.
Aanwezigheid artesisch water (stijghoogte grondwater hoger dan maaiveld)		Niet van toepassing	Niet van toepassing
Opbarstrisico door plaatsen filters in ondiepe lagen		Niet van toepassing, bronnen voldoen aan opbarstcriterium	Om het risico op opbarsten te minimaliseren kan de omstorting van de bron gedeeltelijk worden uitgevoerd met beton tijdens de realisatiefase. Daarnaast kunnen alle bronnen voorzien worden van niveau alarmering om opbarsting te voorkomen.
Beïnvloeding andere belangen		Maatregelen bevoegd gezag, lange vergunningsprocedure	Inzichtelijk maken invloed en vervolgens afstemming met andere initiatiefnemers indien nodig.

Er zijn een aantal belangrijke aandachtspunten en risico's bij het beoogde bodemenergiesysteem. De benoemde beheersmaatregelen dienen nageleefd te worden om tot een juridisch haalbaar en goed functionerend systeem te komen.

5.2.1. Scheefgestelde kleilaag

Vanwege de aanwezigheid van complexe gestuwde kleilaag in het midden van het projectgebied zijn er de volgende consequenties:

- Er is onzekerheid over de diepte van een redoxgrens in het beoogde watervoerende pakket. Deze kan lokaal variëren. Als beheersmaatregel wordt daarom aanbevolen om de bronfilters zo diep mogelijk te plaatsen (indien haalbaar vanaf 60 m-mv) en om de bodem- en grondwaterkwaliteit te meten bij alle vier de bronclusters. Zie voor meer details hoofdstuk 3.2.3;
- Door het toepassen van een bodemzijdige koppeling bij het beoogde collectieve bodemenergiesysteem zijn aanvullende eisen van de gemeente van toepassing. De waterverplaatsingen aan één kant van de scheefgestelde kleilaag moeten gelijk zijn op ieder moment. Ofwel er wordt evenveel water geïnfiltreerd als onttrokken aan één kant, terwijl de energievraag wel bij een gebouw aan de andere kant vandaan kan komen. Dit dient regeltechnisch ontworpen te worden tijdens het detailontwerp en realisatiefase. Zie voor meer details hoofdstuk 3.2.2;
- De bron K3 ligt in de proefboringzone en het meest dichtbij de scheefgestelde kleilaag uit het bodemenergieplan. Voor deze bron zal dus een proefboring moeten plaatsvinden, waarna het is toegestaan om naderhand de proefboring af te werken tot WKO-bron.

5.2.2. Verontreinigingen

Op de projectlocatie bevinden zich (VOCL) verontreinigingen tot een maximum gemeten diepte van 90 m-mv. De kenmerken, effectenberekeningen, relatie met de drinkwaterwinning en beheersmaatregelen bij deze verontreiniging zijn in meer detail omschreven in hoofdstuk 3.2.4 en 3.2.5.

6. Conclusies en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies uit dit geohydrologisch voorontwerp zijn:

- De bodemopbouw bij dit project is geschikt voor het toepassen van een (voldoende groot) open bodemenergiesysteem;
- Het beoogde bodemenergiesysteem bestaat uit vijf bronparen met een gezamenlijke capaciteit van 700 m^3/h, wat aansluit op de bovengrondse vermogensvraag.

Aandachtspunten en risico's bij dit bodemenergiesysteem zijn:

- Er is een bodemenergieplan aanwezig alsmede een complexe scheefgestelde kleilaag in het midden van het projectgebied. In het huidige ontwerp is rekening gehouden met de zoekgebieden uit dit bodemenergieplan en de beheersmaatregelen met betrekking tot de scheefgestelde kleilaag. Vanwege synergievoordelen is toestemming verleend door de gemeente voor afwijking op het bodemenergieplan, namelijk het direct bodemzijdig koppelen van de bronnen aan weerszijden van de kleilaag. Die toestemming is wel op voorwaarde dat de waterverplaatsingen aan één kant van de scheefgestelde kleilaag gelijk zijn op ieder moment. Ofwel er wordt evenveel water geïnfiltreerd als onttrokken aan één kant, terwijl de energievraag wel bij een gebouw aan de andere kant vandaan kan komen. Dit dient regeltechnisch ontworpen te worden tijdens het detailontwerp en realisatiefase;
- Onder de 35 m-mv is naar verwachting geen redoxgrens meer aanwezig; het grondwater is al relatief ondiep anaeroob in samenstelling. Echter is de bodemopbouw gestuwd, wat kan zorgen voor variaties in de diepte van de redoxgrens. Het aantrekken van verschillende waterkwaliteiten leidt tot putverstopping;
- Ten zuiden van het project ligt een drinkwaterwinning. Bovendien is er een grondwaterverontreiniging aanwezig tot 90 m-mv, waarvoor de gemeente Zwolle een interceptieput gaat realiseren om deze beheersbaar te houden. Conform het bodemenergieplan en vanuit afstemming met de gemeente hoeft hier geen rekening mee gehouden hoeft te worden zolang de bronlocaties voldoen aan de zoekgebieden uit het bodemenergieplan. Tijdens de effectenstudie en vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO zullen de thermische en hydrologische effecten van het beoogde bodemenergiesysteem op de drinkwaterwinning, verontreiniging en interceptieput inzichtelijk worden gemaakt en indien noodzakelijk nader afgestemd worden met de Provincie Overijsssel;
- Direct ten noorden van de projectlocatie ligt een treinspoor en op 350 meter ten noordoosten een waterkering, wat zettingsgevoelige bouwwerken zijn;
- Op basis van de gegevens zoals bekend tijdens het opstellen van dit voorontwerp is de beoogde bronlocatie inclusief het bijbehorende leidingwerk inpasbaar op gemeentegrond, maar het aan te leggen leidingwerk vormt een belangrijk aandachtspunt.

Het bodemenergiesysteem is haalbaar indien deze aandachtspunten en risico's voldoende in acht worden genomen. Daarbij worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Ten aanzien van de redoxgrens wordt aanbevolen om in de vergunningsaanvraag uit te gaan van het filtertraject 45-90 m-mv conform het bodemenergieplan, zodat in ieder geval de beoogde broncapaciteit behaald wordt. Vervolgens wordt aanbevolen om tijdens de realisatiefase de variaties in bodem- en grondwaterkwaliteit te meten tot 90 m-mv bij alle vier de bronclusters (i.e. zoekgebieden bodemenergieplan binnen de projectlocatie). Indien mogelijk kunnen de filters dan van 60-90 m-mv gesteld worden om het risico op redox zoveel mogelijk te verkleinen. Op basis van de beschikbare boorgegevens en het huidige bronontwerp lijkt dit inpasbaar. Met de proefboring zoals benodigd conform bodemenergieplan kan ook meer inzicht worden verkregen in de diepte van de redoxgrens;
- Er dient rekening gehouden te worden met de VOCL verontreiniging in de bodem en grondwater tijdens de realisatie en exploitatie van het beoogde bodemenergiesysteem. Aanvullende veiligheids- en beheersmaatregelen dienen vastgelegd te worden in het detailontwerp en een V&G plan;
- Tijdens het detailontwerp en de realisatiefase van het bodemenergiesysteem dient daarnaast de inpasbaarheid van de beoogde bronlocaties en bijbehorende leidingwerk geverifieerd te worden door de booraannemer. Daarnaast worden in dat stadium gemeentelijke vergunningen aangevraagd bij de Gemeente Zwolle voor de realisatie van het bodemenergiesysteem, waaronder een aanlegvergunning en een omgevingsvergunning;
- Geadviseerd wordt om de vergunning Omgevingswet WKO aan te vragen op basis van de ontwerpuitgangspunten uit dit rapport. Hiervoor moet een effectenstudie opgesteld worden waarin de thermische, hydrologische en grondmechanische invloed van het beoogde bodemenergiesysteem op bestaande gebruikers, de omgeving en infrastructuur onderzocht worden en afgestemd met de Provincie Overijssel;
- De realisatie van het beoogde open bodemenergiesysteem dient conform de BRL 11.000 doorlopen te worden.

Bijlagen:

1 – BRL 11.000 afstemmingstabel – Verantwoordelijkheden (T1a-T1)
2 – Energiestroomschema gebouwzijdig ontwerp
3 – BRL 11.000 afstemmingstabel – Ontwerpuitgangspunten (T1a-T4)
4 – Notitie Techniplan analyse scheefgestelde kleilaag
5 – Afstemming gemeente bodemenergieplan en verontreiniging

techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project : **WärtZ Zwolle**
Onderwerp : **Verantwoordelijkheden ontwerpfase open bodemenergiesysteem**
Fase : **Bijlage 1**
BRL 11000 v3 scope 1a tabel 1a-T1, BRL 6000-21/00 d.d. 1-11-2019

Algemene gegevens

Ontwerper ondergrondse deel, conform BRL 11000 scope 1a
Firma: Techniplan Adviseurs
Projectleider: JWE

Ontwerper bovengrondse deel, conform BRL 6000-21/00
Firma: Techniplan Adviseurs
Projectleider: RMO, JAH

Verantwoordelijkheden

Zoals onderling vastgelegd bij de start van de ontwerpfase open bodemenergiesystemen

Onderwerp	Ontwerper Energiecentrale BES	Ontwerper Ondergrondse Deel	Andere partij
Energiecentrale BES			
Ontwerp Energiecentrale BES	x		
Systeemconcept Energiecentrale BES	x		
Uitgangspunten Energiecentrale BES (vraagspecificatie aan Ondergrondse Deel)	x		
Uitgangspunten energiebalans (koudeoverschot, sturingsmogelijkheden)	x		
Uitgangspunten TSA	x		
SPF bodemenergiesysteem	x		
Ondergrondse deel			
Ontwerp ondergronds Deel		x	
Haalbaarheid Ondergrondse Deel		x	
Ontwerp bronnen		x	
Toetsing op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten		x	
Toetsing onttrekkingstemperaturen en energiebalans		x	
Lozingsroute ontwikkel- en spuiwater		x	
SPF ondergronds deel		x	
Vergunningen			
Vergunningen		x	
Vergunningaanvraag bodemenergiesysteem		x	
Vergunningaanvraag/melding lozing		x	
Vergunningaanvraag/melding overig		x	
...			
...			

techniplan adviseurs bv
raadgevend ingenieursbureau

Project : **Wärtz Zwolle**
Onderwerp : **Energiestroomschema WKO decentraal + LWP (4-pijps)**
Bijlage 2

Uitgangspunten (input)

	Aansluitvermogen	Distributieverlies	Opgesteld vermogen	Verbruik	Distributieverlies	Opgesteld vermogen	Aanvoer T	Retour T
Warmte LT	9.092 kW	3%	9.370 kW	8.047 MWh	5%	8.450 MWh	45	35 C
Warmte HT	2.254 kW	5%	2.370 kW	2.180 MWh	25%	2.730 MWh	65	35 C
Koude HT	7.542 kW	2%	7.700 kW	5.738 MWh	2%	5.860 MWh	10	18 C
Koude LT	0 kW	3%	0 kW	0 MWh	3%	0 MWh	6	12 C

Blokschema

Warmte- en koudeopwekking

Koude HT
Vermogen 7.700 kW
Levering 5.860 MWh

Warmte LT
Vermogen 9.370 kW
Levering 8.450 MWh

Warmte HT
Vermogen 2.370 kW
Levering 2.730 MWh

Gebouwinstallaties

Energieopwekkingsinstallaties (BRL6000-21/00)

10 / 18
Direct uit bron
84% 6.502 kW
80% 4.688 MWh
10 / 18

10 / 18
Warmtepomp EER 4,0 SEER 4,0
16% 1.198 kW
1.961 kWe (max. winter)
586 MWh
147 MWhe
100% lozen op bron
340 m3/h
35 / 27

Direct uitwisselbaar 10%
586 MWh

45 / 35
LT Warmtepomp COP 4,3 SCOP 5
90% 8.433 kW
1.961 kWe
89% 7.508 MWh
1.502 MWhe
14 / 6

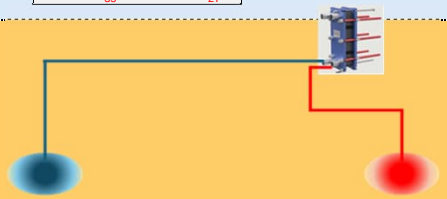
45 / 35
LT Luchtwarmtepomp COP 1,8 SCOP 3,2
100% 2.813 kW
1.563 kWe
3.103 MWh
970 MWhe
-10

65 / 35
HT Warmtepomp COP 4,8 SCOP 4,8
100% 2.370 kW
494 kWe
100% 2.730 MWh
569 MWhe
45 / 35

Energieopwekkingsinstallaties (BRL6000-21/00)

Bodemenergiesysteem (BRL11000)

laden 7 / leveren 9
Koude bron COP 30 SCOP 40
6.502 kW
217 kWe
5.421 MWh
136 MWhe
700 m3/h excl. Reg.*
LWP 700 m3/h incl. Reg.*
933.675 m3 waterverpl.



laden 17 / leveren 15
Warme bron COP 30 SCOP 40
6.472 kW
216 kWe
5.420 MWh
136 MWhe
697 m3/h excl. Reg.*
700 m3/h incl. Reg.*
933.633 m3 waterverpl.

* benodigd brondebiet voor regeneratie en condensorwarmtelozing op bron

techniplan adviseurs bv
ONAFHANKELIJK INGENIEURSBUREAU

Project : **WärtZ Zwolle**
Onderwerp : **Tabel 4.5 - Essentiële gegevens bodemenergiesysteem, gegevens dimensionering TSA, basisgegevens functioneel ontwerp**
Bijlage 3
ISSO-39 versie 2017

Algemene gegevens

Ontwerper grondwatersysteem (Ondergronds Deel)

Firma:	Techniplan Adviseurs
Projectleider:	JWE
Ontwerper W-installaties:	JWE
Ontwerper E-installaties:	n.v.t.
Ontwerper Meet- en regeltechniek:	n.v.t.

Ontwerper energiecentrale

Firma:	Techniplan Adviseurs
Projectleider:	RMO
Ontwerper W-installaties:	JAH
Ontwerper E-installaties:	n.v.t.
Ontwerper Meet- en regeltechniek	n.v.t.

Tabel 8.1: Ontwerpuitgangspunten

Vraagspecificatie aan het ondergronds deel (uit te wisselen)
Opmerking: de kolommen minimaal/gemiddeld/maximaal worden waar nodig gebruikt om bandbreedtes in energiestromen, maximale afwijkingen en jaargemiddelde verwachte waarden aan te geven.
Bij koude laden is de infiltratietemperatuur lager dan de onttrekkingstemperatuur
Bij warmte laden is de infiltratietemperatuur hoger dan de onttrekkingstemperatuur

Ontwerpgegevens	Eenheid	ontwerpsituatie		minimaal		jaargemiddeld		maximaal	
		Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden
Energiestroom warmte en koudelevering (met bronnen)	MWh/jaar	5.420	5.421	3.794	3.794	5.420	5.421	7.046	7.047
Aanvullende energiestroom regeneratie	MWh/jaar	0	0	0	-3.252	0	0	0	3.252
Aanvullende afvoer condensorwarmte bij warmtepomp als koelmachine	MWh/jaar	-	34			-	34		
Totaal energiestroom bronnen (inclusief bandbreedte)	MWh/jaar	5.420	5.455	*	*	5.420	5.455	*	*
Netto overschot in de bodem (inclusief bandbreedte)	MWh/jaar	0	35	*	*	0	35	*	*
Vermogen warmte en koudelevering	kW	6.472	6.502	647	650			6.472	6.502
Aanvullend vermogen regeneratie	kW	0	650	0		0		0	650
Aanvullend vermogen bij afvoer condensorwarmte bij WP als koelmachine	kW	-	177	-		-		-	177
Totaal vermogen	kW	6.472	7.329	647				6.472	7.329
Natuurlijke bodemtemperatuur	°C	12	12						
Onttrekkingstemperatuur	°C	15	9						
Infiltratietemperatuur	°C	7	17						
ΔT tussen onttrekking en infiltratie	K	8	8						
Brondebiet	m^3/h	700	700	70,0	70,0			700	700
Ontwerpcapaciteit bronpompen (vergunningaanvraag)	m^3/h								
Grondwaterverplaatsing	$m^3/jaar$	933.633	933.675	653.543	653.572	933.633	933.675	1.167.067	1.167.067
Grondwaterverplaatsing (vergunningaanvraag)	$m^3/jaar$	933.633	933.675			933.633	933.675	1.167.067	1.167.067
Energiegebruik bronpompen	MWh/jaar	136	136	95	95	136	136	194	194
SPF_{BES} (totaal verwarmen en koelen)	-								
Aanvullende gegevens nodig?									
- jaarbelastingduurkromme of uurlijkse vraagspecificatie	ja/nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
- afwijkende condities voor de startsituatie	ja/nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
- ...									

Tabel 8.2: Uitgangspunten ontwerp/detailengineering: gegevens TSA

Ontwerpgegevens	Eenheid	ontwerpsituatie		minimaal		maximaal	
		Gebouwzijdig	Grondwaterzijdig	Gebouwzijdig	Grondwaterzijdig	Gebouwzijdig	Grondwaterzijdig
Transportmedium	-	Water	Grondwater				
Ontwerpdebiet per bron	m^3/h	140	140	14,0	14,0	140	140
Intredetemperatuur	°C	18	9	18	9		
Uittredetemparatuur	°C	10	17	10	17		
Drukval bij ontwerpdebiet	kPa	60	60			60	60
Overdruk t.o.v. de atmosfeer ter hoogte van de TSA	kPa						
Rekenen met vervuilingsfactor	m^2K/W						
Locatie van de omkeervoorziening	-	bovengrond					
Materiaal	-	RVS 316					
Scheiding: enkel/dubbel	enkel/dubbel	enkel					

8.3: Uitgangspunten ontwerp/detailengineering: regeling en automatisering

Uitgangspunten	Eenheid	
Regelbaarheid pompdebiet: lineair traploos regelbaar?	ja/nee	Ja
Minimale terugregelbaarheid bronpompen (% van maximale debiet)	%	10
Maximale aantal starts en stops bronpompen per uur	-	4
Methode waarmee de beoogde functionele werking is beschreven	opties:	* ISSO-publicatie 69 * ISSO-publicatie 69 aangevuld met objectgeorienteerde aanpak.
- Lijst met instellingen en setpoints van de ondergrondse installatie - Gegevens functiematrix - Gegevens instrumentatie en data ten behoeve van het bepalen van de SPFbes	opties:	* volledig * enkel de signalen die over de scheidslijn uitgewisseld worden.
Wordt er gebruik gemaakt van één geïntegreerde automatiseringsinstallatie?	Ja/nee	

techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU



WärtZ te Zwolle
Bijlage 4 - Onderzoek bodemzijdige koppeling bronnen

18 februari 2026

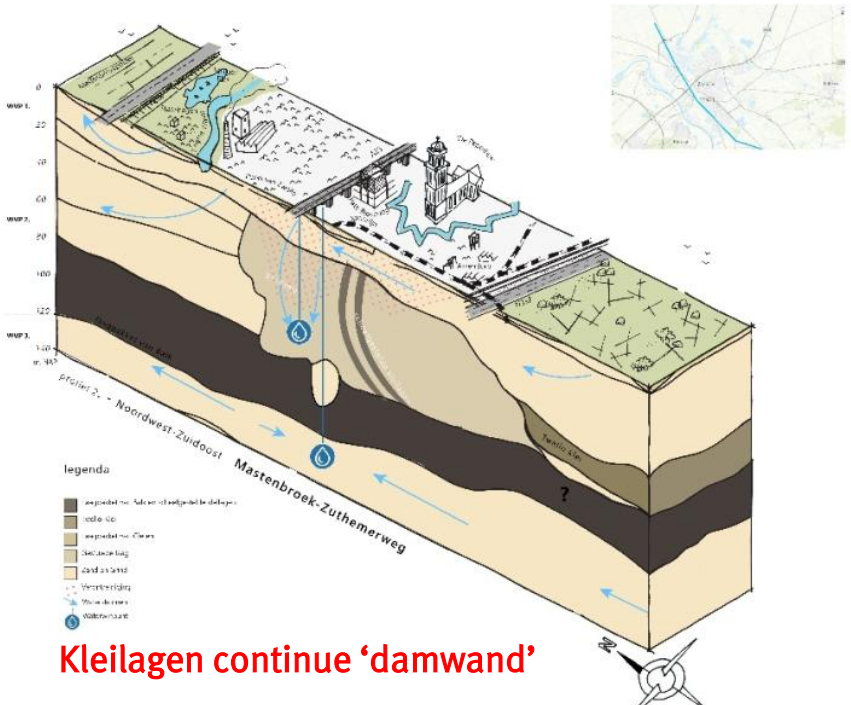
Scheefgestelde kleilaag

Kenmerken scheefgestelde kleilaag:

- Complexe gestuwde afzetting
- Onduidelijk of kleilaag continue ‘damwand’ is of meer sporadisch, o.b.v. eerder onderzoek

Systeemupdate ondergrond Witteveen & Bos: “Het is namelijk allerminst zeker dat de scheefgestelde kleilagen een aaneengesloten massa betreft zoals deze afbeelding suggereert. Mogelijk is er sprake van losliggende segmenten die niet met elkaar verbonden zijn, maar die de stroming wel sterk kunnen beïnvloeden.”

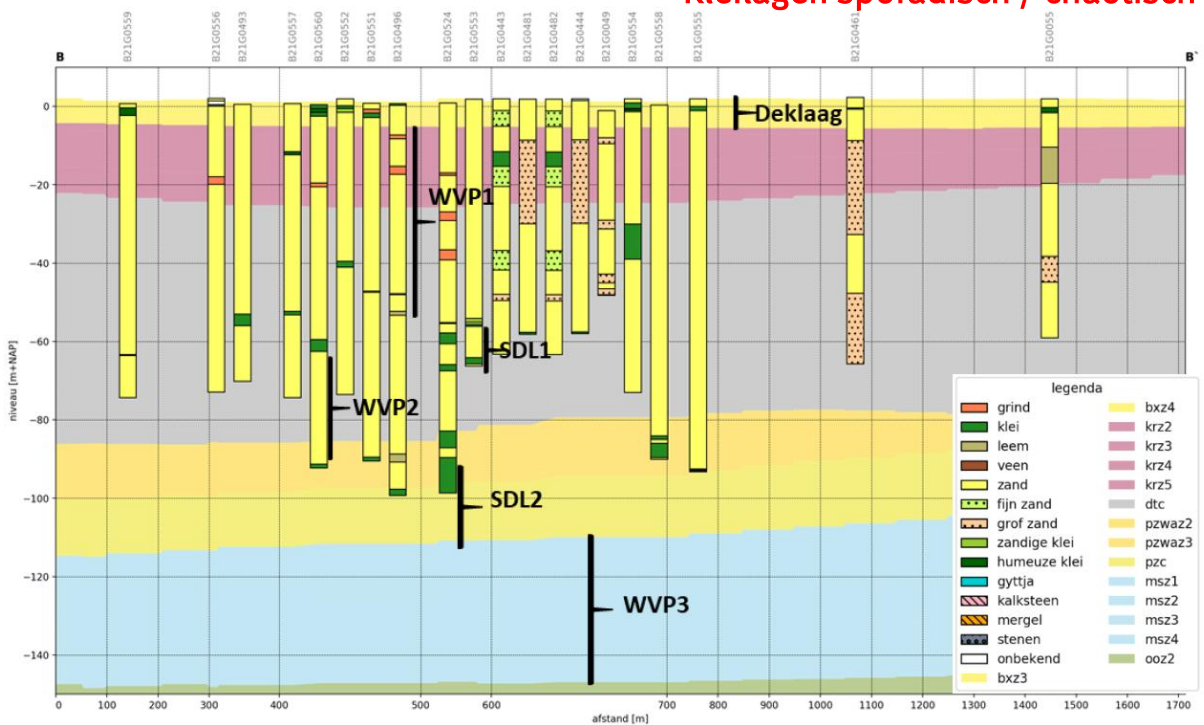
➔ Er zijn relatief veel boringen, maar analyse correlatie bodemlagen ontbreekt



Kleilagen continue ‘damwand’



Kleilagen sporadisch / chaotisch



Geohydrologisch onderzoek – Toetsingskaders

Boringen

- Analyse bestaande boringen d.m.v. dwarsdoorsnedes in verschillende richtingen, ook binnen zone scheefgestelde kleilaag;
- Geologische interpretatie kleilagen en aquifers.

Stijghoogtes

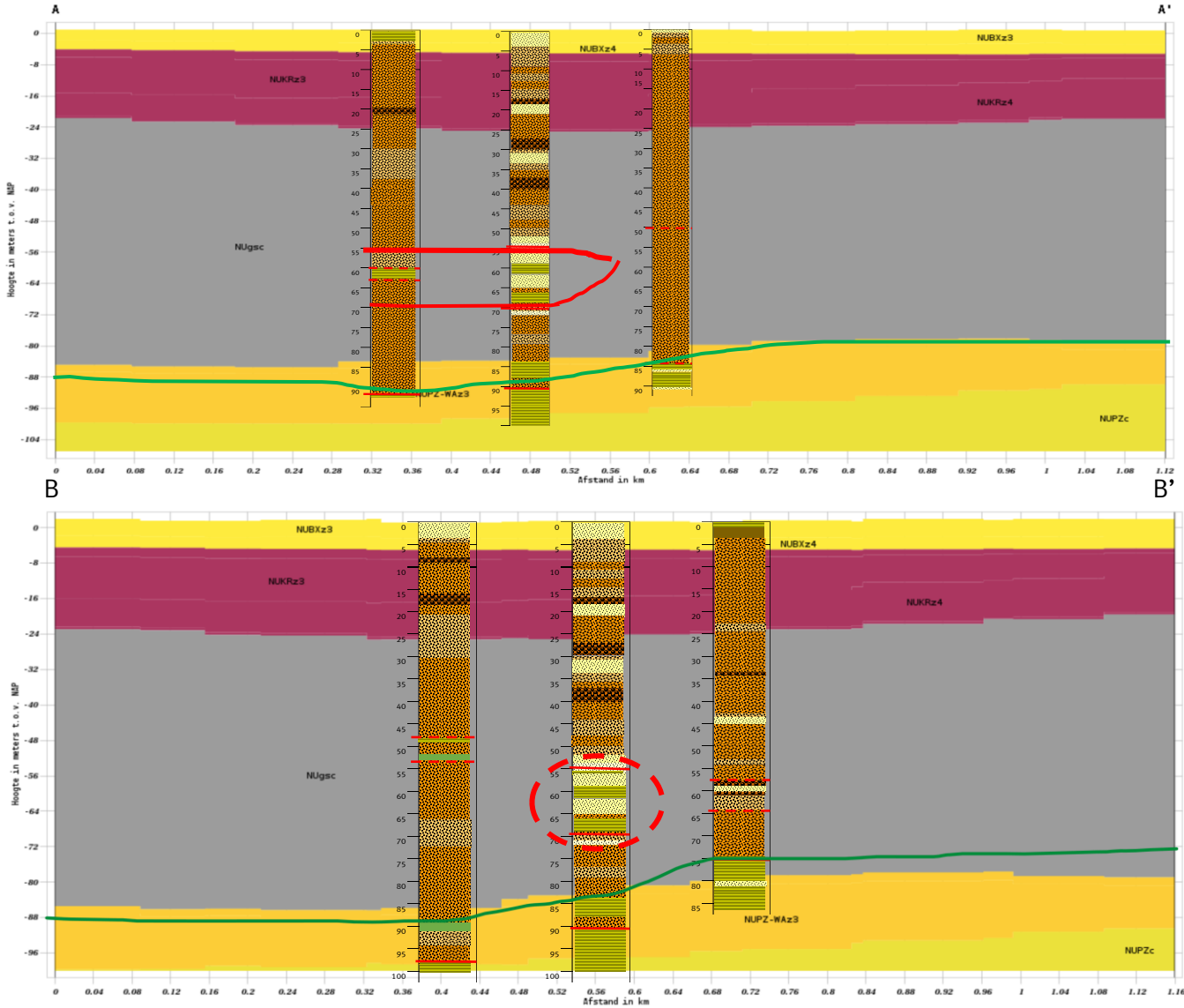
- Plotten stijghoogtes in beoogd watervoerend pakket aan weerszijden zone scheefgestelde kleilaag;
- Kwantificering toetsingskader: Stijghoogteveranderingen van minder dan 1 meter bij bodemenergiesystemen leveren geen belemmering op bij functioneren.

Grondwaterkwaliteit (redox)

- Plotten grondwaterkwaliteit (aeroob versus anaeroob) aan weerszijden zone scheefgestelde kleilaag
- Kwantificering toetsingskader: Als redoxzone gelijk is aan weerszijden, dan vormt een directe bodemzijdige koppeling geen extra risico op putverstopping.

➔ ***Gezamenlijk doel:*** *Inzicht geven of scheefgestelde kleilaag continu is of niet. In het laatste geval staat aquifer aan weerszijden projectgebied al in verbinding met elkaar en levert directe bodemzijdige koppeling geen aanvullend risico op voor redoxproblematiek (putverstopping) en verontreinigingen.*

Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse boringen



Legenda - Dinoloket

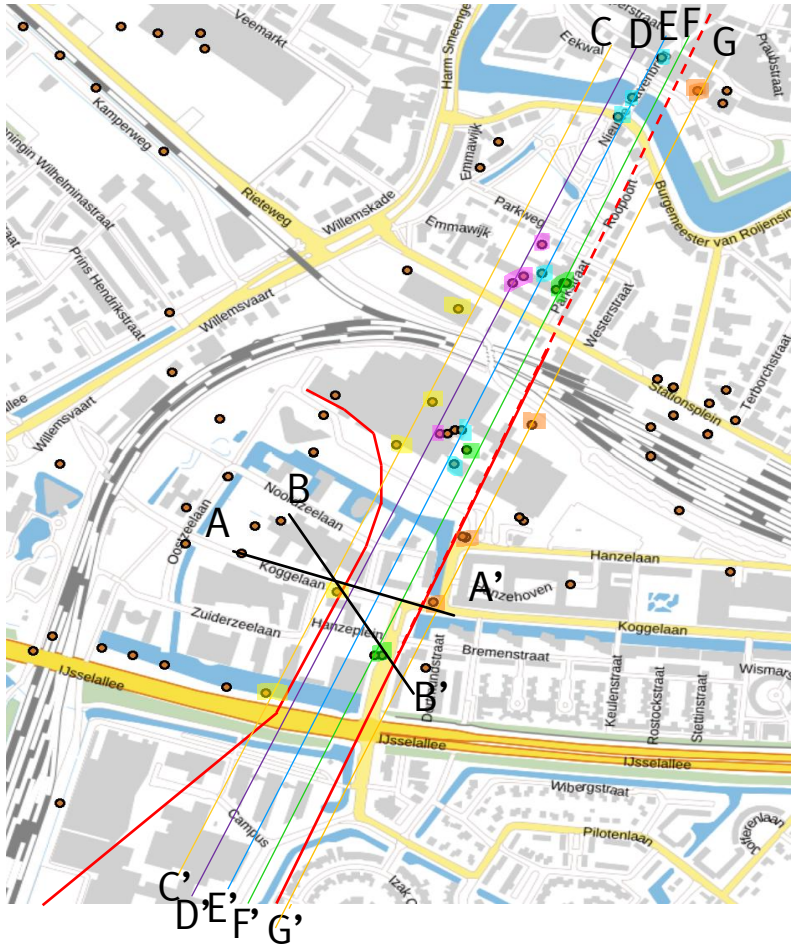
- 1e wvp
- Gestuwde laag
- 2e wvp

Legenda - boringen

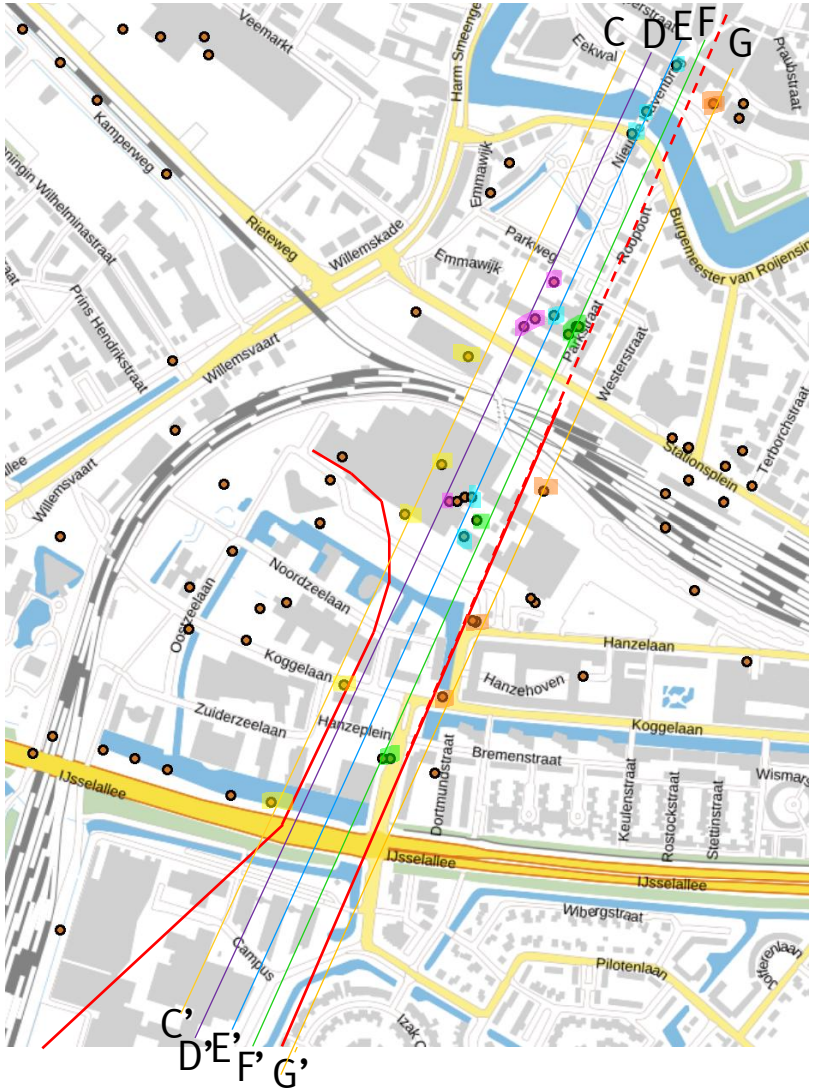
- Klei
- Fijn zand
- Matig fijn zand
- Matig zand
- Matig grof zand
- Grof zand
- Grind
- Veen

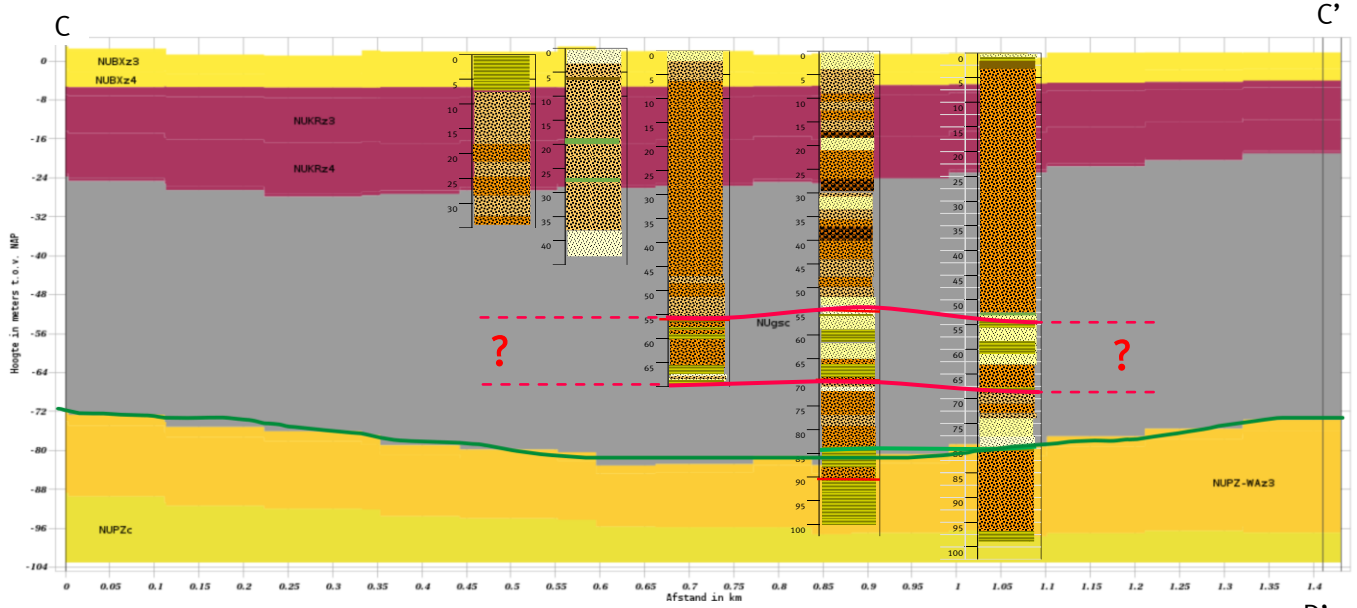
Interpretatie

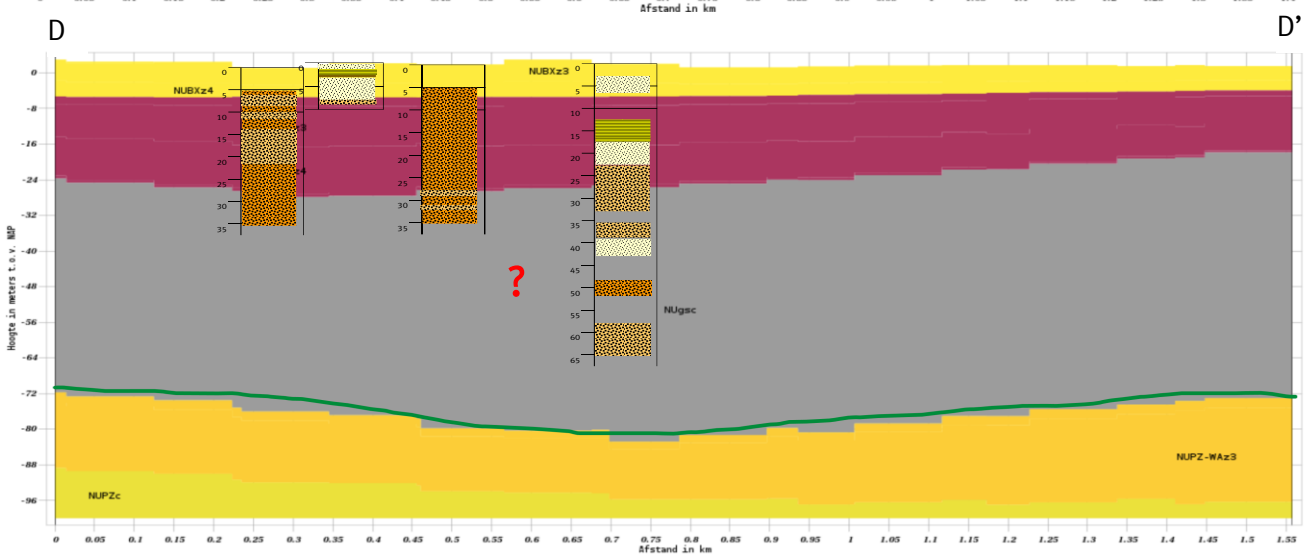
- Gestuwde kleilagen
- Grens 2e wvp



Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse boringen

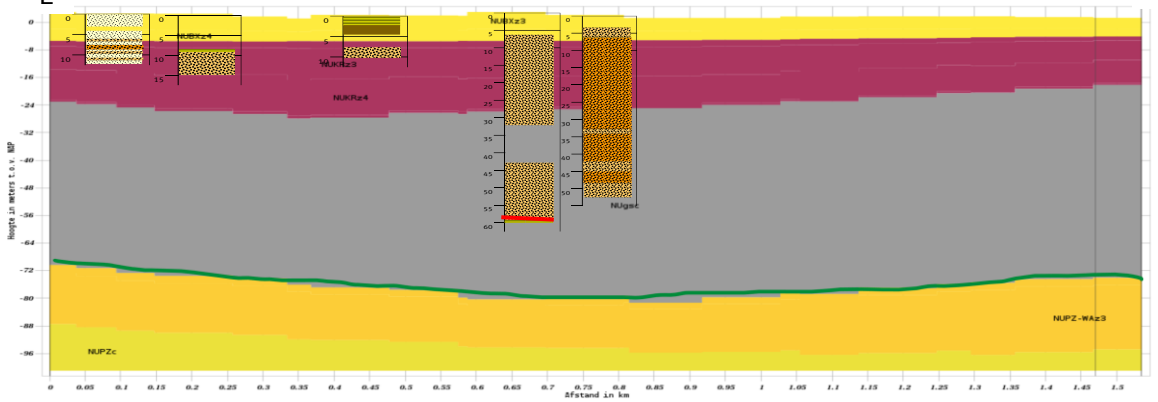






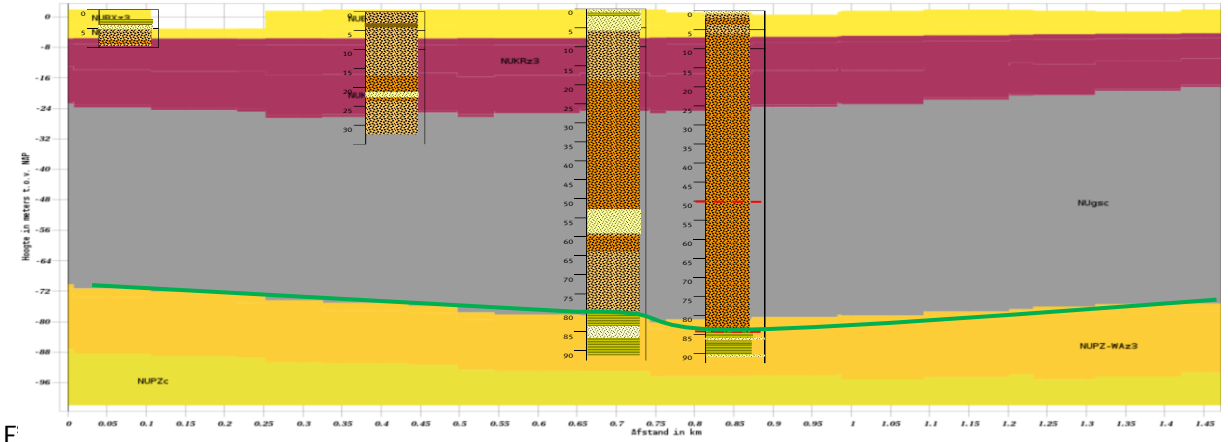
Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse boringen

E



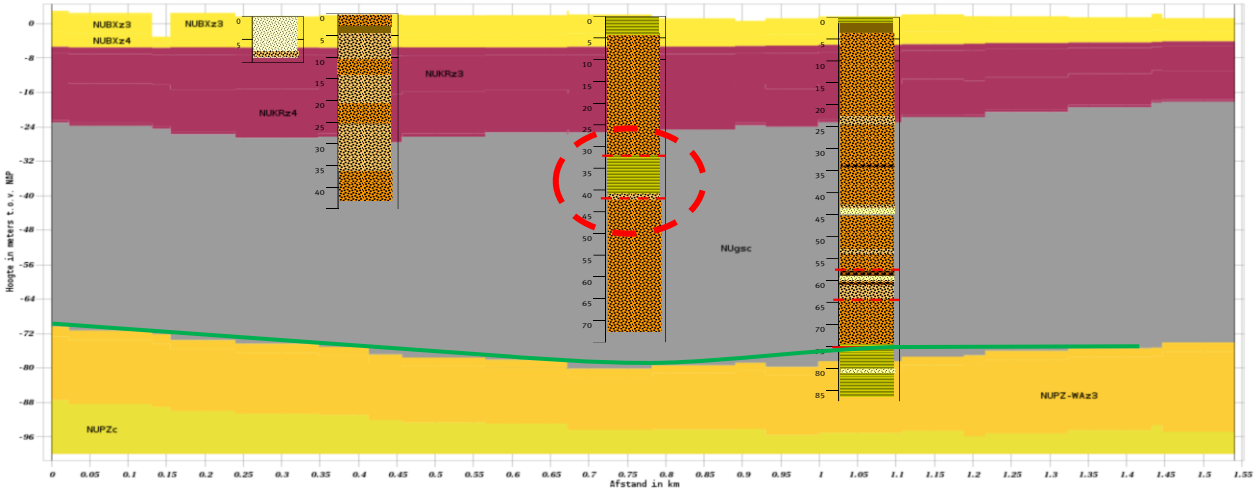
E’

G



G’

F



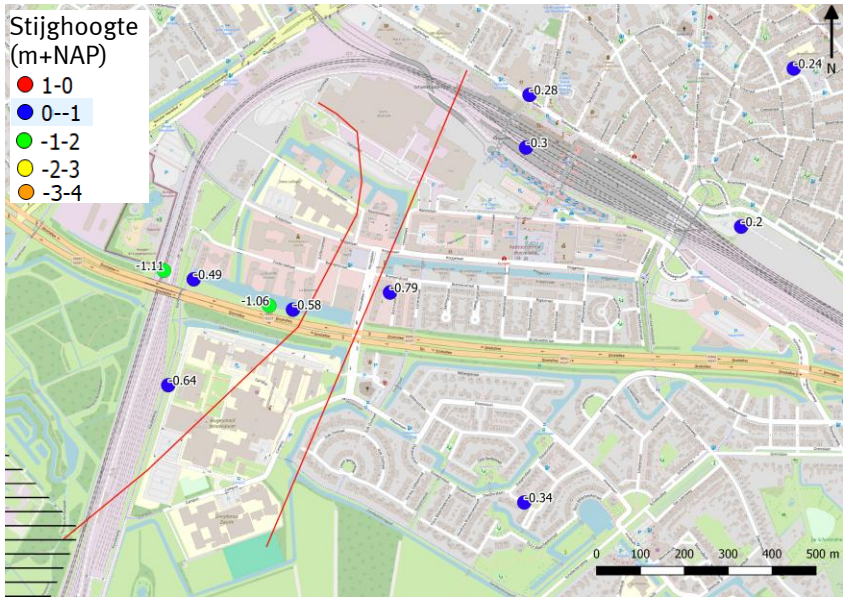
F’

Resultaten:

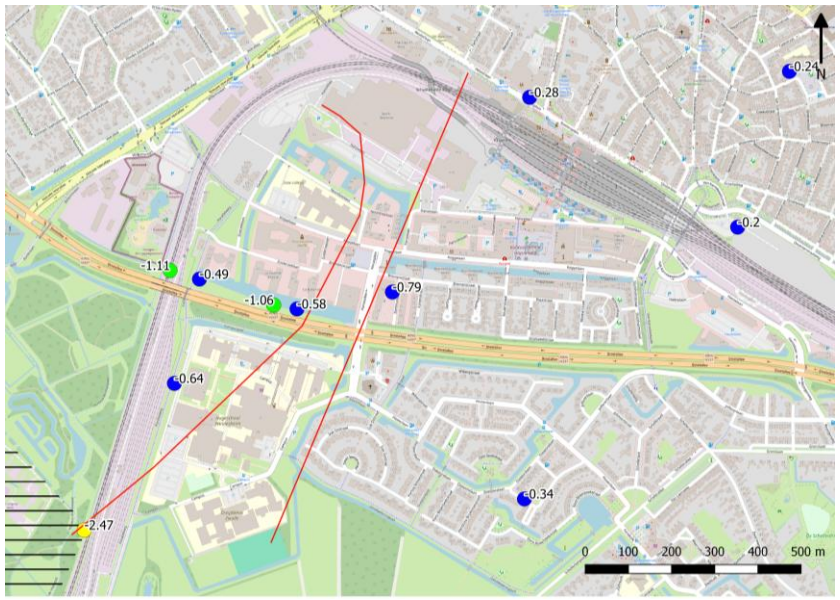
- Kleilaagjes tussen 50-70 m-mv in gestuwd pakket. Deze laagjes zijn niet overal aanwezig en vormen geen structuur;
- De kleilaag zichtbaar in doorsnede F is een losse kleilens. Anders zou die ook zichtbaar moeten zijn in óf de andere boringen in doorsnede F-F’, óf in de naastgelegen doorsnedes E-E’ en G-G’
- Continue kleilaag vanaf 80 m-mv. Dit is de grens tussen het gestuwde pakket (grijs) en het onderliggende watervoerende pakket (geel).

Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse stijghoogtes

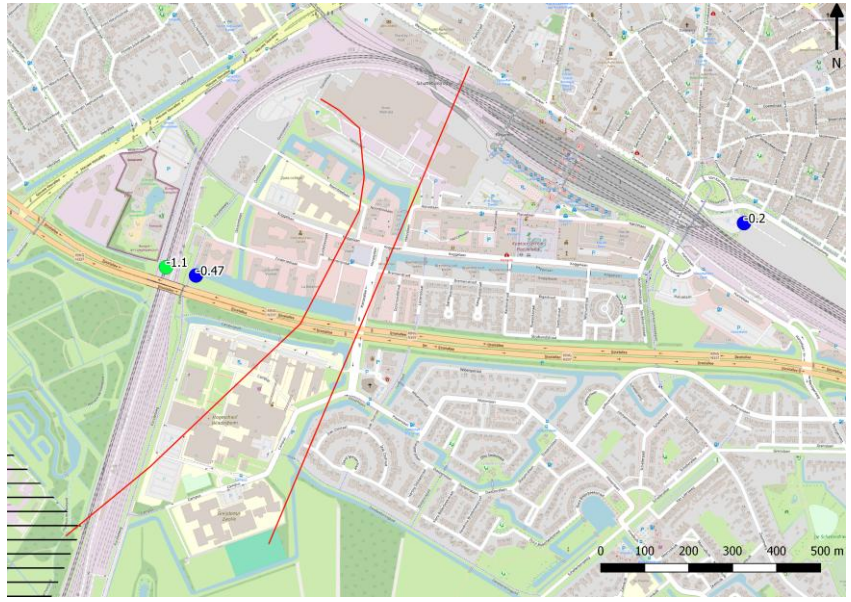
Bron: Grondwatertools



Stijghoogtes op diepte -45 m-mv. Zwarte arcering is waterwingebied



Stijghoogtes op diepte -50 m-mv. Zwarte arcering is waterwingebied



Stijghoogtes op diepte -60 m-mv. Zwarte arcering is waterwingebied

- Stijghoogtes zijn aan beide kanten van de gestuwde laag in een ordergrootte van 0 tot -1 meter;
- Afwijkingen hiervan zijn meetpunten in groen (max -1,11) en de meetpunten in geel. Echter kan dit verklaard worden respectievelijk door een zeer kleine afwijking (max. -1,11 meter) en externe factoren met name de grootschalige grondwateronttrekking ten westen van het projectgebied.

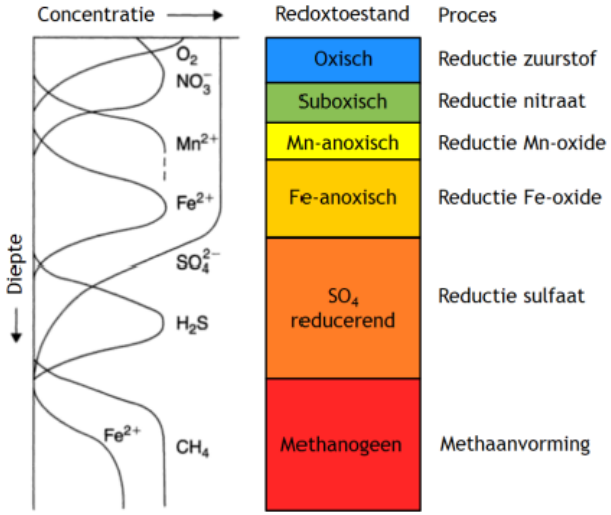
➔ *De stijghoogteveranderingen wijken minder dan 1 meter af aan weerszijden van het projectgebied*

Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse grondwaterkwaliteit

Parameters grondwaterkwaliteit

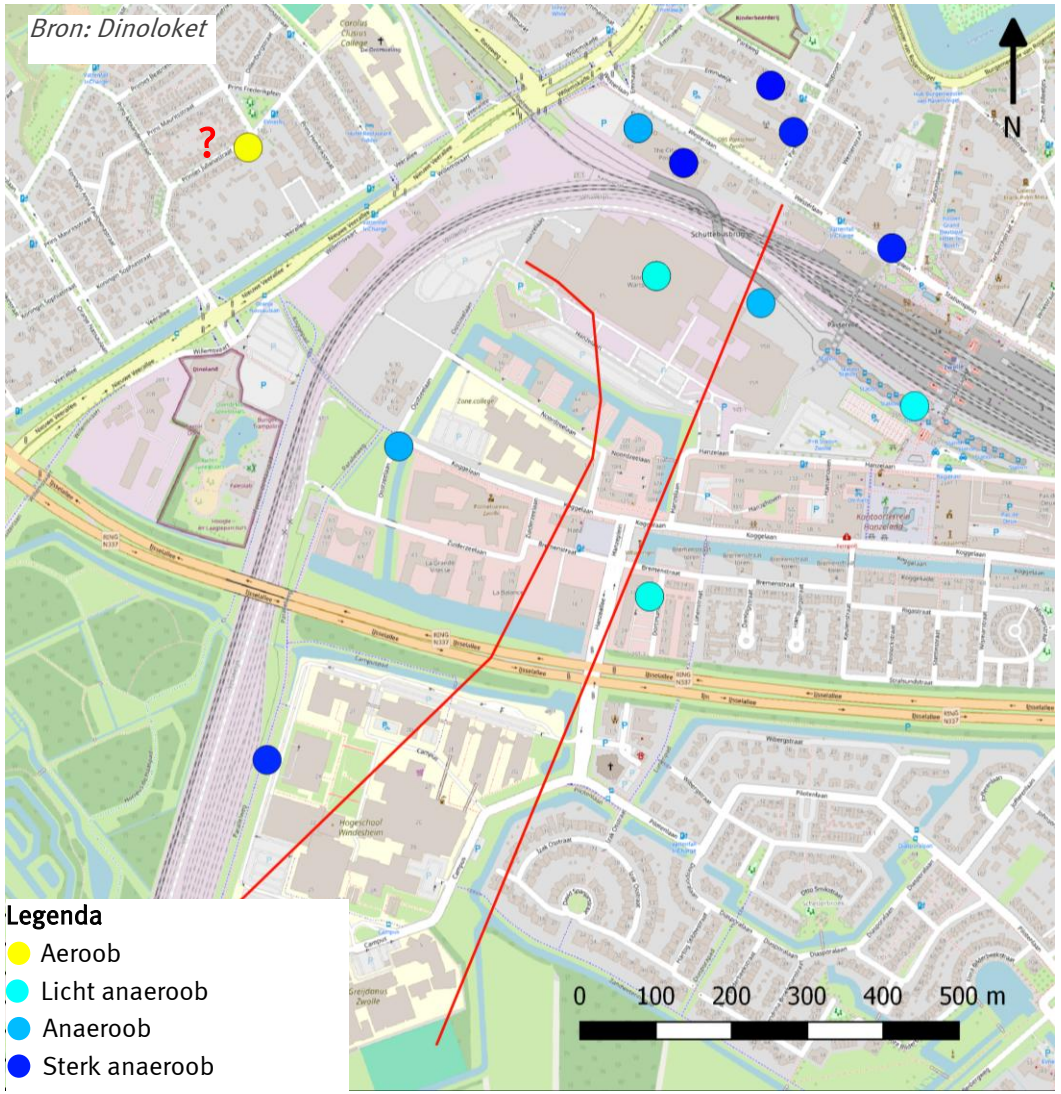
Parameter	Aeroob	Anaeroob
	zuurstofhoudend	ijzerhoudend
Nitraat (NO3-)	nitraat houdend	nitraatarm
Zuurstof (O2)	›1 mg/l	‹ 1 mg/l
IJzer (Fe2+)	‹0,5-1 mg/l	Tientallen mg/l
Mangaan (Mn2+)	‹ 0,2 mg/l	› 0,2 mg/l

Bron: Cursus DO BodemenergieNL



Bron: Studie IF Technology sulfaatreductie

Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse grondwaterkwaliteit



Diepte (m-mv)	West			Midden			Oost		
	IJzer (mg/l)	Mangaan (mg/l)	Nitraat (mg/l)	IJzer (mg/l)	Mangaan (mg/l)	Nitraat (mg/l)	IJzer (mg/l)	Mangaan (mg/l)	Nitraat (mg/l)
0-10				3,5	0,18		4	0,37	
10 – 20				1,75-19	0,24-1,2	0-0,5	1,26		0
20 – 30	10,9	0,35		1,82-19	0,24-1,2	0-0,7	3,5 / 0,77		0
30 – 40				1,6-23	0,24-0,81	0-0,7			
40 – 50							12,4 / 2,9	0,1	0,64
150-160	6,5	1,1							
overig	0,7	0	6						

- Het grondwater aan beide kanten van het projectgebied is anaeroob;
- Ten noordwesten van het projectgebied is 1 meting die aangeeft dat het water aeroob is. Hiervan is echter geen diepte bekend;
- Op basis van de beschikbare data is er dus geen verschil in redoxomstandigheden en grondwatersamenstelling.

Geohydrologisch onderzoek – Resultaten analyse grondwaterkwaliteit

Meetpunt		P32	P32	P32	P32-4-1
Datum monstername		15-9-2022	15-9-2022	15-9-2022	15-9-2022
Filterdiepte (m -mv)		50,00 - 52,00	75,00 - 76,00	84,00 - 85,00	94,00 - 95,00
	Eenheid	Meetwaarde	Meetwaarde	Meetwaarde	Meetwaarde
O_2 in veld	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5
E_h in veld	mV	-129,2	-127,1	-124,8	-117,2
Organisch koolstof (TOC)	mg/l	9,2	7,9	6,5	6,3
Bicarbonaat	mg/l	430	510	520	520
Carbonaat	mg/l	<6	<6	<6	<6
Calcium	mg/l	9,1	150	150	160
P-totaal	mg/l	0,24	0,16	0,2	0,26
Ammonium	mg/l	2,0	1,2	4,6	3,5
cis + trans-1,2-DCE	µg/l	0,44	1,04	<0,14	0,22
Vinylchloride	µg/l	0,71	5,5	7,9	10
Etheen	µg/l	<2	<2	49	<2
Ethaan	µg/l	5,9	5,7	3,9	6
IJzer (tweewaardig)	mg/l	9,1	11	14	16
IJzer totaal	µg/l	8.300	11.000	13.000	15.000
Mangaan		590	440	530	870
Methaan	µg/l	830	610	1.200	460
Sulfaat (als SO4)	mg/l	5,4	20	53	47
DHC	cellen/ml		Niet aantoonbaar	Niet aantoonbaar	
VC reductase (anaerobe afbraak)	DNA kopieën/ml		+	Niet aantoonbaar	
Alkeen mono-oxygenase (micro-aerofiele afrbraak)	DNA kopieën/ml		Niet aantoonbaar	Niet aantoonbaar	
Epoxyalkaan co-enzym M transferase (micro-aerofiele afbraak)	DNA kopieën/ml		Niet aantoonbaar	Niet aantoonbaar	
Redoxomstandigheden*		Sulfaatreducerend	IJzer- tot sulfaat-reducerend	IJzerreducerend	IJzerreducerend
Natuurlijke afbraakpotentie VOCl		Voldoende	Voldoende	Matig	Matig

Meetpunt		5	5	5	5	566
Datum monstername		13-9-2022	13-9-2022	13-9-2022	13-9-2022	13-9-2022
Filterdiepte (m -mv)		33,00 - 35,00	53,00 - 55,00	78,00 - 80,00	84,00 - 86,00	82,00 - 83,00
	Eenheid	Meetwaarde	Meetwaarde	Meetwaarde	Meetwaarde	Meetwaarde
O_2 in veld	mg/l	0,5	0,5	1,5	1,6	1,4
E_h in veld	mV	-146,5	-147,9	-119,4	-159,5	-152,8
Organisch koolstof	mg/l	7,6	7,9)	8,3	8,2	8,4
Bicarbonaat	mg/l	490	420	540	250	550
Carbonaat	mg/l	<6	<6	<6	<6	<6
Calcium	mg/l	120	120	23	60	140
P-totaal	mg/l	0,22	0,19	0,21	0,16	0,72
Ammonium	mg/l	1,2	2,1	1,4	0,6	4,3
Som cis + trans-1,2-DCE	µg/l	0,39	0,50	<0,14	<0,14	0,24
Vinylchloride	µg/l	4,5	2,6	<0,2	<0,2	3
Etheen	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2
Ethaan	µg/l	5,8	<2	<2	<2	2,5
IJzer (tweewaardig)	mg/l	6,4	12	23	13	9,9
IJzer	µg/l	6.300	12.000	23.000	13.000	9.800
Mangaan	µg/l	290	600	1.200	390	550
Methaan	µg/l	2.000	230	49	8.100	670
Sulfaat (als SO4)	mg/l	3,7	16	69	1,8	66
Redoxomstandigheden*		Methanogeen	IJzer- tot sulfaat-reducerend	IJzerreducerend	Methanogeen	IJzerreducerend
Natuurlijke afbraakpotentie VOCl		Goed	Voldoende	Matig	Goed	Matig

Bron: Notitie samenvatting resultaten Spoorzone (tbv REDOX)

➔Verdere bevestiging van anaerobe redoxomstandigheden tot › 90 m-mv

➔Lokaal methanogeen bij ‘kleischotten’ (= aandachtspunt bij monitoring)

Jan Westerweel

Van: Stam, JA. (Lieneke) <L.Stam@zwolle.nl>
Verzonden: woensdag 18 maart 2026 15:25
Aan: Jan Westerweel
CC: Soels, A. (Arne); Rik Molenaar; Roos Lelieveldt; Nobakht, Farshad
Onderwerp: RE: 4308AMU WartZ Zwolle

Beste Jan,

Van mijn collega Arne kreeg ik uw mail doorgestuurd. Ik ben vanuit mijn rol op de hoogte van zowel het bodemenergieplan als de grondwaterkwaliteit/grondwaterverontreiniging in het gebied.

De interceptieput met helofytenfilter wordt op dit moment verplaatst. De opstelling aan de Oostzeelaan wordt binnenkort ontmanteld, en is een stuk zuidelijker verplaatst (richting de IJsselallee). In april wordt deze nieuwe interceptieput in gebruik genomen. Deze gaat zo'n 20m3/uur onttrekken op een diepte van rond de 90-95m-mv. Deze onttrekking van de interceptieput is ook meegenomen als uitgangspunt in het bodemenergieplan Spoorzone en de bijbehorende effectenstudie.

In principe hoeven jullie dus niet aanvullend rekening hiermee te houden, maar ik denk graag mee als dit toch nog vragen oproept. Bel me in dat geval vooral.

met vriendelijke groet Zwolle

Lieneke Stam
Adviseur ondergrond en bodemenergie

Gemeente Zwolle, ZWLM
Postadres: Postbus 10007, 8000 GA Zwolle
Bezoekadres: Lübeckplein 2
☎ : 06-27411812
@ : l.stam@zwolle.nl

Van: Jan Westerweel <jan.westerweel@techniplan.nl>
Verzonden: woensdag 11 maart 2026 09:25
Aan: Soels, A. (Arne) <A.Soels@zwolle.nl>
CC: Rik Molenaar <rik.molenaar@techniplan.nl>; Roos Lelieveldt <roos.lelieveldt@techniplan.nl>; Nobakht, Farshad <farshad.nobakht@am.nl>
Onderwerp: 4308AMU WartZ Zwolle

Beste Arne,

Van Arjan Bleesing heb ik uw contactgegevens ontvangen.
Techniplan Adviseurs is bezig met het ontwerp en vergunningsaanvraag Omgevingswet WKO voor een open bodemenergiesysteem bij het project WärtZ in de spoorzone van Zwolle, in opdracht van AM.
Het beoogde systeem zal bestaan uit 5 warme bronnen en 5 koude bronnen met ieder een capaciteit van 140 m3/h. Daarbij volgen wij het bodemenergieplan van de gemeente voor onze bronlocaties. Wij hebben al eerder afstemming gehad met Reinder Slager en Roel Bleumink van de gemeente Zwolle over de scheefgestelde kleilaag die door het gebied loopt. Bijgevoegd wat achtergrondinformatie.

Bijlage 5 bij 4308AMU-W2-E-JWE002A
Wij hebben begrepen dat u betrokken bent bij de monitoring en realisatie van een interceptieput vanwege de grondwaterverontreiniging in dit gebied.
Graag hebben wij afstemming over de kenmerken van deze interceptieput en hoe wij hier rekening mee moeten houden tijdens ons proces.

Alvast hartelijk dank voor de terugkoppeling.

Met vriendelijke groet,
Jan Westerweel
Mijn werkdagen zijn maandag t/m donderdag

Ph.D. Jan Westerweel
Mob : +31(0)62 190 67 80
Tel : +31(0)10 456 23 11

www.techniplan.nl

Jan Westerweel

Onderwerp: FW: 4308AMU gegevens bodemonderzoek Techniplan

Van: Bleumink, R. (Roel) <R.Bleumink@zwolle.nl>
Verzonden: woensdag 10 september 2025 15:55
Aan: Jan Westerweel <jan.westerweel@techniplan.nl>; Martin Veenvliet <martin.veenvliet@haskoning.com>; Slager, Reinder <R.Slager@zwolle.nl>; Greuter, Edwin <edwin.greuter@am.nl>; Rik Molenaar <rik.molenaar@techniplan.nl>; Muinck, Thijs de <T.de.Muinck@zwolle.nl>
CC: Klaas Bootsma <klaas.bootsma@haskoning.com>
Onderwerp: RE: 4308AMU gegevens bodemonderzoek Techniplan

Hoi Jan, allen,

Zojuist ook besproken met Reinder en in aanvulling/reactie op de e-mails van 2 en 5 september jl. (zie onderstaand). Wij zijn het eens met de notitie en bevindingen van RHDHV. Een bodemzijdige koppeling van de WKO-bronnen wordt toegestaan mits deze aan weerszijde van de scheefgestelde kleilagen in balans zijn.

Daarnaast dienen de geohydrologische effecten nog meer in detail doorgerekend te worden. Afhankelijk van de uitkomsten kan het ook noodzakelijk zijn om effecten op de omgeving nader te beschouwen denk aan zettingen, deformatie spoor, VOCL-verontreiniging e.d.

Kan hierdoor ook de totale ontwikkeling binnen het Spoorkwartier (Lurelui (Zuid), District Z, Werkplaatsen en ontwikkeling NS) van warmte en koude d.m.v. WKO voorzien worden?

Wij zien de uitwerking van het totaal energieconcept graag tegemoet. Mochten er nog vragen zijn, dan vernemen Reinder en ik het graag.

met vriendelijke groet Zwolle

Roel Bleumink
Adviseur Energie

☎: 06-25586108
@: r.bleumink@zwolle.nl