

Bodemenergieplan voor Werkstad OverAmstel en De Nieuwe Kern

De raad van de gemeente Ouder-Amstel,

Gelezen het voorstel van de gemeenteraad d.d. 9 december 2025 , nummer 26-01.

BESLUIT :

Het Bodemenergieplan voor Werkstad OverAmstel en De Nieuwe Kern, d.d. 13 oktober 2025, vast te stellen.

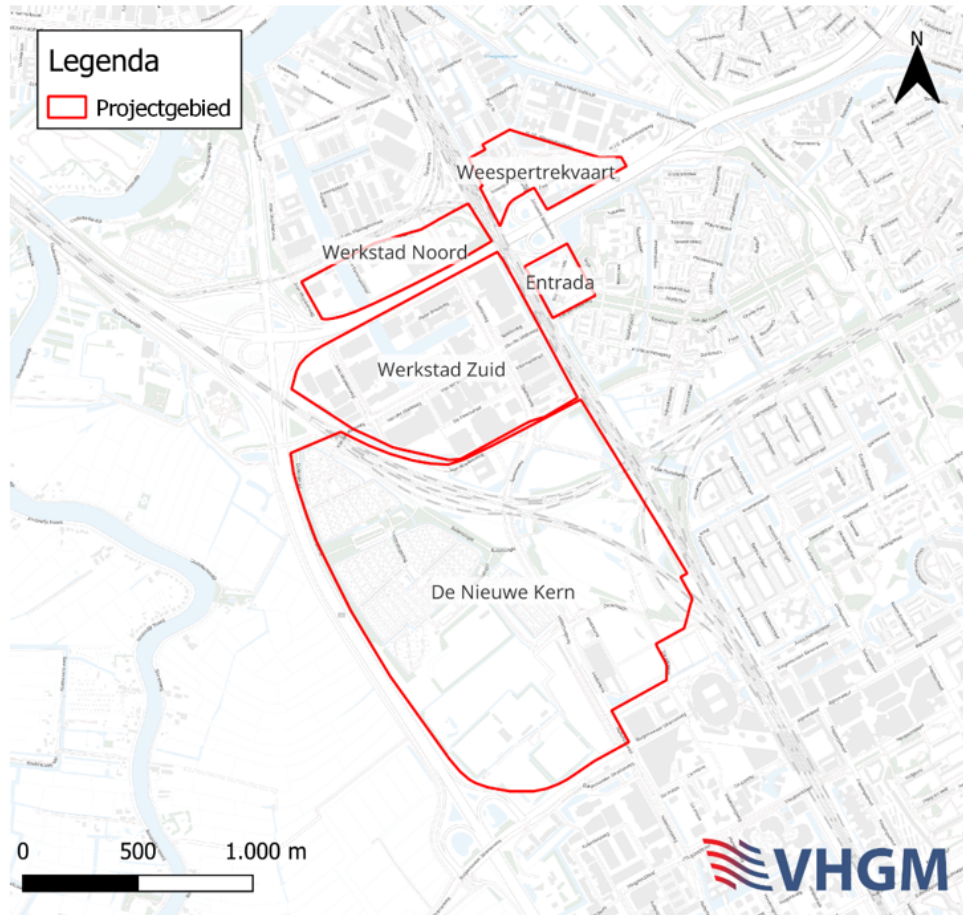
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Ouder-Amstel wil de energietransitie in goede banen leiden. Onderdeel hiervan vormt het bodemenergiebeleid in de gemeente. Er wordt een belangrijke rol voor bodemenergie voorzien binnen de energietransitie. Dit maakt het toepassen van aanvullend bodemenergiebeleid noodzakelijk. Zo kan er namelijk bij toenemende vraag naar bodemenergie een mismatch ontstaan met de bodempotentie (de hoeveelheid energie die de bodem kan leveren). Deze mismatch wordt verergerd indien de voorlopende ontwikkelingen hun bodemenergiesystemen suboptimaal plaatsen waardoor er voor latere ontwikkelingen onvoldoende ondergrondse ruimte overblijft, of als verschillende typen bodemenergiesystemen (gesloten en open) door elkaar heen geplaatst worden.

De gemeente Ouder-Amstel heeft VHGM opdracht gegeven een vooronderzoek uit te voeren naar de inpasbaarheid van bodemenergie in het projectgebied. Dit vooronderzoek is reeds afgerond (bijlage 2). Geconcludeerd is dat het noodzakelijk is een bodemenergiebeleid op te stellen voor alle deelgebieden van het projectgebied (figuur 1.1). Vanwege de uiteenlopende perceelgroottes, variërende energievraag en mix tussen nieuwbouw en bestaande bouw is er namelijk een aanzienlijke kans dat er in dit gebied een mix van bodemenergiesystemen ontstaat. Dit verhoogt het risico dat de bodem inefficiënt wordt benut, waardoor er onvoldoende ruimte beschikbaar is om alle (toekomstige) gebruikers van bodemenergie te kunnen voorzien. Bovendien worden de nieuwbouwontwikkelingen in dit gebied in verschillende fasen gerealiseerd, wat de planning en afstemming van bodemenergiesystemen verder bemoeilijkt. Het doel van dit bodemenergieplan is om een situatie te realiseren waarin de bodem zo efficiënt mogelijk wordt benut, met zoveel mogelijk aandacht voor de individuele belangen.

Figuur 1.1 Kaart van het projectgebied



1.2 Inhoud van het advies

Ter introductie van de gebiedsspecifieke redenen om een bodemenergieplan op te stellen wordt in hoofdstuk 2 een samenvatting gegeven van de meest relevante conclusies uit het vooronderzoek. In hoofdstuk 3 worden de beleidsregels voor open en gesloten bodemenergiesystemen vastgelegd. Daarnaast wordt elke regel afzonderlijk onderbouwd. Bij deze regels hoort een plankaart die de ruimtelijke indeling voor bodemenergiesystemen in het plangebied toont (bijlage 1). De juridische verankering van het bodemenergieplan wordt in onderling overleg met de gemeente bewerkstelligd. De gemeente is hiervoor zelf eindverantwoordelijk. Hoofdstuk 4 toont de effecten die optreden in de bodem en het grondwater indien de plancapaciteit van het bodemenergieplan volledig wordt benut.

1.3 Disclaimer

Dit rapport is geen ontwerpdocument conform de BRL SIKB 11000 en protocol 11001 en kan ook niet als zodanig worden gebruikt. De uitgangspunten in een bodemenergieplan kunnen afwijken ten opzichte van de uitgangspunten die gebruikt worden in een ontwerp of vergunningaanvraag.

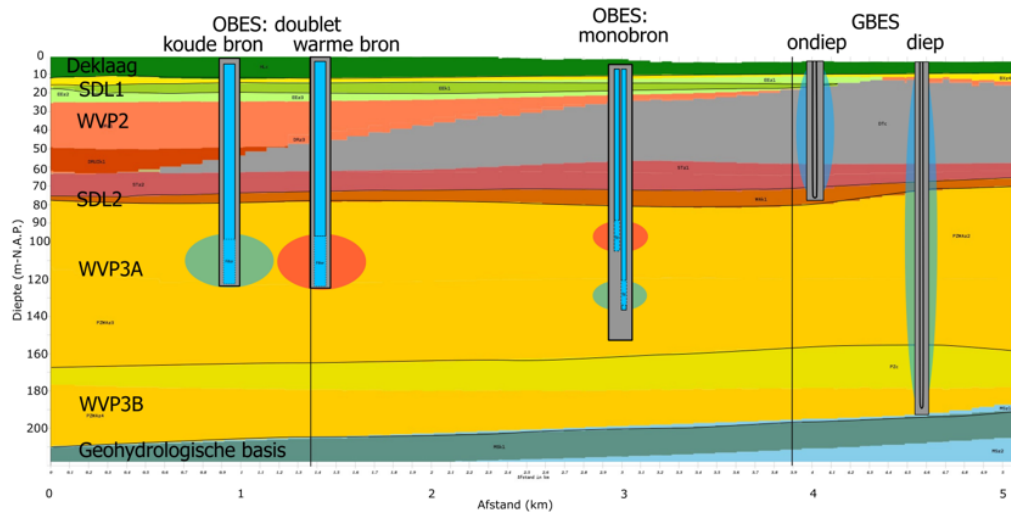
2 Samenvatting vooronderzoek

2.1 Geohydrologie, omgevingsbelangen en juridische restricties

In het vooronderzoek (bijlage 2) zijn onder andere risico's gerelateerd aan de bodemopbouw, grondwatersamenstelling en grondwaterdruk onderzocht. Daarnaast is gekeken naar omgevingsbelangen en juridische restricties voor bodemenergie. De conclusies van dit deel van het vooronderzoek worden hier kort samengevat.

In figuur 2.1 is een schets opgenomen van de bodemopbouw, bestaande uit waterdoorlatende zandlagen (watervoerende pakketten (WVP's)) en waterremmende kleilagen (scheidende lagen (SDL's)). De geohydrologische basis geeft de diepte weer waaronder in dit gebied over het algemeen geen open bodemenergiesystemen (OBES) worden gerealiseerd. Voor gesloten bodemenergiesystemen (GBES) geldt deze basis niet. Daarnaast geeft de schets de verschillende typen systemen en hun temperatureffecten (koude en warme grondwaterbellen) weer. Hierbij zijn globaal de dieptes aangehouden die in de beleidsregels worden voorgeschreven (hoofdstuk 3). In bijlage 1 van het vooronderzoek (bijlage 2) wordt dieper ingegaan op de werking van de verschillende typen bodemenergiesystemen.

Figuur 2.1 De globale bodemopbouw (ondergrondmodel REGIS II v2.2) en verschillende types bodem-energiesystemen



De belangrijkste conclusies uit het vooronderzoek zijn:

- Voor OBES is het 3e watervoerende pakket (figuur 2.1), vanaf ca. 80 m –N.A.P., in principe het meest geschikt vanwege een goede doorlatendheid (nodig voor het infiltreren en onttrekken van grondwater). Vanwege de grondwaterkwaliteit kunnen bronfilters echter pas worden afgesteld vanaf ca. 100 m –N.A.P.
- Voor gesloten bodemenergiesystemen is de gemiddelde grondwaterstroomsnelheid over de volledige luslengte laag tot gemiddeld, hetgeen ervoor zorgt dat opgebouwde koude of warmte rond een lus blijft hangen. Er kan daardoor wat minder verwarmings-/koelvermogen worden geleverd over langere perioden. Echter, omliggende projecten krijgen ook minder snel te maken met thermische effecten van de GBES.
- Er is, afhankelijk van de locatie binnen het gebied, een grotere kans op problemen tijdens de aanleg van OBES/ GBES door grondwater dat onder druk staat (artesisch water). De risico's zijn het grootst in de lager gelegen delen van het gebied (zie bijlage 2). Hiervoor is aanvullend beleid opgenomen (H3).
- Er zijn bestaande bodemenergiesystemen in het gebied aanwezig. De planzonering (bijlage 1) houdt hier geen rekening mee (behalve als toekomstige systemen makkelijk naast de bestaande systemen kunnen worden ingepast): de bestaande systemen zijn middels het reguliere vergunningskader al beschermd. Het kan zijn dat de bestaande systemen op gegeven moment stop worden gezet. Een eventueel nieuw systeem/nieuwe vergunning op dezelfde locatie zal dan moeten conformeren aan dit bodemenergieplan.
- De bufferzone van het naburige bodemenergieplan Amstel III en Arenapoort ligt gedeeltelijk in het projectgebied. In dit geval sluit de bufferzone aan bij een warme zone en koude zone afhankelijk van de locatie. In de warme zone geldt dat de warme bronnen van een doublet in deze zone moeten worden geplaatst en bij een monobron de warme bron boven. In de koude zone geldt dat de koude bronnen van een doublet in deze zone moeten worden geplaatst en bij een monobron de koude bron boven. Gesloten systemen mogen hier niet dieper reiken dan 60 m -N.A.P. In dit bodemenergieplan is rekening gehouden met de buffer tot het andere bodemenergieplan door er ook een buffer van te maken in de plankaart (bijlage 1).
- In het projectgebied zijn zettingsgevoelige objecten zoals oudere gebouwen en een waterkering en beschermingszone aanwezig. Modelberekeningen tonen aan dat bij 100% inzet van bodemenergie volgens de planindeling geen negatieve zettingseffecten ontstaan. Bij individuele vergunningaanvragen dient, ondanks dit bodemenergieplan, altijd een zettingsberekening gemaakt te worden. Dit is in de reguliere wetgeving gedekt.

2.2 Keuzes bodemenergiebeleid a.d.h.v. energievraag en relatie tot bodempotentie

De bodemzijdige energievraag voor open en gesloten bodemenergiesystemen staat weergegeven in tabel 2.1. Verdere details staan vermeld in bijlage 2. De bodemzijdige energievraag is niet gelijk aan de energievraag van de bebouwing: de warmtepomp voegt bij het verwarmen elektrische energie toe (dus niet uit de bodem). Dit is omgerekend met de COP (energetische efficiëntie) van de warmtepomp. In Werkstad Noord, Weespertrekvaart, Entrada en De Nieuwe Kern is de warmtevraag (tapwater + verwarmen) hoger dan de koudevraag en in Werkstad Zuid is de koudevraag hoger dan de warmtevraag (tapwater + verwarmen). Dit leidt tot een onbalans in de bodem. Een warmteoverschot is wettelijk niet toegestaan, een beperkt koudeoverschot wel. In dit bodemenergieplan wordt aangenomen dat de on-

balans volledig geregenereerd wordt (paragraaf 3.4, regels 3 en 4). In Ouder-Amstel is sprake van een koudeoverschot.

Er zijn vier scenario's onderzocht in het vooronderzoek, te weten: 1) geen bodemenergieplan, 2) bodemenergieplan met doubletten, 3) bodemenergieplan met monobronnen en 4) bodemenergieplan met optimalisatie tussen individueel en algemeen belang. Wanneer er geen centrale regulering is (scenario 1), leidt dit tot inefficiënte benutting van de bodem, waarbij de eerste systemen de beschikbare thermische capaciteit van de bodem als het ware claimen waardoor het voor andere percelen moeilijk of zelfs onmogelijk wordt om later nog een duurzame bodemenergiesysteem vergund te krijgen. Een bodemenergieplan met doubletten (scenario 2) biedt een duurzame en efficiënte optie, maar vereist schaalbare collectieven en intensieve samenwerking. Dit is bijzonder uitdagend, door onder meer de gespreide fasering. Monobronnen (scenario 3) zijn geschikt voor kleine percelen en flexibiliteit, maar kunnen economisch minder voordelig zijn voor de kleine en grote initiatiefnemers. Dit brengt voor beiden aanvullende kosten met zich mee.

Scenario 4 combineert individuele en algemene belangen door maatwerk toe te passen zodat zoveel mogelijk percelen optimaal gebruik kunnen maken van bodemenergie. Daarom is ook voor scenario 4 gekozen in dit bodemenergieplan (Voor verdere onderbouwing zie bijlage 2).

Tabel 2.1 Bodemzijdige energievraag per jaar

Plangebied	Deelgebied	Verwarmen + tap [kW]	Koelen [kW]	Warmtevraag [MWh]	Koudevraag [MWh]
Werkstad Over-Amstel	Werkstad Noord	3.099	2.686	2.808	2.608
	Werkstad Zuid	6.285	8.764	5.089	9.241
	Weespertrekvaart	5.390	3.940	6.520	3.240
	Entrada	1.747	1.274	2.156	1.006
	Totaal:	16.521	16.664	16.573	16.135
De Nieuwe Kern	De Nieuwe Kern	15.530	12.482	16.875	10.884

3 Beleidsregels

3.1 Relatie van dit bodemenergieplan tot andere wetgeving

Dit bodemenergieplan betreft gebiedsspecifiek *aanvullend* bodemenergiebeleid. Dit laat onverlet het bestaande beleid voor bodemenergiesystemen. Binnen het interferentiegebied behorende bij dit bodemenergieplan zijn alle systemen, zowel open als gesloten en ongeacht hun omvang, vergunningplichtig. Binnen het reguliere vergunningstraject worden de effecten op *bestaande* belangen afgewogen door het bevoegd gezag, zijnde de provincie Noord-Holland. De beleidsregels van dit bodemenergieplan hebben tot doel ook rekening te kunnen houden met de ontwikkeling van toekomstige bodemenergiesystemen en het grotere toekomstige geheel.

Voor bronnen en leidingwerk op/in openbaar terrein moet recht van opstal worden aangevraagd bij de gemeente Ouder-Amstel.

De keuze voor de lozingsroute van grondwater dat vrijkomt bij de aanleg en het onderhoud van bodemenergiesystemen wordt bij de vergunningverlening van de installatie gemaakt. De algemene regels voor lozingen bij aanleggen van een gesloten bodemenergiesysteem staan beschreven in artikel 4.1140 van het Bal. De regels voor open bodemenergiesystemen staan beschreven in artikel 4.112 van het Bal. Met ingang van de omgevingswet is de provincie bevoegd gezag geworden voor alle lozingsroutes, inclusief lozing op het riool. De gemeente zal door de provincie om advies worden gevraagd voor lozingen op het riool. Voor deze lozingen geldt het uitgangspunt dat het debiet en de totale omvang van de lozing zoveel mogelijk beperkt zullen moeten worden, onder andere door zoveel mogelijk in de bodem te retourneren.

3.2 Begrippenlijst beleidsregels

In de begrippenlijst worden de begrippen uit de beleidsregels verduidelijkt.

- **3° watervoerend pakket:** De formatie van Peize-Waalre. Deze formatie ligt in het projectgebied tussen een diepte van ca. 80 à 85 m -N.A.P. en 200 à 210 m -N.A.P. De formatie bestaat naar verwachting hoofdzakelijk uit zandlagen.
- **Bodemenergiesysteem:** het volledige systeem dat benodigd is voor het leveren van warmte en koude vanuit de bodem.

- **Bron:** combinatie van het boorgat, het filter en de stijgbuis (dichte buis) waarmee grondwater kan worden opgepompt (onttrokken) of in zand-/grindlagen gepompt (geïnfiltreerd). Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen:
 - o Een koude bron waaruit grondwater wordt onttrokken ten behoeve van koeling (monobron/doublet). Bij het koelbedrijf wordt geïnfiltreerd in de warme bron.
 - o Een warme bron waaruit grondwater wordt onttrokken ten behoeve van verwarming (monobron/doublet). Bij het verwarmingsbedrijf wordt geïnfiltreerd in de koude bron.
- **Bronfilter:** het gedeelte van de bron waar ter hoogte van een geschikt zand- of grindpakket door perforaties in de buis grondwater het zandpakket in gepompt (geïnfiltreerd) of eruit onttrokken wordt.
- **Doublet:** een systeem met een koude en warme bron in afzonderlijke boorgaten.
- **Energiebalans:** de door het bodemenergiesysteem aan de bodem toegevoegde hoeveelheden warmte en koude zijn aan elkaar gelijk.
- **Gesloten bodemenergiesysteem (GBES):** een bodemenergiesysteem bestaande uit één of meerdere ondergrondse kunststof lussen. De lus wisselt via geleiding warmte of koude uit met de bodem.
- **Hoge temperatuuropslag (HTO):** open bodemenergiesystemen waarbij de infiltratietemperatuur in de warme bronnen hoger is dan 45°C.
- **Monobron:** een open bodemenergiesysteem bestaande uit een koude en een warme bron in één boorgat.
- **Middelhoge temperatuuropslag (MTO):** open bodemenergiesystemen waarbij de infiltratietemperatuur in de warme bronnen tussen 25 °C en 45°C is.
- **N.A.P.:** Normaal Amsterdams Peil.
- **Open bodemenergiesysteem (OBES):** een bodemenergiesysteem dat grondwater uit zandlagen onttrekt om de erin opgeslagen energie aan gebouwen te leveren. Dit grondwater wordt vervolgens weer in zandlagen geïnfiltreerd.
- **Plankaart:** de aan een bodemenergieplan toegevoegde kaart die de ruimtelijke indeling voor bodemenergiesystemen weergeeft.
- **Recirculatiesysteem:** een open bodemenergiesysteem bestaande uit een onttrekkings- en infiltratiebron.
- **Vergunning:** de voor het bodemenergiesysteem benodigde vergunningen.
- **Zone:** een gebied in de plankaart waaraan specifieke beleidsregels zijn verbonden voor bodemenergiesystemen

3.3 Algemene beleidsregels voor open en gesloten bodemenergiesystemen

De onderstaande beleidsregels vormen de algemene beleidsregels van het bodemenergieplan die zowel voor open als gesloten bodemenergiesystemen gelden.

1. Bij afwijking van de beleidsregels uit paragraaf 3.4 en 3.5 van dit bodemenergieplan dient vooraf door de initiatiefnemer aangetoond te worden dat de afwijking geen negatief effect heeft op de vergunbaarheid van toekomstige bodemenergiesystemen die volgens de planzoning en planregels worden aangelegd. De onderbouwing van de afwijking moet samen met een schriftelijke goedkeuring van de gemeente bij de vergunningaanvraag Omgevingswet gevoegd worden en ter goedkeuring aan de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (gemandateerd door de provincie Noord-Holland) worden voorgelegd. Hierbij dient tevens de gebruiksfunctie van het pand/de panden, het gebruiksoppervlak per gebruiksfunctie en het bouwjaar te worden aangeleverd.
Toelichting: Het belangrijkste doel van dit bodemenergieplan, te weten het beschermen van bodempotentie voor omliggende initiatiefnemers die pas op een later moment een vergunningaanvraag zullen/kunnen doen, mag met de afwijking niet geschaad worden. Dit houdt in dat middels modelberekeningen, of anderszins, moet worden aangetoond dat:
 - a) Op alle naastliggende percelen waaraan het bodemenergiesysteem van de initiatiefnemer géén energie levert nog ruimte blijft voor een vergunningaanvraag die wél aan de planregels voldoet. Als voorbeeld: de initiatiefnemer wil een doublet aanleggen voor een collectief van percelen A, B en C. Omliggende percelen D, E en F hebben nog geen bodemenergiesysteem. De plankaart toont voor percelen D, E en F een monobronzone. De initiatiefnemer dient dus aan te tonen dat voor elk perceel (D, E en F) een toekomstige vergunningaanvraag voor een monobron niet wordt gehinderd door het doublet dat de initiatiefnemer aanvraagt. De bewijslast van een reguliere vergunningaanvraag wordt dus omgedraaid: de eerste initiatiefnemer bewijst rekening te houden met de toekomstige initiatiefnemers.
 - b) Dat de aanvraag efficiënt de bodem benut in relatie tot de energievraag van het object/de objecten waaraan energie wordt geleverd. Om dit te beoordelen dient de initiatiefnemer gebruiksoppervlak, functie en bouwjaar van het pand aan te leveren.

2. Bij de vergunningaanvraag dient te worden aangetoond dat er geohydrologisch onderzoek is verricht naar het risico op artesisch grondwater. Als een risico wordt geconstateerd, dient tevens aangegeven te worden hoe hier in de uitvoering mee wordt omgegaan.
Toelichting: Artesisch water is grondwater in een watervoerend pakket dat onder druk staat. Als in een dergelijk pakket zonder voorzorgsmaatregelen een open gat wordt geboord, dan zal het water vrijuit naar boven stromen en zal er een wel ontstaan. Voorbeelden van te nemen maatregelen zijn verhoogd opstellen tijdens het boren of gebruik maken van een verzwaarde boorvloeistof. Artesisch water is niet in het gehele gebied een groot risico, daarom dient de initiatiefnemer aan te geven of er kans is op artesisch water. Alleen indien het antwoord bevestigend is, dient aangegeven te worden hoe met dit risico wordt omgesprongen. De initiatiefnemer is zelf verantwoordelijk voor de berekeningen omtrent artesisch water en dient hierbij rekening te houden met het zoutgehalte van het grondwater (bij boren met zoet kraanwater in een zout grondwaterpakket, stijgt het water in het boorgat verder dan op basis van de stijghoogte verwacht zou worden. Dit kan (ten dele) worden tegengegaan door het boorwater te verzwaren, hetgeen het dichtheidsverschil met het zoute grondwater vermindert).
3. Bij de vergunningsaanvraag van bodemenergiesystemen in de bufferzone op de plankaart dient vooraf door de initiatiefnemer aangetoond te worden dat de plaatsing van het te vergunnen bodemenergiesysteem geen negatief effect heeft op de vergunbaarheid van toekomstige bodemenergiesystemen die volgens de planzonering en planregels worden aangelegd. De onderbouwing voor deze gebruiksregel dient bij de vergunningsaanvraag ter beoordeling aangeboden te worden aan het bevoegd gezag.
Toelichting: Het belangrijkste doel van dit bodemenergieplan, te weten het beschermen van bodempotentie voor initiatiefnemers binnen het bodemenergieplangebied, mag met de vergunningsaanvraag niet geschaad worden. Dit houdt in dat middels modelberekeningen, of anderszins, moet worden aangetoond dat op alle percelen binnen het bodemenergieplangebied nog van bodemenergiesystemen gebruik gemaakt kan worden volgens de typen aangegeven op de planzonering. De bewijslast van een reguliere vergunningaanvraag wordt dus omgedraaid: de eerste initiatiefnemer bewijst rekening te houden met de toekomstige initiatiefnemers.

3.4 Beleidsregels voor open bodemenergiesystemen

De onderstaande beleidsregels gelden specifiek voor initiatiefnemers van *open* bodemenergiesystemen.

1. Recirculatiesystemen zijn niet toegestaan.
Toelichting: Door niet te kiezen voor het recirculatieprincipe, wordt grootschalig gebruik van bodemenergie beter beheersbaar. Recirculatiesystemen kunnen namelijk niet te dicht op elkaar worden geplaatst. Verder gaat bij toepassing van recirculatie het grote voordeel van OBES verloren, namelijk de seizoensgebonden energieopslag. Opslagsystemen zonder recirculatie werken daarom met hogere rendementen, wat leidt tot een efficiëntere benutting van de ondergrond.
2. Monobronnen zijn uitsluitend toegestaan indien:
 - c) de bronnen in de daarvoor bestemde zones van de plankaart (bijlage 1) worden geplaatst;
 - d) de bronfilters in het derde watervoerende pakket worden gerealiseerd;
 - e) de bovenste bronfilters (koud) worden geplaatst tussen een diepte van 100 m -N.A.P. en 120 m -N.A.P. en de onderste bronfilters (warm) tussen een diepte van 140 m -N.A.P. en de onderzijde van het watervoerende pakket, hier gelegen op ca. 200 à 210 m -N.A.P.;
 - f) het bodemenergiesysteem uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikname een moment bereikt waarop sprake is van energiebalans;
 - g) het bodemenergiesysteem telkens opnieuw een moment van energiebalans bereikt uiterlijk vijf jaar na het laatste moment waarop die status bereikt is.

Toelichting: Het derde watervoerende pakket leent zich het beste voor grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen. Een hydrothermische balans is in dit gebied noodzakelijk vanwege de wens om een zo groot mogelijk deel van de bebouwing aan te sluiten of te kunnen aansluiten op bodemenergiesystemen. Bij deze grootschalige inzet en gezien de energievraag-dichtheid dienen warme en koude bronnen zo dicht mogelijk op elkaar geplaatst te worden. Een energiebalans zorgt ervoor dat koude bronnen dicht op warme bronnen kunnen worden geplaatst en dat er geen ophoping van koude in het gebied optreedt.
3. Doubletten zijn uitsluitend toegestaan indien:
 - a) de bronnen in de daarvoor bestemde zones van de plankaart (bijlage 1) worden geplaatst;
 - b) de bronfilters in het derde watervoerende pakket worden gerealiseerd;
 - c) de bronfilters worden geplaatst tussen een diepte van 100 m -N.A.P. en de onderzijde van het watervoerende pakket, hier gelegen op ca. 200 à 210 m -N.A.P.;
 - d) het bodemenergiesysteem uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikname een moment bereikt waarop sprake is van energiebalans;

- e. het bodemenergiesysteem telkens opnieuw een moment van energiebalans bereikt uiterlijk vijf jaar na het laatste moment waarop die status bereikt is.

Toelichting: Het derde watervoerende pakket leent zich het beste voor grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen. Een hydrothermische balans is in dit gebied noodzakelijk vanwege de wens om een zo groot mogelijk deel van de bebouwing aan te sluiten of te kunnen aansluiten op bodemenergiesystemen. Bij deze grootschalige inzet, en gezien de energievraag-dichtheid, dienen warme en koude bronnen zo dicht mogelijk op elkaar geplaatst te worden. Een energiebalans zorgt ervoor dat koude bronnen dicht op warme bronnen kunnen worden geplaatst en dat er geen ophoping van koude in het gebied optreedt.

4. Een bodemenergiesysteem en toebehoren dienen in beginsel binnen de grenzen van het eigen perceel te worden geïnstalleerd. De initiatiefnemer dient hier bij de plaatsing van gebouwen op het perceel rekening mee te houden. Collectieve energielevering aan een groter gebied (meerdere percelen) is een pré bij aanvragen voor bronnen en leidingwerk in de openbare ruimte. De gemeente is alleen bereid om toestemming voor gebruik van de openbare ruimte te overwegen (maar kan deze toestemming niet op voorhand garanderen) indien:
 - a. er zwaarwegende redenen zijn dat de bron(nen) of lussen niet op eigen terrein kan/ kunnen worden geplaatst. Meerkosten bieden hiervoor niet zonder meer voldoende onderbouwing, en;
 - b. er afstemming is met, en goedkeuring wordt verkregen van de gemeente en grondeigenaar, en;
 - c. de richtlijnen worden aangehouden zoals omschreven in hoofdstuk 3.6.

Toelichting: De ondergrond in de openbare ruimte is drukbezet met kabels en leidingen. Daarom wordt in dit bodemenergieplan gestreefd de infrastructuur voor warmte- en koudelevering zoveel mogelijk op eigen terrein aan te leggen. Onder bepaalde voorwaarden kan het gebruik van de openbare ruimte voor grotere collectieve systemen echter wel worden toegestaan. Dit kan collectiviteit en daarmee efficiënte benutting van de beschikbare bodempotentie bevorderen.

3.5 Beleidsregels voor gesloten bodemenergiesystemen

De onderstaande beleidsregels gelden specifiek voor initiatiefnemers van *gesloten* bodemenergiesystemen.

1. De maximale boordiepte voor gesloten bodemenergiesystemen bedraagt 100 m -N.A.P.
Toelichting:
De boordiepterrestrictie in zone OBES is ingesteld om OBES en GBES verticaal te scheiden. Hierdoor zal er geen of slechts beperkte thermische beïnvloeding optreden tussen beide. Doel is de voor OBES beschikbare bodempotentie zoveel mogelijk te behouden zonder GBES te verbieden. Nota bene, er zal ruimte worden gegeven voor afwijken van de boordiepterrestrictie *indien* kan worden aangetoond dat alle omliggende percelen nog de mogelijkheid houden om een monobron te ontwikkelen (zie regel 3.3.2).
2. Een gesloten bodemenergiesysteem en haar toebehoren dienen binnen de grenzen van het eigen perceel te worden geïnstalleerd.
Toelichting: de ondergrond in de openbare ruimte is drukbezet met kabels en leidingen. Het is daarom niet toegestaan om GBES in de openbare ruimte aan te leggen. Het is aan de initiatiefnemer om zorg te dragen voor voldoende ruimte op het perceel (hetzij onderpands, niet-onderpands of beiden). Als GBES niet passend te krijgen zijn op het perceel zal moeten worden uitgeweken naar een andere energievoorziening of zullen de lussen ontlast moeten worden door regeneratie of door een andere energiebron voor de tussenseizoenen te kiezen.

3.6 Uitvoeringsrichtlijnen voor bronnen en leidingwerk in de openbare ruimte voor OBES

De onderstaande richtlijnen gelden specifiek voor initiatiefnemers van *open* bodemenergiesystemen. GBES worden niet toegestaan in de openbare ruimte.

1. Horizontaal leidingwerk dient volledig ondergronds te worden afgewerkt.
2. De inpassing van het leidingwerk in de openbare ruimte dient te worden afgestemd met de gemeente en de grondeigenaar.
3. Voorkeurslocaties voor putconstructies zijn:
 - a. het trottoir, parkeervlakken en pleinen, waarbij ondergrondse afwerking wordt vereist, of
 - b. groenvakken, waarbij een bovengrondse putconstructie mogelijk is indien deze inpasbaar is (denk aan zitvlakken of andere inpasbare elementen). Dit dient te worden afgestemd met de gemeente en de grondeigenaar.
4. De putten die gelijk aan maaiveld zijn afgewerkt dienen minimaal te voldoen aan verkeersbelastingklasse EN 1433 C-250.

5. Putten die in het straatwerk worden geplaatst moeten zodanig worden afgewerkt dat er geen verhard constructiemateriaal zichtbaar is in het straatbeeld.
6. De gemeente behoudt het recht om de randen van bovengrondse putconstructies te voorzien van informatie, kunst, reclame of andere grafische afbeeldingen. Dit zal geen invloed hebben op het onderhoud van de bron.
7. Het inperken van het groenareaal (met name bomen) door de putconstructie dient zoveel mogelijk voorkomen te worden.
8. Voor de locatie, de inpassing en het uiterlijk van de bronput dient te allen tijde contact met de gemeente Ouder-Amstel en de grondeigenaar plaats te vinden.

4 Effecten van het plan

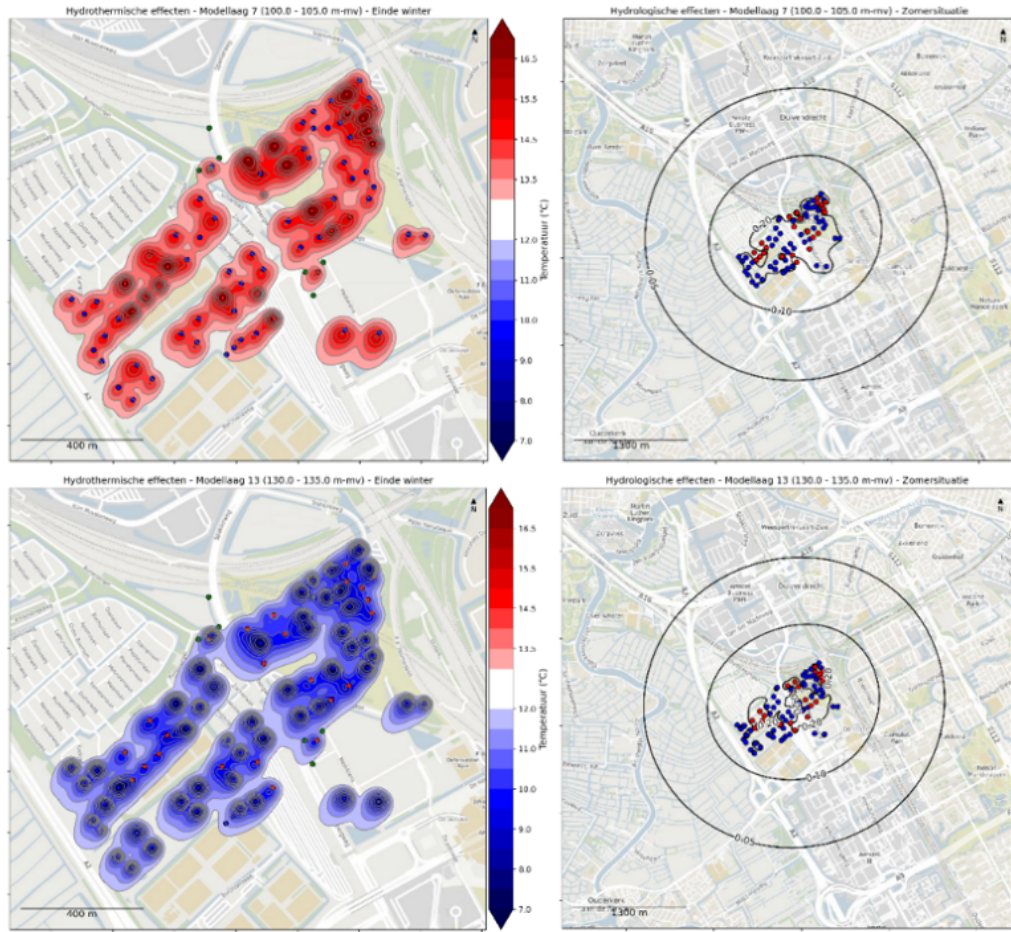
Het scenario is getest op zowel technische als juridische haalbaarheid. Hierbij spelen de hydrologische (grondwaterdruk) en hydrothermische (grondwatertemperatuur) effecten van bodemenergiesystemen een cruciale rol. Deze effecten zijn in het vooronderzoek (bijlage 2) geanalyseerd met behulp van het door Python aangestuurde softwarepakket FloPy. Voor de hydrologische berekeningen is MODFLOW gebruikt. Voor de hydrothermische berekeningen is daarnaast gebruik gemaakt van MT3DMS.

Met hydrologische (grondwaterdruk) en hydrothermische (grondwatertemperatuur) modellen is onderzocht wanneer wel en wanneer niet ongewenste interferentie of overmatige grondwaterdruk ontstaat. Een grafisch voorbeeld van de modeloutput staat weergegeven in figuur 4.1 en 4.2. De modellering toont aan dat de gekozen gebiedsindeling (figuur 4.1 en 4.2) niet resulteert in overmatige grondwaterdrukken en tevens voldoende ruimte laat tussen verschillende systeemtypen voor een voldoende hoog thermisch rendement (als de systemen te dicht op elkaar zouden worden geplaatst, zou het thermisch rendement afnemen, d.w.z. zouden koude bellen warmer worden en warme bellen kouder worden).

De hydrologische effecten van open bodemenergiesystemen zijn geanalyseerd door de stijghoogteveranderingen te berekenen. De maximale variatie hierin ligt tussen 0,02 en 2,6 meter in watervoerend pakket 3 en tussen 0,00 en 0,13 meter aan het maaiveld. Daarnaast kunnen dergelijke systemen, door de onttrekking en infiltratie van grondwater, zettingen veroorzaken in de ondergrond. Uit de uitgevoerde analyse blijkt echter dat deze zettingen gering blijven en binnen veilige marges vallen. Het berekende zettingsverhang varieert tussen 0 en 0,1 promille, wat als verwaarloosbaar wordt beschouwd en geen significante risico's oplevert voor zettingsgevoelige infrastructuur of bebouwing.

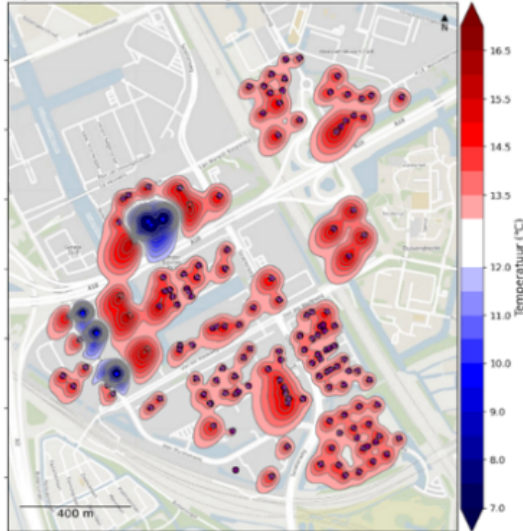
Naast de hydrologische effecten speelt ook het thermisch rendement een belangrijke rol bij de effectiviteit van bodemenergiesystemen. Dit rendement wordt mede bepaald door thermische verliezen. In dit scenario variëren de thermische verliezen tussen 0,9 en 3,7 kelvin. Deze verliezen zijn acceptabel. Dit betekent dat er verliezen zijn op de warme en koude bel ten opzichte van de infiltratietemperatuur. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij het maken van een ontwerp.

Figuur 4.1 Hydrothermische (links) en hydrologische (rechts) effecten in watervoerend pakket 3 van de Nieuwe Kern

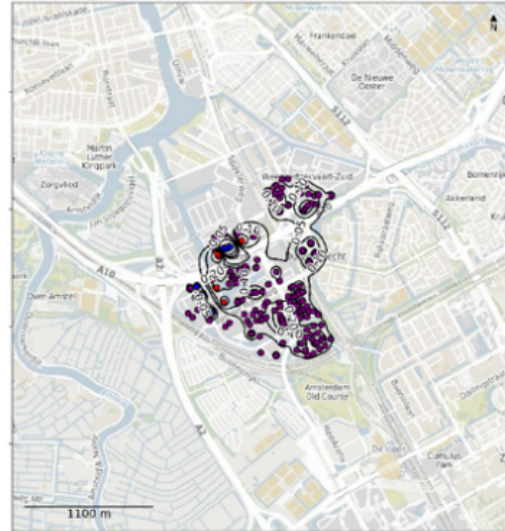


Figuur 4.2 Hydrothermische (links) en hydrologische (rechts) effecten in watervoerend pakket 3 van Werkstad OverAmstel

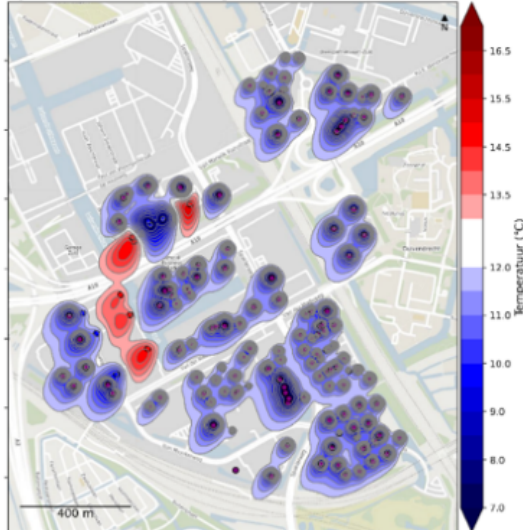
Hydrothermische effecten - Modellaag 7 (100.0 - 105.0 m-mv) - Einde winter



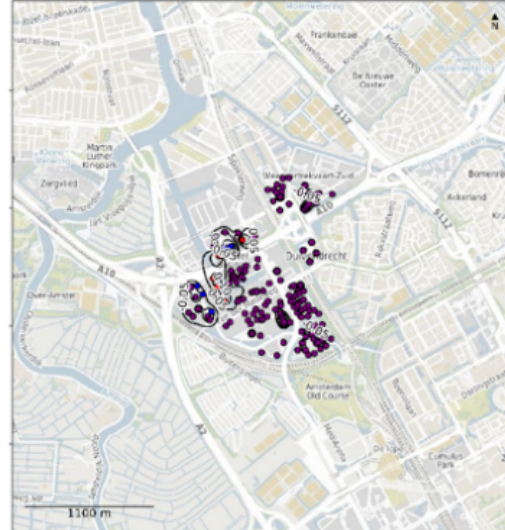
Hydrologische effecten - Modellaag 7 (100.0 - 105.0 m-mv) - Zomersituatie



Hydrothermische effecten - Modellaag 13 (130.0 - 135.0 m-mv) - Einde winter



Hydrologische effecten - Modellaag 13 (130.0 - 135.0 m-mv) - Zomersituatie



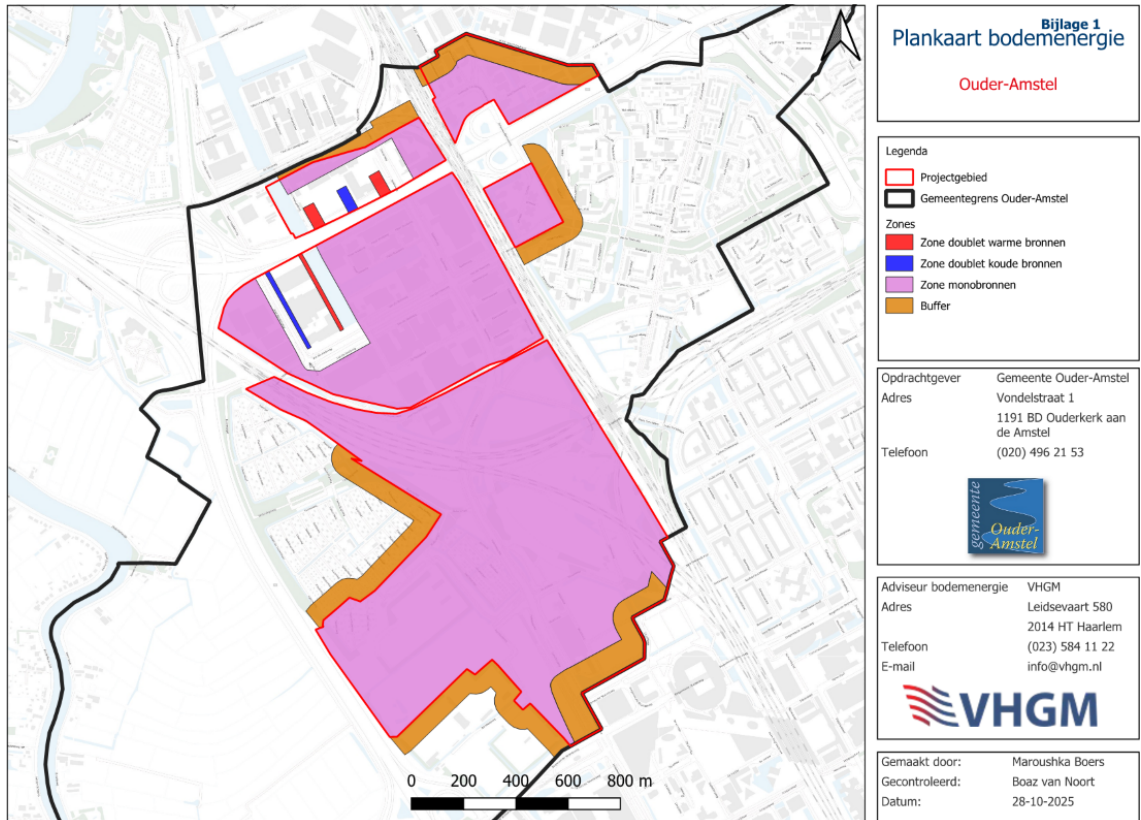
Ouder-Amstel,

De raad voornoemd,

*De raadsgriffier,
mevr. L.W.F. (Linda) Örsçek-Moolenaar*

*De voorzitter,
mevr. S.C.T. (Susanne) de Roy van Zuidewijn-Rive*

Bijlage 1 Plankaart



Bijlage 2 Vooronderzoek grootschalige inzet bodemenergie

1 Inleiding

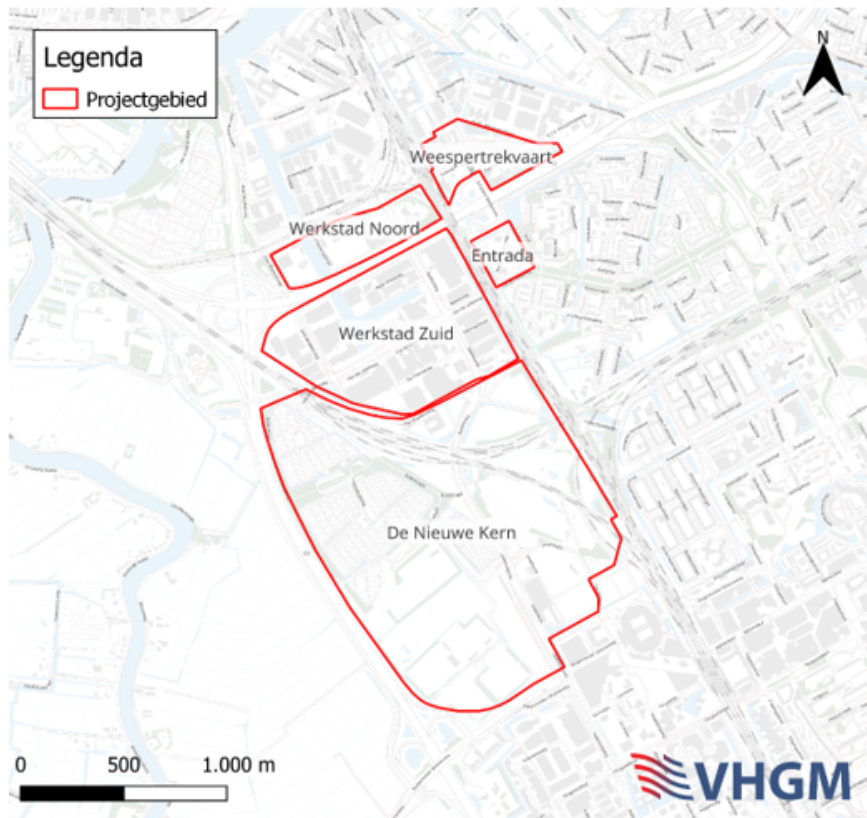
1.1 Aanleiding en projectbeschrijving

Binnen de metropoolregio Amsterdam en omstreken ligt een grote woningbouwopgave die voornamelijk binnen bestaand stedelijk gebied (BSG) gerealiseerd moet worden. Derhalve voert de gemeente Ouder-Amstel gebiedsontwikkeling uit in het noorden van de gemeente. Er zijn twee plangebieden: Werkstad OverAmstel (Werkstad Noord, Werkstad Zuid, Weespertrekvaart en Entrada) en De Nieuwe Kern (figuur 1.1). Tezamen vormen deze gebieden een nieuwe verbinding tussen het centrum van Amsterdam en het veenweidegebied langs de Amstel. In totaal komen er ca. 8.500 woningen en daarnaast bedrijven, kantoren, hotels, voorzieningen en een uitbreiding van sportcomplex 'De Toekomst' van Ajax.

Werkstad OverAmstel verandert de komende jaren in een bedrijventerrein waar nieuwe bedrijven, woningen, voorzieningen en andere functies samenkomen. Het gebied is opgedeeld in vier deelgebieden: Werkstad Noord en Weespertrekvaart (bedrijven en ca. 2.000 woningen), Werkstad Zuid (bedrijven, stedelijke voorzieningen) en Entrada (ca. 1.000 woningen, 1 basisschool van ca. 3.000 m² bvo en ca. 7.000 m² bvo overige voorzieningen zoals werkplekken, medische voorzieningen, horeca etc.). De ontwikkelingen in Werkstad OverAmstel en Weespertrekvaart zijn perceelgebieden en zullen afhankelijk zijn van verschillende ontwikkelaars. Voor Entrada wordt een integraal gebiedsplan gemaakt.

De Nieuwe Kern (DNK) verandert in een nieuwe stadswijk in de gemeente Ouder-Amstel. Naast ca. 6.200 woningen komen er wijkvoorzieningen, 250.000 m² aan kantoren en hotels en een uitbreiding van het sportcomplex De Toekomst van Ajax.

Figuur 1.1 Kaart van het plangebied



Verwacht wordt dat bodemenergie een rol zal spelen voor de duurzame energielevering aan het gebied. Bodemenergie vergt ruimte in de ondergrond. De verschillende typen (toekomstige) stakeholders en relatief hoge bebouwingsdichtheid in het gebied kunnen zorgen voor inefficiënte benutting van de beschikbare bodempotentie en een potentiële mismatch tussen de netto bodempotentie en de energievraag. Om het scenario 'wie het eerst komt, wie het eerst pompt' te voorkomen gaat de gemeente regie voeren op de ondergrondse inpassing van bodemenergiesystemen.

Voor een efficiënte en veilige inzet van bodemenergie met inachtneming van toekomstige gebruikers is daarom aan VHGM gevraagd een bodemenergieplan voor het gebied op te stellen. Dit bodemenergieplan bevat het beleid (de regels) bij het interferentiegebied dat zal gaan gelden in het projectgebied. In het bodemenergieplan komen regels voor het gebruik van de ondergrond, zodat grootschalige inzet van bodemenergie kan worden beheerst.

Voordat dit bodemenergieplan kan worden opgesteld is onderzoek nodig naar de bodempotentie, energievraag, risicofactoren voor bodemenergie, bestaande belangen en regels en de hieruit voortvloeiende scenario's voor gebiedsinrichting met bodemenergie. De onderhavige rapportage en bijlagen behandelen deze onderzoeken en vormen daarmee de basis voor het bodemenergieplan.

1.2 Inhoud van het advies

Voor alle hoofdstukken geldt dat achtergrondinformatie te vinden is in bijlage 1 en de rekenmethodieken en tussenstappen in bijlage 2.

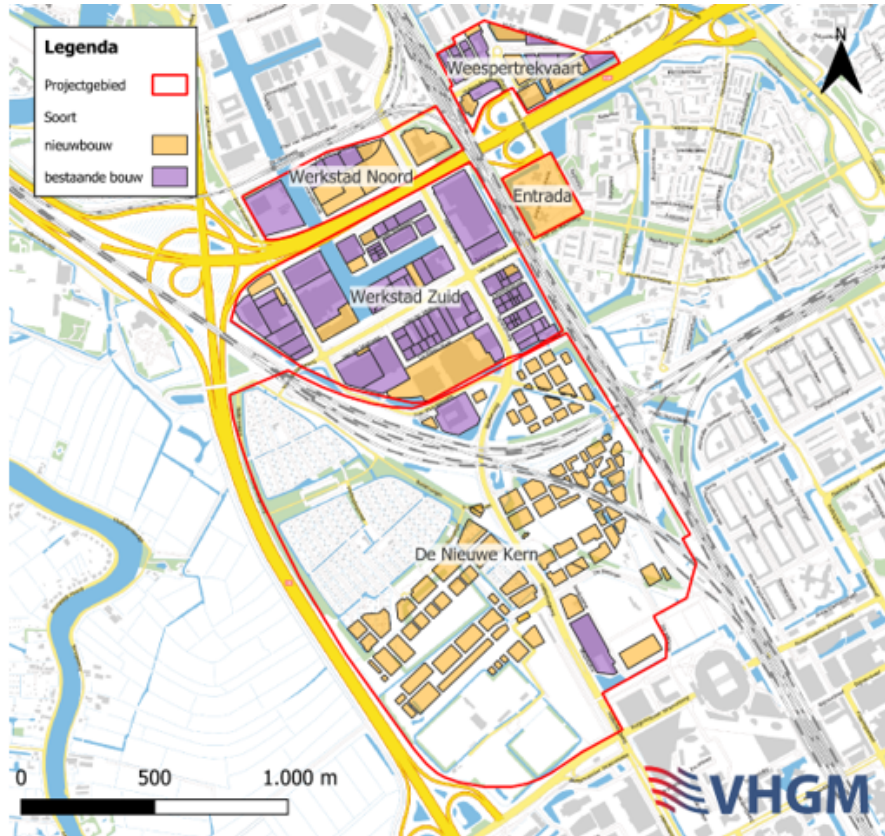
Hoofdstuk 2 behandelt in het kort de energievraag en de aanwezigheid van bestaande bouw en nieuwbouw. Hoofdstuk 3 beschrijft de technische bodempotentie aan de hand van bodemopbouw, grondwaterkwaliteit en grondwaterstroming. Ten tweede komt de juridische potentie aan bod op basis van omgevingsbelangen en juridische restricties met relevante impact. Hieruit volgt de bodempotentie in het projectgebied.

In hoofdstuk 4 wordt de bodempotentie vergeleken met de energievraag. Dit wordt gedaan voor zowel open bodemenergiesystemen als gesloten bodemenergiesystemen (voor het verschil, zie bijlage 1). In hoofdstuk 5 wordt de conclusie gegeven voor de noodzaak van vervolgstappen en de verschillende scenario's behandeld. In hoofdstuk 6 worden slotopmerkingen van het rapport gepresenteerd en volgen aanbevelingen voor eventuele vervolgstapen.

2 Energievraag

In het projectgebied komt nieuwbouw, maar blijft ook bestaande bouw behouden (figuur 2.1). In Werkstad Noord, Weespertrekvaart, Entrada en De Nieuwe Kern is de warmtevraag (tapwater + verwarmen) hoger dan de koudevraag en in Werkstad Zuid is de koudevraag hoger dan de warmtevraag (tapwater + verwarmen) (tabel 2.1). Dit leidt tot een onbalans in de bodem. We gaan er in dit onderzoek van uit dat de onbalans altijd volledig wordt geregenereerd door extra warmte of koude uit een externe bron toe te voegen (regeneratie).

Figuur 2.1 Bestaande bouw en nieuwbouw



Tabel 2.1 Bodemzijdige energievraag inclusief gelijktijdigheid voor OBES per jaar

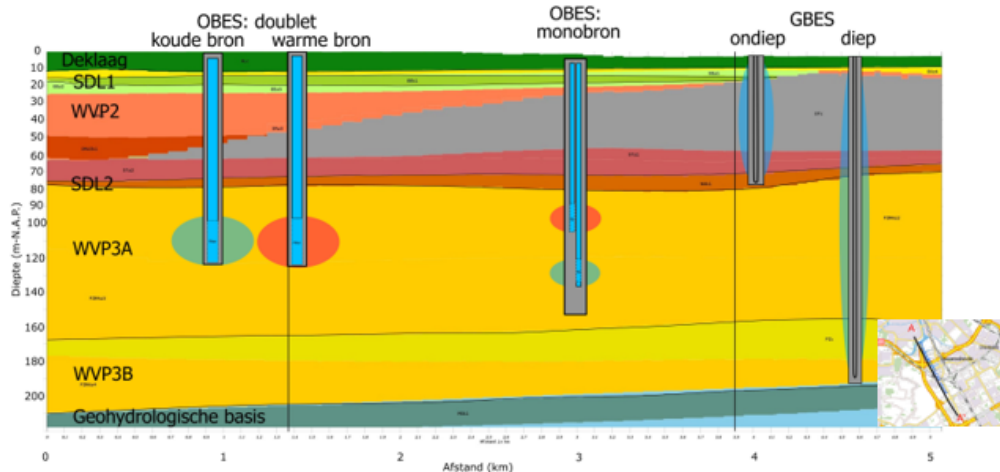
Plangebied	Deelgebied	Verwarmen + tap [kW]	Koelen [kW]	Warmtevraag [MWh]	Koudevraag [MWh]	Koudeoverschot [MWh]
Werkstad OverAmstel	Werkstad Noord	3.099	2.686	2.808	2.608	200
	Werkstad Zuid	6.285	8.764	5.089	9.241	-4.152
	Weespertrekvaart	5.390	3.940	6.520	3.240	3.240
	Entrada	1.747	1.274	2.156	1.006	1.150
	Totaal:	16.521	16.664	16.573	16.135	438
De Nieuwe Kern	De Nieuwe Kern	15.530	12.482	16.875	10.884	5.990

3 Technisch-juridische potentie van bodemenergie

3.1 Technisch-juridische bodempotentie open bodemenergiesystemen

Figuur 3.1 toont de bodemopbouw in de gemeente Ouder-Amstel met indicatief de verschillende typen bodemenergiesystemen. De zandlagen in de gemeente zijn van goede kwaliteit voor open bodemenergiesystemen. De grondwaterkwaliteit is onder een globale diepte van 100 m – N.A.P. geschikt om bodemenergiesystemen te plaatsen zonder risico op bronverstoppingen.

Figuur 3.1 NW-ZW doorsnede in het ondergrondmodel Regis II van TNO - Geologische Dienst Nederland ter hoogte van het plangebied (zwarte lijnen). Kleilagen (deklaag of SDL) laten slecht grondwater door. Zand- of grindlagen (WVP) laten goed grondwater door.



De technisch-juridische situatie in de gemeente leidt tot de bodempotentie voor open bodemenergiesystemen. Het derde watervoerende pakket kent een hoge doorlatendheid: grondwater stroomt makkelijk door de poriën. Daardoor kunnen open bodemenergiesystemen een grote hoeveelheid water per uur verpompen (hoog debiet). De haalbare filterstelling voor een doublet bedraagt ca. 55 m op basis van omliggende boringen. Het debiet van één doublet (bronnepaar) wordt op technische gronden gelimiteerd tot ca. 250 m³/h. Hiervoor is een filterlengte van ca. 45 m nodig. Het vermogen dat kan worden geleverd met dit debiet is globaal 1.700 tot 2.300 kW.

In tegenstelling tot sommige omliggende gebieden is er in het projectgebied blijkens boorstaten ook voor monobronnen voldoende filterstelling haalbaar, namelijk ca. 15 m filter per bron. Net als bij doubletten zijn de monobronnen niet gelimiteerd door de bodemopbouw, maar juist door de diameters van de buizen in het boorgat. De buizen zijn bij een monobron kleiner. Het debiet is daarom gelimiteerd tot ca. 80 m³/h, waarmee een vermogen van globaal 550 à 750 kW kan worden geleverd.

3.2 Technisch-juridische bodempotentie gesloten bodemenergiesystemen

Gesloten bodemenergiesystemen zijn minder afhankelijk van de bodemopbouw dan open bodemenergiesystemen. Wat wel zeer belangrijk is, is hoe diep kan worden geboord. Des te dieper kan worden geboord, des te meer vermogen en energie aan warmte/koude uit de lus kan worden onttrokken. Gesloten bodemenergiesystemen voor grotere vermogens worden veelal tot ca. 200 m -mv aangelegd. Indien in het bodemenergieplan (BEP) gekozen wordt om GBES verticaal te scheiden van OBES, zullen GBES echter slechts tot circa 100 m -mv kunnen worden aangelegd.

4 Relatie tussen energievraag en bodempotentie

Op basis van de energetische gegevens (hoofdstuk 2) is allereerst het benodigd vermogen (kW) voor koelen en verwarmen per eigenaar/perceel berekend. Voor de vervolgberekeningen wordt het hoogste getal van de twee (verwarmen/koelen) gebruikt. Vervolgens is bekeken welk type systeem per perceel het meest voor de hand ligt, uitgaande van individuele oplossingen per perceel en niet rekening houdend met omliggende percelen. De potentiële clash tussen vrije marktwerking (individueel belang) en eerlijke verdeling van bodempotentie (collectief belang) wordt pas in H5 in verschillende scenario's besproken.

Het vermogen van een bodemenergiesysteem is gerelateerd aan hoeveel kuub het systeem per uur kan verpompen. Wanneer het benodigd brondebiet heel laag is (~< 20 m³/h) zijn de investeringskosten van een OBES relatief hoog ten opzichte van de geleverde energie en wordt sneller gekozen voor GBES. Wanneer het benodigd brondebiet tussen ca. 20 en 80 m³/h ligt, kan worden gewerkt met een monobron. Ten opzichte van een doublet is één monobron goedkoper. De marktconforme keuze voor een perceel dat tussen de 20 en 80 m³/h nodig heeft, is dus een monobron. Ten opzichte van twee monobronnen is één doublet juist weer goedkoper. Voor percelen die meer dan 80 m³/h pompcapaciteit nodig hebben, ligt een doublet dus meer voor de hand.

Naast het te verwachten systeemtype is per eigenaar/perceel berekend of er ruimtedruk wordt verwacht. Voor OBES is sprake van ruimtedruk als het beloppervlak van de ondergrondse koude en warme grondwaterbellen meer dan ca. 30% van het totale oppervlak bedraagt (Handreiking Masterplannen Bodemenergie, SKB). Bij inzet van monobronnen is er eerder sprake van ruimtedruk (bij gelijke bovengrondse vraag), omdat niet het gehele verticale traject van de zandlagen wordt benut (figuur 3.1). Daar

staat tegenover dat een monobron veel makkelijker te plaatsen is op kleine percelen en dat een monobron goedkoper is voor kleinere projecten.

Bij GBES ontstaat ruimtedruk in dit gebied globaal bij een gebouwzijdige energievraag van meer dan 250 MWh/ha. Bij nieuwbouw kan het beschikbare perceel grotendeels worden benut, omdat lussen voor de bouw onder het toekomstige gebouw kunnen worden gerealiseerd. Bij bestaande bouw is dit niet mogelijk, waardoor slechts een deel van het perceel beschikbaar is, namelijk daar waar geen gebouw staat en minimaal een aantal meter van de muren af. Dit betekent dat bij bestaande bouw voor GBES eerder ruimtedruk ontstaat.

Figuur 4.1 toont het verwachte systeemtype en geeft aan in welke buurten ruimtedruk kan ontstaan.

De Nieuwe Kern

Met de gemeente is afgestemd dat er een energiesysteem moet komen per bouwblok. De meeste bouwblokken hebben een middelhoge energievraag passend bij het gebruik van een monobron (figuur 4.1). Een deel van de blokken is kleiner, qua energievraag zijn GBES financieel efficiënt. De percelen zijn echter relatief klein en liggen dicht op de monobronpercelen. Er is dus grote kans op gebrek aan bodempotentie en/of overmatige interferentie met de monobronnen. Voor de grotere percelen met grondgebonden woningen is aangegeven dat zowel een monobron (op basis van totale energievraag) als GBES (op basis van woningtype en wens eigenaarschap energiesysteem) logisch kunnen zijn. Deze percelen zijn lichtblauw gearceerd in figuur 4.1.

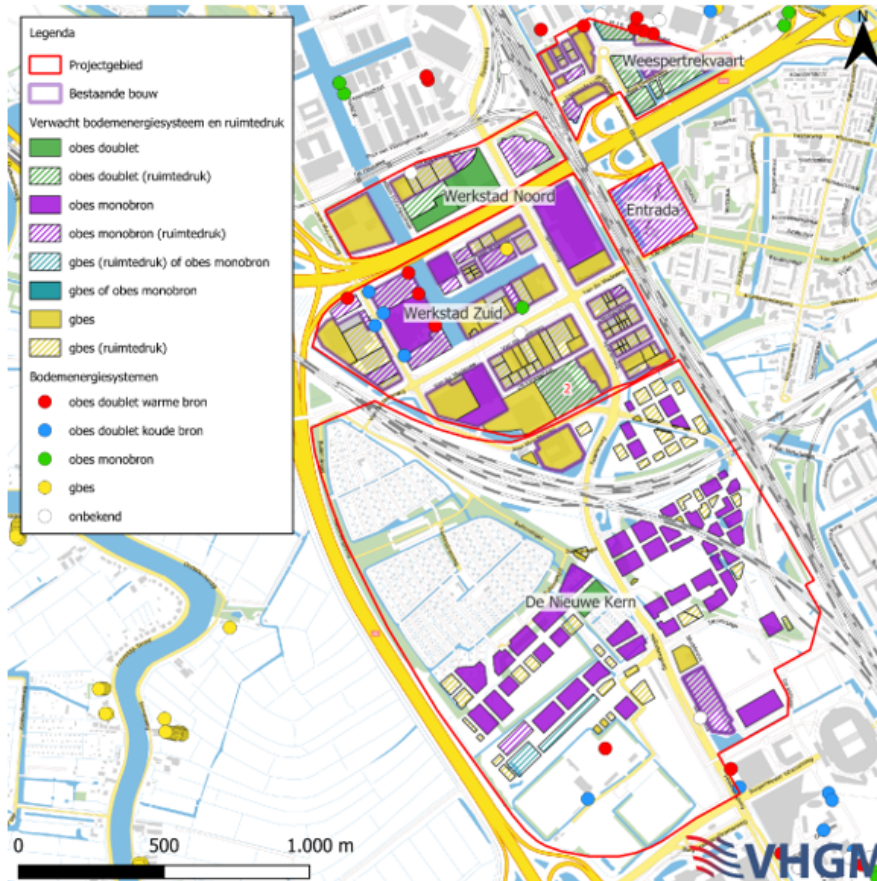
Vanwege de kans op interferentie tussen GBES en monobronnen zullen in het bodemenergieplan keuzes moeten worden gemaakt. Hier wordt verder op ingegaan in paragraaf 5.4.2 en H4 van bijlage 2.

Werkstad OverAmstel

In Werkstad OverAmstel is het beeld diverser dan in De Nieuwe Kern (figuur. 4.1), zijn de percelen kleiner en is daarnaast meer sprake van behoud van bestaande gebouwen (figuur 2.1). Door de kleinere plots zijn monobronnen of GBES vaak het meest geschikt. Bij bestaande bouw ontstaat eerder ruimtedruk voor GBES, hetgeen te zien is in de figuur. Voor monobronnen is ook vaker sprake van ruimtedruk. Een monobron is wel mogelijk, maar de koude en warme grondwaterbellen zullen ook tot onder naastliggende percelen reiken, waardoor sneller interferentie optreedt en sprake kan zijn van 'wie het eerst komt, wie het eerst pompt'. Ook zijn er enkele grotere gebieden waar een doublet wel een realistische optie is voor de energievraag van het plot. Concluderend is het beeld divers, hetgeen leidt tot een grote noodzaak voor bodemenergiebeleid en keuzes die niet voor iedere (individuele) initiatiefnemer optimaal kunnen zijn (H5).

Bij Entrada is worstcase uitgegaan van een verdeling van het gebied in 4 deelgebieden (in de berekeningen met gelijke energievraag). Monobronnen passen hierbij het beste. Als het gebied bij één eigenaar en kort achter elkaar gefaseerd ontwikkeld zou worden, zou een doublet een goede optie zijn.

Figuur 4.1 Verwachte systeemtype en ruimtedruk per deelgebied



**Voor alle deelgebieden met open bodemenergiesystemen (doublet of monobron) is 1 systeem nodig, behalve in de deelgebieden waar een rood getal staat. Hier is het aantal benodigde systemen gelijk aan dat getal.*

5 Conclusie noodzaak vervolgstappen en scenarioverkenning

5.1 Conclusie noodzaak vervolgstappen

De bodempotentie is op zichzelf voldoende om zowel Werkstad OverAmstel als De Nieuwe Kern van energie te voorzien. Toch is op basis van voorgaande hoofdstukken regulering van bodemenergie noodzakelijk. Zonder regulering ontstaat er een overmatige toepassing van verschillende soorten bodemenergiesystemen met ruimtedruk, waardoor de bodem niet optimaal benut wordt. Daarnaast is de afstand tussen de gebieden niet groot genoeg om negatieve interferentie tussen de verschillende bodemenergiesystemen volledig te voorkomen. In de scenarioverkenning wordt gekeken naar verschillende scenario's mét of zonder toepassing van een bodemenergieplan.

In de scenarioverkenning komen de onderstaande zaken aan bod:

- Scenario 1: geen bodemenergieplan
- Scenario 2: bodemenergieplan met doubletten
- Scenario 3: bodemenergieplan met monobronnen
- Scenario 4: bodemenergieplan met optimalisatie tussen individueel en algemeen belang

5.2 Scenarioverkenning met modelberekeningen

5.2.1 Scenario 1 – Geen bodemenergieplan

Wanneer er geen centrale regulering is en iedereen zelfstandig bodemenergiesystemen naar eigen inzicht toepast, ontstaat er een situatie waarin verschillende soorten systemen willekeurig worden geïnstalleerd (figuur 4.1). Bij inpassing van verschillende typen systemen zijn de temperaturen die naast elkaar ontstaan niet compatibel. Hierdoor is er grotere afstand tussen de systemen nodig, hetgeen leidt tot inefficiënte benutting van bodempotentie. De verschillende percelen/eigendommen zijn juist dicht bij elkaar gesitueerd. Dit resulteert in een "wie het eerst komt, wie het eerst pompt"-effect: de eerste systemen claimen als het ware de beschikbare thermische capaciteit van de bodem, waardoor het voor andere percelen moeilijk of zelfs onmogelijk wordt om later nog een duurzame bodemenergiesysteem vergund te krijgen. Dit leidt vervolgens tot grotere inzet van alternatieven, zoals lucht-water warmtepompen. Indien de gemeente dit op basis van netcongestie/duurzaamheid onwenselijk acht, wordt aangeraden *wel* een bodemenergieplan op te stellen voor het gebied. Hierin wordt de onderlinge plaatsing van verschillende systemen gecoördineerd, hetgeen voorkomt dat systemen elkaar negatief beïnvloeden.

5.2.2 Scenario 2 - Bodemenergieplan met doubletten

Elk perceel voorzien van een doublet is technisch niet haalbaar (veel percelen zijn te klein voor de benodigde afstand warm-koud) en te duur voor kleinere ontwikkelingen. Doubletten voor het gehele gebied zijn daarmee alleen haalbaar als er collectieven van voldoende schaalgrootte worden gerealiseerd. Dit is vanuit duurzaamheidsperspectief wenselijk en zorgt voor efficiënte bodembenutting. Echter, de collectieve aanpak is in dit geval bijzonder uitdagend, onder meer door de gespreide fasering, en niet haalbaar zonder intensieve samenwerking en coördinatie tussen alle betrokken partijen. Uit de tot nu toe gevoerde gesprekken met de gemeente blijkt dat deze optie minder realistisch is.

5.2.3 Scenario 3 - Bodemenergieplan met monobronnen

Monobronnen representeren de gemiddelde schaalgrootte van de ontwikkelvelden in het gebied. Het gebruik van monobronnen als energiebron kan daarom een goed alternatief zijn voor het hele gebied, vooral omdat monobronnen ook geschikt zijn voor kleine percelen: er is maar één bronput nodig en door het afstemmen van de diepte van warme en koude bel kunnen monobronnen van verschillende eigenaren dicht bij elkaar worden geplaatst.

Echter, er zijn enkele belangrijke beperkingen aan deze aanpak. Zo zijn er delen van het gebied waar doubletten per eenheid geleverde energie goedkoper zijn (figuur 4.1) en daarnaast met een hoger thermisch rendement kunnen draaien (figuur 4.1). Tegelijkertijd zijn er percelen met een lage energievraag. Een OBES is te duur voor een project van kleine omvang, GBES zijn wel effectief. Wanneer het bodemenergieplan overal GBES verbiedt, is de kans groot dat voor kleine percelen wordt gezocht naar andere, niet bodemgebonden of niet duurzame alternatieven.

Tenslotte zijn er delen van het gebied waar al bodemenergiesystemen zijn gerealiseerd. In die gevallen kan het gebruik van monobronnen lastig aansluiten op het bestaande systeem (figuur 4.1). Een aanpak op maat, waarin per gebiedsdeel zorgvuldig wordt gekeken naar de meest geschikte energieoplossing, zou dus uiteindelijk een betere benutting van de ondergrond, een efficiëntere energievoorziening en een verkleining van de benodigde investeringen mogelijk maken.

5.2.4 Scenario 4 – Bodemenergieplan met optimalisatie tussen individueel en algemeen belang

Het individueel belang wordt, met de onzekerheden in bepaling van wat marktconform is, weergegeven door figuur 4.1. Echter, zoals beschreven in H5.2.1, het volledig vrijlaten van het type systeem en de plaatsing ervan leidt tot een situatie waarin niet alle initiatiefnemers in het gebied gebruik zullen kunnen maken van bodemenergie.

In dit scenario wordt getracht zoveel mogelijk percelen de best passende oplossing te geven. Echter, in gebieden waar dit in verband met te korte onderlinge afstanden zou leiden tot 'wie het eerst komt, wie het eerst pompt', wordt voor het gehele gebied één oplossing gekozen. Dit leidt ertoe dat de protoplankaart van scenario 4 (figuur 5.1) gelijkenissen vertoont met figuur 4.1, maar wel homogener is. In bijlage 2 worden de afwegingen per gebied beschreven en gevoed door modelberekeningen.

De Nieuwe Kern

De Nieuwe Kern bestaat uit ontwikkelgebieden en percelen die geschikt zijn voor verschillende bodemenergiesystemen, variërend van GBES tot monobronnen. Omdat de meeste bouwblokken die in aanmerking komen voor GBES te maken hebben met ruimtedruk, is ervoor gekozen een grootschalige monobronzone te realiseren. In het bodemenergieplan zal zoveel mogelijk ruimte worden gegeven aan GBES zolang dit de inzet van monobronnen niet schaadt. Daarnaast zijn er twee grijze gebieden waar geen problemen verwacht worden.

Werkstad Noord

In Werkstad Noord is gekozen voor een combinatie van doubletten en monobronnen. Vanwege de beperkte grootte van enkele percelen en ontwikkelvelden is hier gekozen voor monobronnen. Voor de grotere, aaneengesloten percelen zijn doubletten ingezet om de hogere energievraag te kunnen dekken. Er is één grijs gebied waar geen problemen worden verwacht.

Werkstad Zuid

Werkstad Zuid bestaat uit vele kleine ontwikkelvelden en percelen, wat weinig ruimte biedt voor GBES en doubletten. Derhalve is besloten om het merendeel van dit gebied in te richten als monobronzone. Er zijn echter enkele uitzonderingen. In het westen is een doublettenzone, omdat hier al doubletten zijn gerealiseerd. In het oosten bevindt zich een keuzezone tussen GBES en monobronnen, waar in het bodemenergieplan een keuze gemaakt moet worden.

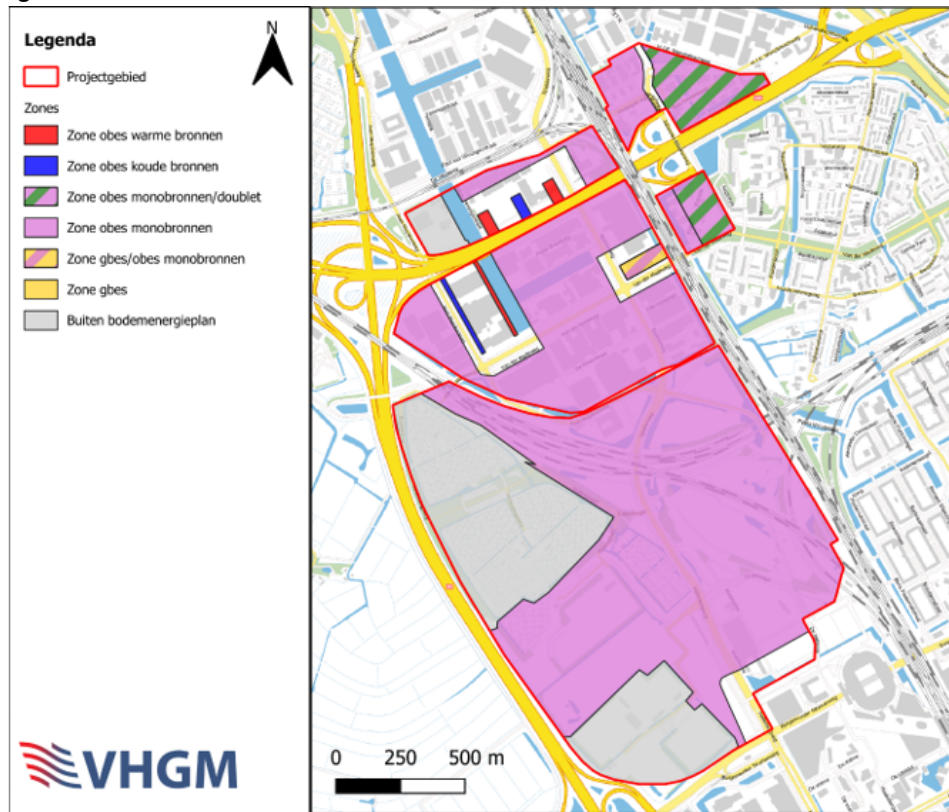
Entrada

Entrada kan zowel vier monobronnen (met vier ontwikkelaars) als een groot doublet (met één ontwikkelaar) ondersteunen. Hier zal een keuze moeten worden gemaakt voor het bodemenergieplan.

Weespertrekvaart

Weespertrekvaart biedt verschillende mogelijkheden voor systemen. In het westen is de energievraag lager, waardoor gekozen is voor monobronnen op kleinere percelen of ontwikkelvelden. In het oosten is een keuze tussen monobronnen en doubletten voorgelegd, gezien de hogere energievraag en de geplande nieuwbouwontwikkelingen. Hier moet nog een beslissing over worden genomen voor het bodemenergieplan.

Figuur 5.1 Zones scenario 4



6 Slotopmerkingen

Vanwege de uiteenlopende perceelgrootten, variërende energievraag en mix tussen nieuwbouw en bestaande bouw is er een aanzienlijke kans dat er in dit gebied een mix van verschillende typen bodemenergiesystemen ontstaat. Dit verhoogt het risico dat de bodem inefficiënt wordt benut, waardoor er onvoldoende ruimte beschikbaar is om alle (toekomstige) gebruikers van bodemenergie te kunnen voorzien. Bovendien worden de nieuwbouwontwikkelingen in dit gebied in verschillende fasen gerealiseerd, hetgeen de planning en afstemming van bodemenergiesystemen verder bemoeilijkt. Aanvullend bodemenergiebeleid is een vereiste indien bodemenergie een van de hoofdpijlers van duurzame energievoorziening in het gebied wordt.

De exacte vorm van dit beleid hangt af van de mate van collectiviteit die de gemeente nastreeft. Met de gemeente is besproken dat het meest waarschijnlijke scenario is dat elke eigenaar of ontwikkelaar zelfstandig zal zorgdragen voor de eigen energievoorziening. In dit onderzoek zijn meerdere scenario's voor het bodemenergiebeleid omschreven die meer en minder individuele vrijheid laten met meer en minder risico op 'wie het eerst komt, wie het eerst pompt' situaties. Op basis van de huidige kennis gaan wij uit van scenario 4 als basis voor het bodemenergiebeleid. Dit scenario combineert individuele vrijheid met zoveel mogelijk zekerheid en eerlijke verdeling van beschikbare bodempotentie.

Bijlage 1 Achtergrondinformatie

1 Inleiding bodemenergie

Er kunnen twee hoofdvormen van bodemenergiesystemen worden onderscheiden: open systemen en gesloten systemen. Het is van belang de verschillen tussen deze systemen te kennen om het toepassingsgebied en de effecten op de omgeving te begrijpen. Dit hoofdstuk vormt geen onderdeel van de planvorming, maar dient ter referentie om het onderzoek beter te begrijpen.

1.1 Gesloten bodemenergiesystemen

Bij gesloten bodemenergiesystemen (GBES) worden kunststof lussen (bodemplussen) in een boorgat in de bodem aangebracht (figuur 1.1). De overige ruimte in het boorgat wordt vervolgens in de regel afgedicht met grout (een soort beton). Door warmtegeleiding tussen de bodem en de bodemplussen wordt warmte of koude onttrokken. Er wordt dus geen grondwater onttrokken of geïnfiltreerd (verpompt). Daardoor is een gesloten bodemenergiesysteem ook minder afhankelijk van de bodemopbouw: er zijn geen waterdoorlatende zand- of grindlagen nodig. De temperatuur in de bodemlus mag maximaal 30°C en minimaal 3°C bedragen. Geleiding is een relatief langzaam proces. GBES zijn daardoor met name geschikt voor lagere vermogens, zoals individuele woningen, kleinere appartementencomplexen en kleinere utiliteitsgebouwen. GBES worden het vaakst ingezet voor woningbouw. Woningen kennen vaak een grotere warmtevraag dan koudevraag en dat resulteert in een bodemzijdig koudeoverschot. Er is dus rondom dit type systemen vaak meer koude dan warmte in de bodem aanwezig, hetgeen ook wordt toegestaan door het bevoegd gezag.

Het ontbreken van regeneratie is (over het algemeen) stedenbouwkundig gezien van belang: bij mono-valente inzet van gesloten bodemenergiesystemen zullen over het algemeen geen regeneratievoorzieningen worden ingepast op de daken. Het blijft echter aan individuele ontwikkelaars of er al dan niet geregenereerd wordt. Als vanuit het bodemenergieplan regeneratie wordt geëist, werkt dit sterk kostenverhogend. Er zal vaker worden uitgeweken naar lucht-water warmtepompen indien hiermee aan de eisen voor duurzaamheid kan worden voldaan.

1.2 Open bodemenergiesystemen

Bij open bodemenergiesystemen (OBES) worden bronnen in de bodem geboord. Vanuit deze bronnen wordt warm en koud grondwater onttrokken (uit de bodem naar boven gehaald) en geïnfiltreerd (de bodem ingebracht) in een warme bel (maximaal 25 °C) en een koude bel (minimaal 5 °C), figuur 1.1. De OBES verpompen grondwater en zijn daarom afhankelijk van waterdoorlatende bodemlagen (grind of zand). Daarnaast zijn ze afhankelijk van een geschikte grondwaterkwaliteit om verstopping van de bronnen te voorkomen. Het onttrekken en infiltreren van grondwater veroorzaakt drukveranderingen in de watervoerende pakketten (hydrologische effecten) naast de thermische (temperatuur) effecten die ook voor GBES gelden. OBES zijn rendabel voor relatief hoge vermogens, zoals hoogbouw, kantoren en collectieve bronnetten met woningen, idealiter met een vergelijkbare koude- en warmtevraag. Er zijn weinig boringen benodigd om hoge vermogens te leveren. Vanuit het bevoegd gezag wordt een (klein) koudeoverschot toegestaan. Binnen een interferentiegebied (het gebied behorende bij een bodemenergieplan) worden vaak regels verbonden om een koudeoverschot in te perken. Binnen de deelgebieden worden afwisselend woningen en kantoren of bedrijven gerealiseerd. Woningen kennen een grotere warmte- dan koudevraag. Dit betekent dus dat voor OBES geregenereerd dient te worden vanuit externe warmtebronnen. Dit kan lokale energie zijn vanuit de lucht, vanuit watersystemen op het dak geïntegreerd met zonnecellen (PVT) of thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), maar kan ook uit externe bronnen onttrokken worden, zoals datacenters, rioolwaterzuiveringen, stadsverwarming, restwarmte uit industrie etc. Daar waar hoofdzakelijk kantoren of bedrijven worden gerealiseerd, zal de energievraag meer in balans zijn en zal niet of minder geregenereerd hoeven te worden.

Er zijn twee typen OBES te onderscheiden. Bij een monobron worden de koude en warme bron in één boorgat gerealiseerd, waarbij een verticale tussenafstand wordt aangehouden om kortsluiting tussen de warme en koude bel te voorkomen (figuur 1.1). Bij dit systeem wordt de capaciteit vaak gelimiteerd door de afmeting van de buizen die in het boorgat passen of door de beschikbare verticale ruimte in het watervoerende pakket. Er moeten namelijk twee bronnen in één boorgat en in één watervoerend pakket worden geplaatst.

Bij een doublet worden de warme en koude bron in een eigen boorgat aangelegd, waarbij een horizontale afstand wordt aangehouden om kortsluiting tussen de warme en koude bel te voorkomen. De twee bronnen infiltreren en onttrekken over het algemeen op dezelfde diepte (figuur 1.1). Bij dit systeem wordt de capaciteit over het algemeen gelimiteerd door de bodemcapaciteit.

1.3 Inpasbaarheid van verschillende typen bodemenergiesystemen nabij elkaar

Reeds vergunde systemen hebben altijd voorrang op nog te vergunnen systemen. Reeds vergunde systemen kunnen er daarom voor zorgen dat er in het nabijgelegen gebied geen nieuw systeem kan worden aangelegd. Dit maakt een efficiënte indeling van bodemenergiesystemen in dichtbebouwd gebied onontbeerlijk.

Een enkel reeds vergund GBES (geschikt voor het verwarmen/koelen van ca. 1 woning) kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat in de nabijheid geen doublet (geschikt voor het verwarmen/koelen tot honderden woningen) meer wordt gerealiseerd. Als een warme bron van een doublet nabij het bestaande GBES wordt geplaatst, komt vrij koelen (koelen zonder tussenkomst warmtepomp) voor het GBES namelijk in het gedrang. Als een koude bron nabij het bestaande GBES wordt geplaatst, is het rendement voor verwarmen veel slechter en kan de lus zelfs bevriezen. Monobronnen kunnen wel vlak bij GBES worden geplaatst. Deze hebben namelijk geen (er wordt op één punt zowel warmte als koude toegevoegd) tot

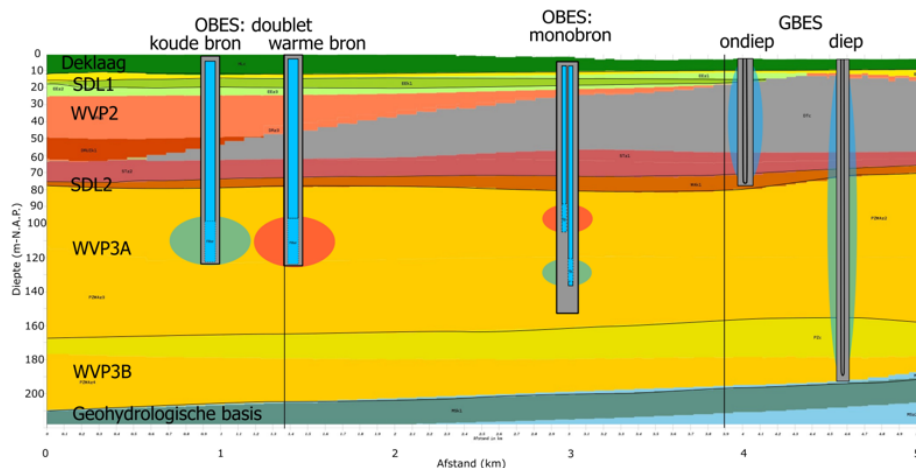
zelfs een positief effect (door grondwaterstroming). Andersom kan een (enkel) GBES vaak wel nabij een OBES worden geplaatst vanwege het relatief geringe effect. Vanwege het koudeoverschot van GBES resulteren grote clusters GBES in de directe omgeving van warme bronnen van open systemen wel in negatieve interferentie.

Negatieve interferentie tussen OBES en GBES kan worden voorkomen door GBES en OBES verticaal van elkaar te scheiden, de GBES krijgen een boordiepterestrictie. Een dergelijke boordiepterestrictie is niet altijd wenselijk. Wanneer grootschalige inzet van GBES wordt verwacht, zorgt een boordiepterestrictie voor opbouw van een koudeoverschot in een beperkter bodemvolume, waardoor de bodemtemperatuur sterker afneemt. Daarnaast moeten meer lussen worden geboord, hetgeen sterk kostenverhogend werkt.

Doubletten zijn goed inpasbaar naast andere doubletten mits warme bronnen bij warme bronnen worden geplaatst en vice versa. Monobronnen zijn goed naast andere monobronnen inpasbaar indien de filtertrajecten (diepte waarop het grondwater in en uit het pakket wordt gepompt) van respectievelijk de warme en koude bel op die van het andere systeem worden afgestemd (figuur 1.1).

Monobronnen zijn in principe slecht inpasbaar naast doubletten, omdat bij de monobron in één boorgat altijd zowel een warme als een koude bel voorkomt. Indien er genoeg verticale ruimte is in het watervoerende pakket kan de koude of warme bel van de monobron dieper dan het doublet worden geplaatst, waardoor de monobron wel naast het doublet kan worden ingepast (figuur 1.1).

Figuur 1.1 Impressie van verschillende typen bodemenergiesystemen ten opzichte van een N-Z doorsnede in het ondergrondmodel Regis II van TNO - Geologische Dienst Nederland ter hoogte van het plangebied. Kleilagen (deklaag of SDL) laten slecht grondwater door. Zand- of grindlagen (WVP) laten goed grondwater door, hetgeen met name van belang is voor OBES. Rood: warm grondwater, blauw: koud grondwater.



Bijlage 2 Berekeningen

1 Energievraag

1.1 Uitgangspunten

In het gebied komt nieuwbouw, maar blijft ook bestaande bouw behouden. Voor nieuwbouw wordt de energie vraag anders berekend dan voor bestaande bouw.

Bestaande bouw

Voor de bestaande bouw is de gasvraag per postcode-6 gebied uit 2023 gebruikt (dego.vng.nl). Voor de koelvraag heeft VHGM een realistische inschatting gemaakt op basis van het gebruiksoppervlak van de panden.

Nieuwbouw

Voor de nieuwbouwontwikkelingen heeft de gemeente indicatieve bruto vloeroppervlakten aan VHGM gegeven. VHGM heeft de oppervlakten omgezet naar gebruiksoppervlakten middels de door de gemeente aangegeven conversiefactoren. Voor gebieden waar de gemeente geen conversiefactor noemt, is 0,8 gebruikt. De gebruiksoppervlakten zijn ingevuld in de energetische rekenmethode van VHGM. Per bouwtype zijn bepaalde uitgangspunten aangehouden om te komen tot de gebouwzijdige energie vraag (verwarmen, koelen en warmtapwaterbereiding). Voor de verwarmingsvraag is de uniforme maatlat gebouwde omgeving van de Rijksoverheid gebruikt. Voor de koelvraag heeft VHGM een realistische inschatting gemaakt en is gebruik gemaakt van het opgestelde koelvermogen en de koelbehoefte volgens

ISSO publicatie 72 versie 2022. Het tapwaterverbruik is berekend op basis van formules uit de NTA 8800 die ook worden gebruikt als basis voor de uniforme maatlat gebouwde omgeving. Daar waar deze informatiebronnen geen of onvoldoende informatie bevatten (e.g. specifieke gebouwtypen die niet zijn opgenomen), heeft VHGM een inschatting gemaakt.

Gelijktijdigheidsfactor

Met één open bodemenergiesysteem kunnen honderden woningen worden verwarmd en gekoeld. Deze woningen vragen niet precies tegelijk koeling en verwarming. Het totale vermogen dat aan het bodemenergiesysteem wordt gevraagd is daarom kleiner dan de som van het vermogen van de woningen. Derhalve wordt voor open bodemenergiesystemen over het bovengronds/gebouwszijdige vermogen een gelijktijdigheidsfactor verrekend. De energievraag blijft gelijk, waardoor het aantal uren dat de warmtepomp per jaar wordt ingezet toeneemt ten opzichte van een situatie zonder gelijktijdigheid. Voor gesloten bodemenergiesystemen wordt worstcase géén gelijktijdigheidsfactor aangehouden. We gaan dus uit van individuele lussen, hetgeen resulteert in de grootste bodembelasting en interferentie.

Energievraag aan de bodem

De bovengrondse energievraag is omgerekend naar de hoeveelheid energie die vanuit de ondergrond nodig zou zijn als gebruik zou worden gemaakt van bodemenergie. In tabel 1.1 staan de uitgangspunten voor deze conversie. Tijdens verwarmingsbedrijf is de energievraag aan de bodem kleiner dan de energievraag van de woning, omdat de warmtepomp energie toevoegt. Dit wordt aangegeven met de COP. Wanneer de COP bijvoorbeeld 5 is, wordt $4/5e$, dus 80% van de energie uit de bodem gehaald (tabel 1.1). We gaan uit van passieve koeling (dus zonder inzet van warmtepomp). Hierbij is de energie die uit de bodem wordt gehaald globaal gelijk aan de geleverde energie.

Hoeveelheid grondwater benodigd uit de bodem voor OBES

Als voorbeeld wordt het winterbedrijf genomen (verwarmen). De hoeveelheid energie die per kuub grondwater kan worden geleverd, is afhankelijk van tot hoever het grondwater kan worden afgekoeld. We rekenen met een voorzichtig temperatuurverschil van 6 kelvin. Dit zorgt ervoor dat er $1,16 * 6 = 6,96$ kWh per kuub grondwater aan energie kan worden geleverd. Zo bepalen we hoeveel debiet (m³/h) nodig is om voldoende vermogen te leveren en hoeveel grondwater per seizoen (m³/seizoen) nodig is om voldoende energie te leveren. Dit vormt de basis van de berekeningen van ruimtedruk in H4. De aangehouden ΔT kan met een moderne installatie relatief eenvoudig behaald worden. Dit bouwt enige veiligheid in ten aanzien van de benodigde debieten en waterhoeveelheden uit de bodem.

Tabel 1.1 Uitgangspunten voor de berekening van bodemzijdig benodigd vermogen en energie

Parameter	Waarde
OBES	
Gelijktijdigheidsfactor verwarmen	0,8
Gelijktijdigheidsfactor tapwaterproductie	0,8
Gelijktijdigheidsfactor koelen	0,9
COP verwarmen	5
COP tapwater	3
ΔT verwarmen bronzijdig	6 kelvin
ΔT koelen bronzijdig	6 kelvin
GBES	
Gelijktijdigheidsfactor verwarmen	1,0
Gelijktijdigheidsfactor tapwaterproductie	1,0
Gelijktijdigheidsfactor koelen	1,0
COP verwarmen	4,5
COP tap	2,7

2 Technisch-juridische potentie van bodemenergie

2.1 Omgevingsbelangen

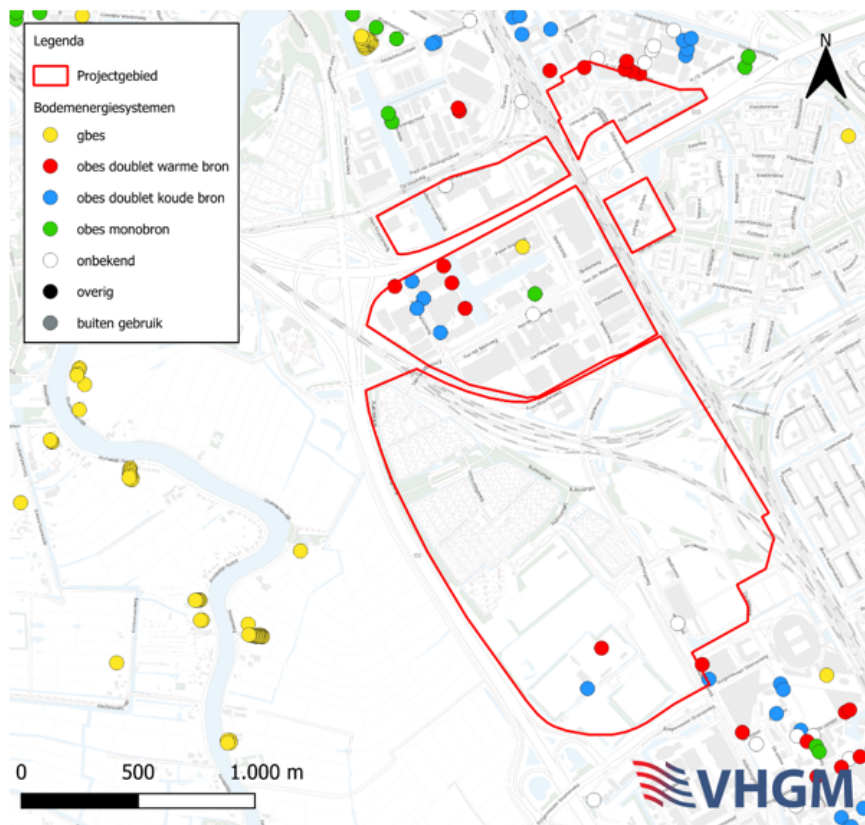
De omgevingsbelangen die relevant zijn voor een bodemenergieplan zijn onderzocht. Hieronder worden alleen de aandachtspunten kort samengevat. Op basis van de provinciale kaarten en informatie opgevraagd bij de omgevingsdienst blijkt het volgende.

- Er zijn nabij en op de projectlocatie open en gesloten bodemenergiesystemen aanwezig waarmee rekening moet worden gehouden in een bodemenergieplan (figuur 2.1).
- Binnen de projectlocatie liggen waterkeringen met bijbehorende beschermingszones (figuur 2.2). Figuur 2.2 geeft de huidige situatie weer en figuur 2.5 de toekomstige situatie. Wanneer een initi-

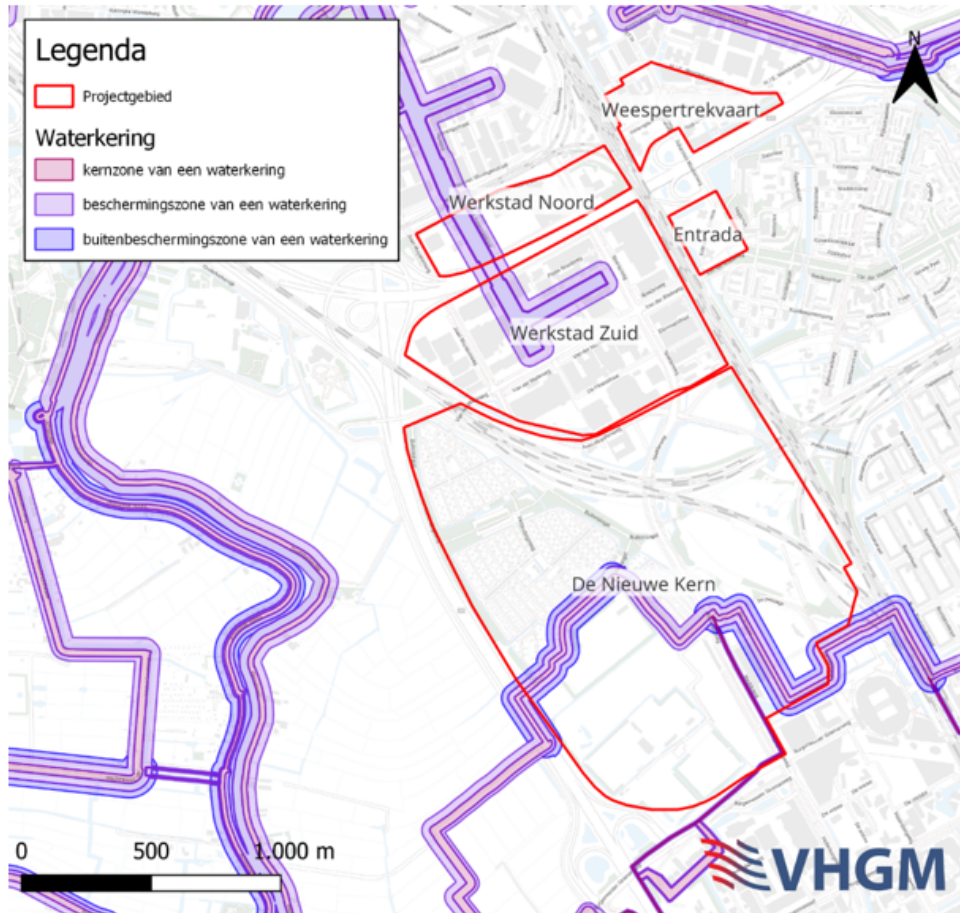
atiefnemer een open bodemenergiesysteem wil aanleggen in de beschermingszone van een waterkering, dan vraagt de initiatiefnemer een vergunning aan bij Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De waterkeringsbeheerder beoordeelt of het systeem voor zettingen zorgt die de minimaal benodigde kruinhoogte van de waterkering verlagen, waardoor de waterkering niet meer aan de normen voldoet. Verwacht wordt dat systemen in de beschermingszone, indien de aanvraag goed wordt onderbouwd, zullen worden vergund. Dit kan echter niet worden gegarandeerd. Indien de systemen (open en/of gesloten systemen) in de waterkering zelf worden geplaatst, zijn er daarnaast regels over de maximale drukken en buisdiameters. Vergunning voor de systemen wordt dan moeilijker, maar niet per se onmogelijk. In modelberekeningen voor het vooronderzoek en bodemenergieplan moet worden gekeken of er negatieve invloed kan ontstaan op de hierboven benoemde waterkering.

- De gebouwen in het projectgebied zijn aangelegd vanaf 1900. Bij gebouwen van vóór 1960 is het van belang om in het bodemenergieplan rekening te houden met zettingen die kunnen ontstaan door het infiltreren en onttrekken van grondwater, zodat eventuele schade door zettingen voorkomen wordt. Er is ook een risico voor zetting op de waterkering en de in het gebied gelegen treinsporen. In het algemeen zijn zettingen door bodemenergiesystemen gering. Dit zal middels modelberekeningen onderbouwd worden.
- Naast het projectgebied ligt het bestaande bodemenergieplan Amstel III en Arenapoort (figuur 2.3). De bufferzone overlapt met een gedeelte van ons projectgebied. Een regel is dat systemen dienen aan te sluiten bij de vastgestelde zoekgebieden voor koude en warme bronnen. In dit geval sluit de bufferzone aan bij een warme en koude zone, afhankelijk van de locatie. In de warme zone geldt dat de warme bronnen van een doublet in deze zone moeten worden geplaatst en bij een monobron moet de warme bron boven. In de koude zone geldt dat de koude bronnen van een doublet in deze zone moeten worden geplaatst en bij een monobron moet de koude bron boven. Gesloten systemen mogen hier niet dieper reiken dan 60 m -N.A.P. Hier moet rekening mee gehouden worden bij de zonering van het bodemenergieplan.

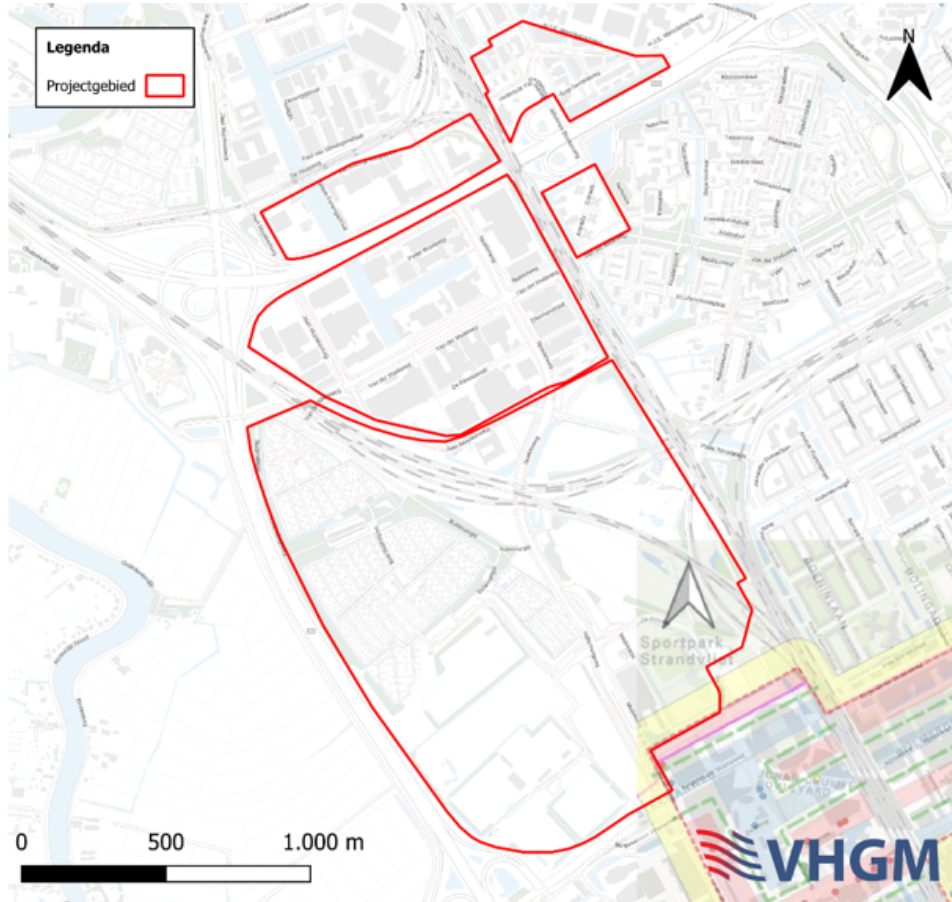
Figuur 2.1 Bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie



Figuur 2.2 Waterkeringen en beschermingszone



Figuur 2.3 Bodemenergieplan in de omgeving van de projectlocatie



2.2 Geohydrologie en geohydrologische risico's

In zand- en grindlagen kan grondwater worden verpompt. Derhalve zijn deze lagen potentieel geschikt om filter voor open bodemenergiesystemen in te plaatsen. Deze zandlagen worden freatisch pakket (wanneer aan maaiveld) of watervoerende pakketten (WVP's) genoemd. Waterremmende lagen (klei, veen en leem) worden deklaag (wanneer aan maaiveld) of scheidende laag (SDL) genoemd. Lussen voor gesloten bodemenergiesystemen kunnen zowel in klei als in zand warmte en koude uitwisselen met de bodem. De diepten van alle lagen en hun eigenschappen staan in tabel 2.1 beschreven.

Tabel 2.1 Geohydrologische schematisering

Diepte t.o.v. N.A.P. [in m] mv: ca. 0,3 m +N.A.P. à -4,2 m -N.A.P.			Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Doorlaatvermogen / weerstand
mv	Tot	Ca. -8 à -12	Klei, veen en enkele fijne zandlagen	Deklaag	Ca. 700 d
Ca. -8 à -12	tot	Ca. -15 à -20	Zand, matig fijn tot matig grof.	Watervoerend pakket 1	Ca. 37 m ² /d
Ca. -15 à -20	tot	Ca. -18 à -22	Klei en enkele fijne zandlagen	Slecht doorlatende laag 1	Ca. 150 d
Ca. -18 à -22	tot	Ca. -65 à -72	Zand, matig grof. Meerdere kleilagen.	Watervoerend pakket 2	Ca. 300 m ² /d
Ca. -65 à -72	tot	Ca. -78 à -82	Klei en enkele zandlagen	Slecht doorlatende laag 3	Ca. 500 d
Ca. -78 à -82	tot	Ca. -162 à -168	Zand, zeer tot uiterst grof met grindbijmenging.	Watervoerend pakket 3A	Ca. 2300 m ² /d
Ca. -162 à -168	tot	Ca. -200 à -210	Zand, matig fijn tot zeer grof met enkele kleilagen	Watervoerend pakket 3B	Ca. 700 m ² /d

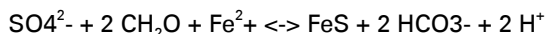
Vanaf ca. -200 à -210	Klei en fijne zandlagen	Geohydrologische basis	-
-----------------------	-------------------------	------------------------	---

2.3 Risico's grootschalige inzet bodemenergie

Risico's die op gebiedsschaal spelen bij inzet van bodemenergie zijn onderzocht. In dit hoofdstuk worden alleen risico's die daadwerkelijk een rol spelen in het projectgebied kort behandeld.

Sulfaatreductie

Wanneer sulfaat- en ijzerrijk grondwater worden gemengd met grondwater met opgeloste organische koolstof (DOC) of methaan kan een microbiologisch proces van sulfaatreductie optreden, versimpeld weer te geven als:

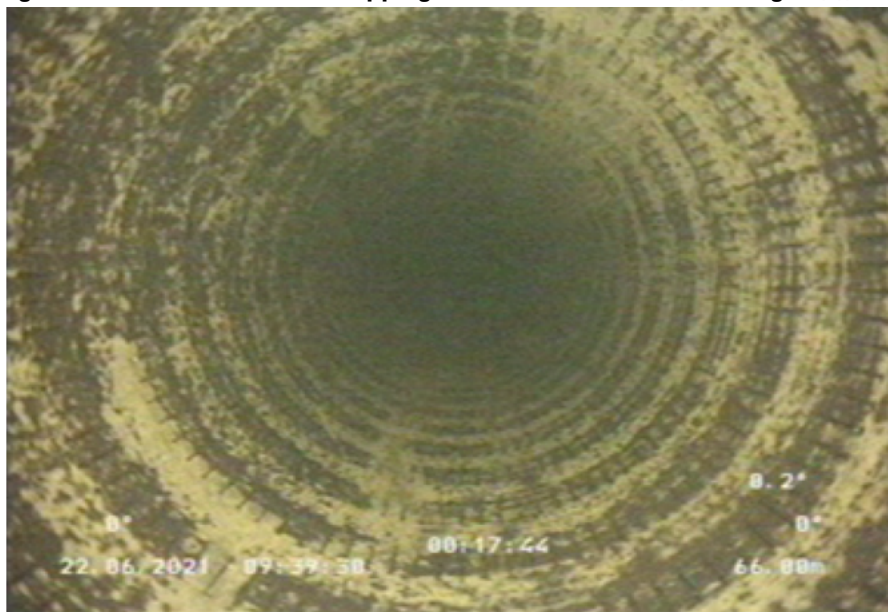


Hierbij ontstaan FeS (vaste stof) en bacteriekoloniën die samen de bronfilters kunnen verstoppen, waardoor de bronnen minder goed gaan werken of op termijn helemaal niet meer werken. Hier zijn grote kosten mee gemoeid.

Sulfaat is afkomstig uit het sulfaatrijke zoute grondwater op grotere diepte, terwijl organische koolstof juist voorkomt in het ondieper gelegen grondwater. Ter hoogte van de projectlocatie wordt de grens tussen de twee grondwatertypen (de sulfaatreductiegrens) ingeschat op globaal 80 m -N.A.P. Bronnen moeten niet in de buurt van de overgang tussen deze twee grondwatertypen worden aangelegd, omdat juist door menging van de verschillende watertypen bronverstopping ontstaat. Het is daarom uitermate belangrijk dat de regels van het bodemenergieplan uitgaan van de juiste filterdiepten, waardoor bronverstopping zoveel mogelijk wordt voorkomen. In Amsterdam en omgeving heeft sulfaatreductie al veel bronverstoppingen veroorzaakt, ook (of juist) in gebieden waarbij in het bodemenergieplan verkeerde filterdiepten staan voorgeschreven.

In het bodemenergieplan voor het projectgebied moet *minimaal* van 100 m -N.A.P. worden uitgegaan. Deze eis moet worden verwerkt in de regels. Deze diepte is alleen onder bepaalde voorwaarden voldoende (monobronnen: evenveel water verpompen in zomer als in winter of netto naar boven pompen, doubletten: evenveel water verpompen in zomer als in winter). Voorwaarden ten aanzien van de waterbalans ofwel hydrologische balans kunnen in het bodemenergieplan als regels worden opgenomen, maar kunnen ook als aanbevelingen richting de markt worden meegegeven. Verder kan als aanbeveling worden meegegeven om daar waar mogelijk filters nog dieper te plaatsen. Met name voor monobronnen kan dit moeilijk zijn, omdat zij meer verticale ruimte nodig hebben; er moeten immers twee bronnen in één boorgat worden geplaatst (figuur 2.4).

Figuur 2.4 Voorbeeld bronverstopping door sulfaatreductie (na reinigen (!)).



Grondwaterstroomsnelheid

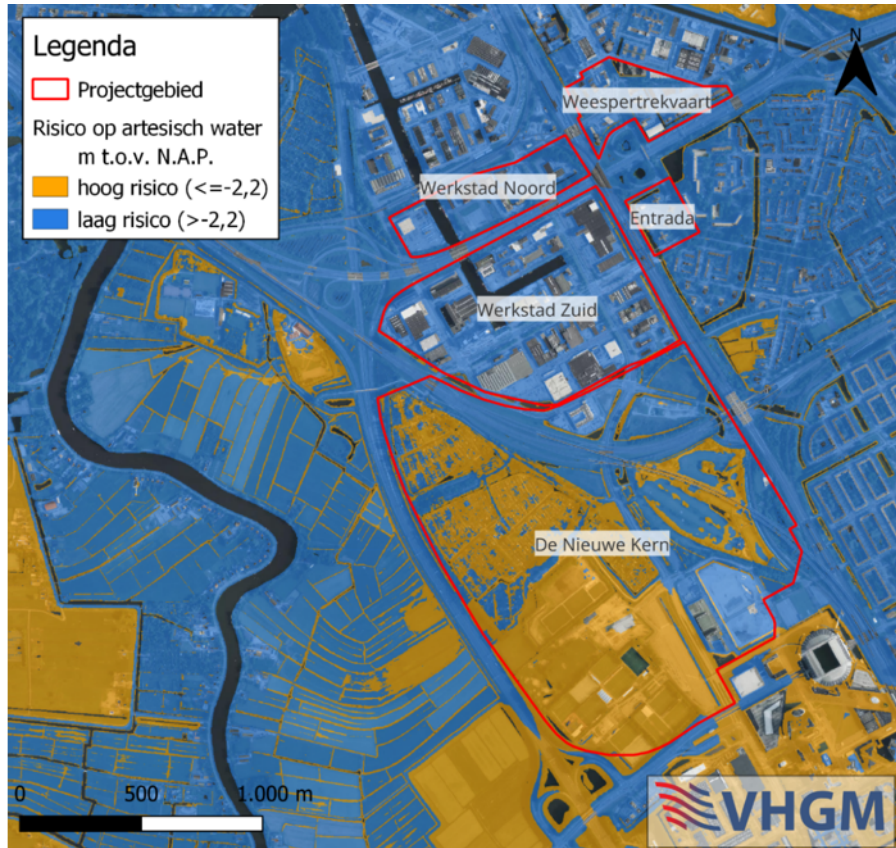
Er is sprake van een lage tot middelhoge grondwaterstromingsnelheid. In het derde watervoerende pakket (pakket waar open bodemenergiesystemen worden gerealiseerd) is de richting zuidwestelijk tot westzuidwestelijk en de snelheid 5 – 15 m/jaar. Bij deze snelheden is het van belang dat in de planzonering (waar komen monobronnen, waar komen warme bronnen, waar komen koude bronnen en waar komen GBES) rekening wordt gehouden met de stromingsrichting. Dit doen we middels modelberekeningen (H5). Voorbeeld: wanneer er sprake is van grondwaterstroming richting het westen kunnen warme bronnen zuid-noord dicht bij koude bronnen geplaatst worden dan oost-west.

Artesisch water en het ontstaan van wellen

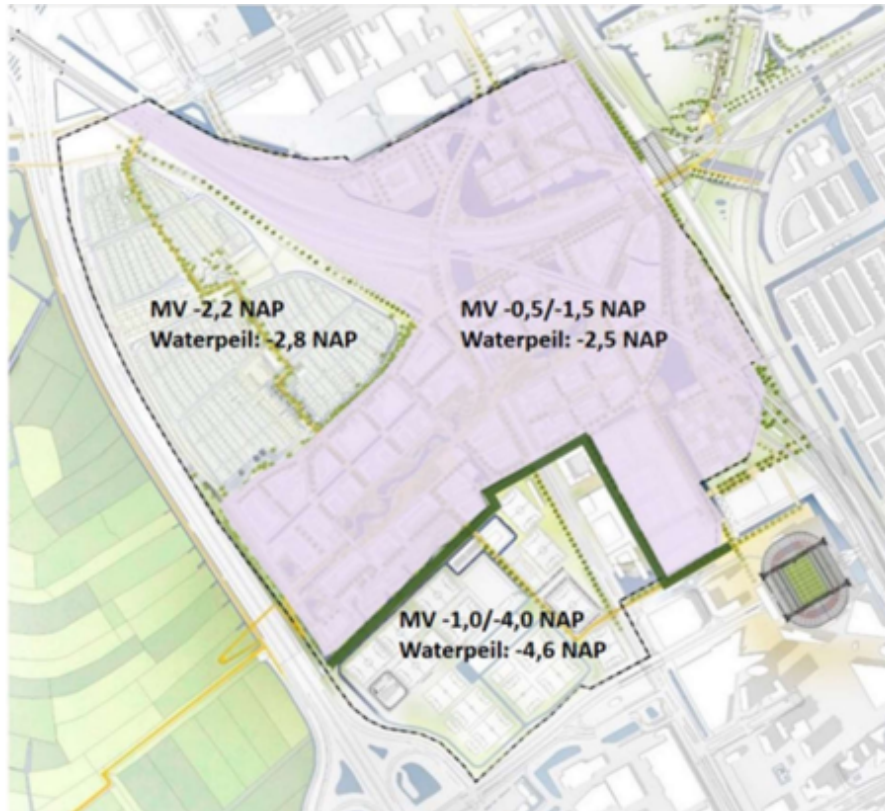
Artesisch water is grondwater in een watervoerend pakket dat onder druk staat. Door deze overdruk zijn er extra risico's op het ontstaan van wellen bij de aanleg en tijdens de levensduur van bodemenergiesystemen. Voor Ouder-Amstel is relevant dat delen van het gebied vrij laag liggen. Onder ca. 2,2 m -N.A.P. geldt dat het grondwater in het derde watervoerende pakket overdruk heeft ten opzichte van maaiveld, hetgeen wordt verergerd doordat het grondwater op diepte zout is. In andere woorden: als er een gat wordt geboord naar deze zandlagen zonder aanvullende maatregelen te treffen zal het grondwater naar maaiveld stromen.

Figuur 2.5 laat zien dat het huidige risico met name in DNK ligt. In figuur 2.6 is te zien dat het toekomstige risico in de niet paarse zones ligt. Voor dit gebied is het aan te raden om in het bodemenergieplan verplicht te stellen dat de initiatiefnemer in de vergunningaanvraag aantoont hoe wordt omgegaan met dit risico (bijvoorbeeld door het boorwater te verzwaren of door de booropstelling op een platform op te stellen).

Figuur 2.5 De hoogte van het huidige maaiveld (m t.o.v. N.A.P.) en risico op artesisch water



Figuur 2.6 De hoogte van het maaiveld (m t.o.v. N.A.P.) en de plaatsing van de waterkering in de toekomst



2.4 Meest geschikte lagen voor GBES en OBES

Lussen voor gesloten bodemenergiesystemen kunnen zowel in klei als in zand warmte en koude uitwisselen met de bodem. De bodemopbouw bestaat overwegend uit zand, hetgeen gunstig is voor de energieopbrengst per meter lus. Gesloten bodemenergiesystemen voor grotere vermogens worden veelal tot ca. 200 m -mv aangelegd. Indien in het bodemenergieplan (BEP) gekozen wordt om GBES verticaal te scheiden van OBES, zullen GBES echter slechts tot circa 100 m -mv kunnen worden aangelegd.

Voor OBES is het 3^e watervoerende pakket, vanaf ca. 80 m -N.A.P., in principe het meest geschikt vanwege een goede doorlatendheid (nodig voor het infiltreren en onttrekken van grondwater). Vanwege de grondwaterkwaliteit kunnen bronfilters echter pas worden afgesteld vanaf ca. 100 m -N.A.P.

3 Relatie tussen energievraag en bodempotentie

3.1 Uitgangspunten verwachting systeemtype per eigenaar/ perceel en ruimtedruk in ondergrond

Op basis van de energetische gegevens is allereerst het benodigd vermogen (kW) voor koelen en verwarmen per eigenaar/perceel berekend. Voor de vervolgberekeningen wordt het hoogste getal van de twee (verwarmen/ koelen) gebruikt. Dit vermogen kan worden uitgedrukt in m³/h pompcapaciteit om een beeld te krijgen welk type systeem logisch is. Wanneer het benodigd debiet heel laag is (~< 20 m³/h) zijn de investeringskosten van een OBES relatief hoog ten opzichte van de geleverde energie en wordt sneller gekozen voor GBES. Een monobron is goedkoper dan een doublet. Derhalve wordt tot ca. 80 m³/h in dit gebied normaliter gekozen voor een monobron. Twee monobronnen zijn duurder dan één doublet en daarom wordt boven ca. 80 m³/h in dit gebied normaliter gekozen voor een doublet.

4 Afwegingen scenarioverkenning

4.1 Scenario 4 – bodemenergieplan met optimalisatie tussen individueel en algemeen belang

Afwegingen voor De Nieuwe Kern

De Nieuwe Kern is ingedeeld in zones om de beschrijving te vergemakkelijken. De marktconforme oplossing alsmede de proto-plankaart van DNK worden getoond in figuur 4.1.

'Grijs gebied'. We stellen voor om dit gebied buiten het interferentiegebied te houden. In het volkstuin-gebied worden geen bodemenergiesystemen verwacht. Op het grijs gekleurde deel van het Ajax-terrein is er slechts één eigenaar en is er voldoende afstand tot de nieuwbouwontwikkelingen.

Zone A bestaat uit drie kleinere percelen. Eén van deze percelen heeft een hoge energievraag. Hoewel GBES hier het meest voor de hand ligt, kan vanwege de beperkte ruimte ook een monobron worden toegepast. Daarom is besloten om dit gebied als monobronzone aan te wijzen.

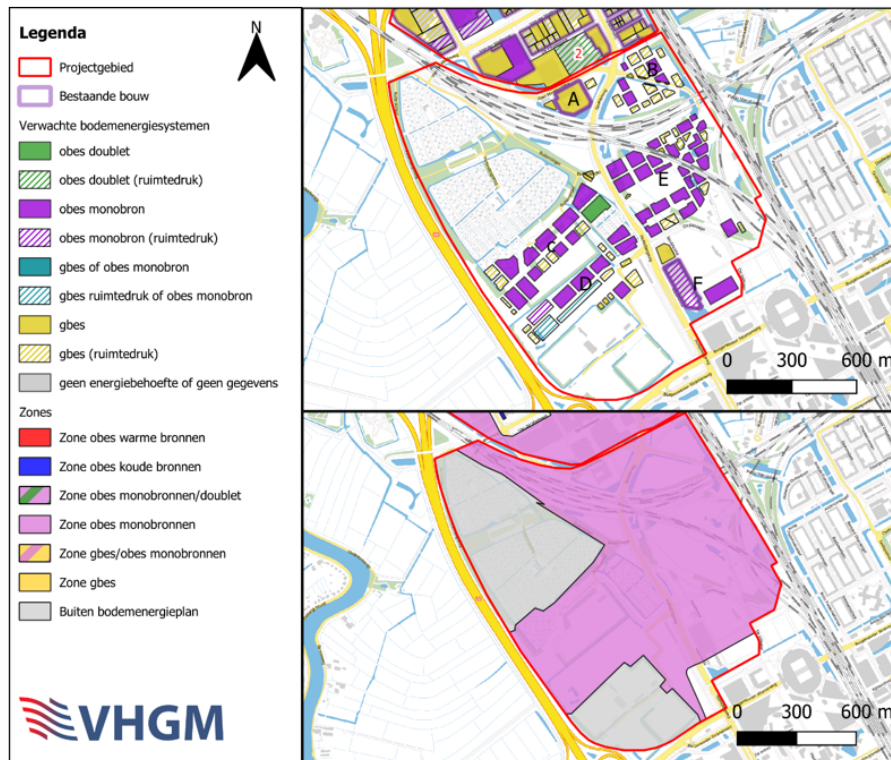
Zones B en E bestaan uit meerdere percelen met verschillende verwachte bodemenergiesystemen, zoals monobronnen of GBES met ruimtedruk. Vanwege de hoge energievraag ligt de keuze voor monobronnen voor de hand. Daarom is dit gebied aangewezen als monobronzone.

Zone C heeft dezelfde kenmerken als zones B en E, met uitzondering van één bouwblok. Dit bouwblok is het meest geschikt voor een doublet. Omdat hiervoor slechts een debiet van 81 m³/h nodig is, kan een monobron ook volstaan bij de juiste technische keuzes. Daarom is dit gebied aangewezen als monobronzone.

Zone D heeft dezelfde kenmerken als zones B en E, met enkele uitzonderingen. Twee bouwblokken bestaan volledig uit grondgebonden woningen, terwijl andere bouwblokken dit deels hebben. Hierdoor zijn sommige bouwblokken qua gebouwtype het meest geschikt voor GBES, zodat elke eigenaar een eigen systeem kan hebben. Echter, de relatief hoge energievraag kan leiden tot ruimtedruk. Wanneer deze woningen onderdeel worden van een woningcorporatie, ligt de keuze voor een monobron meer voor de hand. Daarom is dit gebied in de zones aangewezen als monobronzone.

Zone F bestaat uit enkele percelen die zowel geschikt zijn voor GBES als voor monobronnen, met en zonder ruimtedruk. Om consistentie in de planzoning te waarborgen is ervoor gekozen om dit gebied als monobronzone aan te wijzen. Een aandachtspunt is de bufferzone in het zuiden, waar een ander bodemenergieplan van kracht is. Aansluiting op dat plan is noodzakelijk. Omdat dat plan de focus legt op doubletten, is ervoor gekozen om in dit gebied geen aanvullende zonerings toe te passen.

Figuur 4.1 De Nieuwe Kern verwacht systeemtype en zones scenario 4



Werkstad Zuid en Entrada

Werkstad Zuid bestaat hoofdzakelijk uit kleine percelen met veel geschiktheid voor GBES, maar ook veel ruimtedruk voor GBES, omdat de percelen klein zijn en GBES bij bestaande bouw niet onder het pand kunnen worden gerealiseerd (figuur 4.2). In Entrada is de situatie overzichtelijk. Hieronder volgt een analyse voor de gekozen zonerings.

Zone A kent weliswaar een grote geschiktheid voor GBES op basis van energievraag per perceel, maar doordat het bestaande bouw betreft is, er veelal onvoldoende ruimte op het perceel voor de GBES. Monobronnen blijven daardoor als enige optie over. Daarnaast bevindt zich een doublet in deze zone (zie figuur 4.3). In eerste instantie zou gedacht kunnen worden aan het creëren van warme en koude

zones rondom dit doublet, waar ook de overige initiatiefnemers in het gebied op moeten aansluiten. Echter, de kleine percelen maken het lastig om voor elke eigenaar aparte warme en koude zones in te richten. Door kleine monobronnen stroomafwaarts van het bestaande doublet en op zo groot mogelijke afstand te plaatsen zou dit mogelijk moeten zijn. Via de uitzonderingsregel van het bodemenergieplan kan daarnaast altijd op de indeling van het bestaande doublet worden aangesloten, indien er een collectief ontstaat in zone A.

Zone B is al voorzien van doubletten voor de bestaande bouw. Er is daarom gekozen voor een planzoning die aansluit op de bestaande situatie.

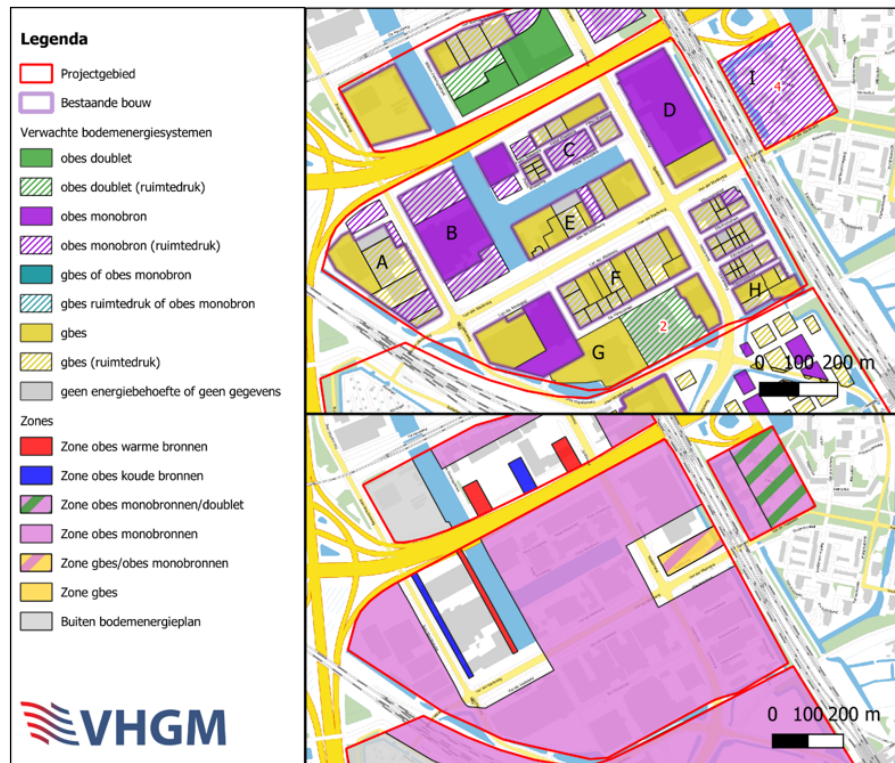
Zone C, E, F en H zijn afwisselend geschikt voor monobronnen en GBES, maar ook hier spelen de kleine percelen en bestaande bouw een belangrijke rol in de ruimtedruk. Onder bestaande bouw kan *wel* een grondwaterbel van een monobron komen, maar kan *niet* een GBES worden geboord. Door monobronnen in te zetten, in plaats van meerdere GBES-lussen, kan de beschikbare ruimte efficiënter worden benut. Dit verlicht de ruimtedruk en zorgt voor een efficiëntere indeling van het gebied.

Zone D is in het noordelijk deel op basis van energievraag geschikt voor een monobron en in het zuidelijke deel voor GBES. Voor het zuidelijke deel is gekozen om zowel GBES als monobronnen toe te staan, waarbij de buffer (zie figuur 4.2) bedoeld is voor wanneer in het zuidelijk deel gekozen wordt voor GBES.

Zone G omvat grotere percelen en sterk uiteenlopende geschiktheid. De mix handhaven van GBES, monobronnen en doubletten, zoals getoond op het bovenste paneel van figuur 4.2, is niet mogelijk, omdat de warme en koude bellen van het doublet met de zuidwestelijke grondwaterstroming de andere zones instromen en het koudeoverschot van GBES de zones van doubletten en monobronnen beïnvloedt. Er is daarom gekozen voor een one-size-fits-all oplossing: monobronnen.

Zone I (Entrada) is bij vier aparte ontwikkelaars geschikt voor vier monobronnen of bij één ontwikkelaar voor een groot doublet. Gekozen is om in het bodemenergieplan de keuze tussen monobronnen en doubletten vrij te laten. Er is namelijk door het spoor een natuurlijke bufferzone aan de zuidwestzijde. Het deel voor doubletten is daarnaast niet helemaal tot aan het spoor getrokken (figuur 4.2) om de bufferzone te vergroten in het geval dat een doublet wordt toegepast.

Figuur 4.2 Zuid en Entrada verwacht systeemtype en zones scenario 4



Werkstad Noord

Werkstad Noord kent wederom een grote verscheidenheid aan verwachte bodemenergiesystemen (figuur 4.3). De grondwaterstroming stroomt in deze omgeving grotendeels naar het zuidzuidwesten, waardoor

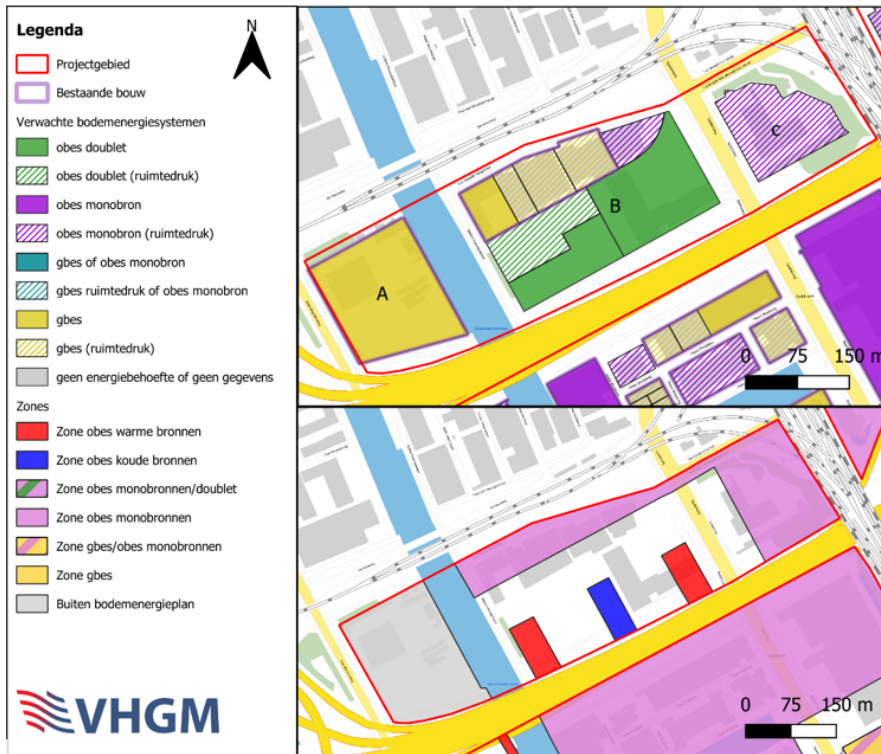
het grondwater globaal vanuit zone C afstroomt naar zone B en vanuit zone B afstroomt naar zone A. Tussen deze zones is van nature voldoende afstand aanwezig om interferentie grotendeels te beperken.

Zone A is bestaand (GVB garage) en is qua huidige energievraag van onvoldoende omvang voor een OBES. De zone is stroomafwaarts gelegen van de overige zones en zal dus i.c.m. de onderlinge afstand geen invloed hebben op de overige zones. Deze zone kan buiten het interferentiegebied worden gehouden.

Zone B is in het zuidelijk deel geschikt voor doubletten en in het noordelijk deel geschikt voor monobronnen of GBES, waarbij bij deze laatste perceelruimte een probleem is i.v.m. bestaande bouw. Voor het noordelijk deel ligt toepassing van monobronnen het meest voor de hand, omdat er op de meeste percelen te weinig ruimte beschikbaar is voor GBES. Voor het zuidelijk deel liggen doubletten het meest voor de hand. In de regel zouden stroken (rood = warm en blauw = koud) voor een doubletzonering parallel aan de grondwaterstroming worden geplaatst om thermische interferentie door stroming te minimaliseren. Echter, door de noodzakelijke bufferzone ten opzichte van het noordelijk gebied is ervoor gekozen de doubletzones met voldoende tussenafstand en niet parallel aan de stromingsrichting te plaatsen (figuur 4.3).

Zone C is het meest geschikt voor monobronnen, al is er ook sprake van ruimtedruk. Dit laatste vormt geen probleem, omdat er voldoende uitloop is naast het perceel. Er is daarom gekozen voor een monobronzone.

Figuur 4.3 Werkstad Noord verwacht systeemtype en zones scenario 4



Weespertrekvaart

Weespertrekvaart bevat wederom een diverse geschiktheid met veel potentiële ruimtedruk in de ondergrond (figuur 4.4). Hieronder volgt een overzicht van de eigenschappen en keuzes per zone.

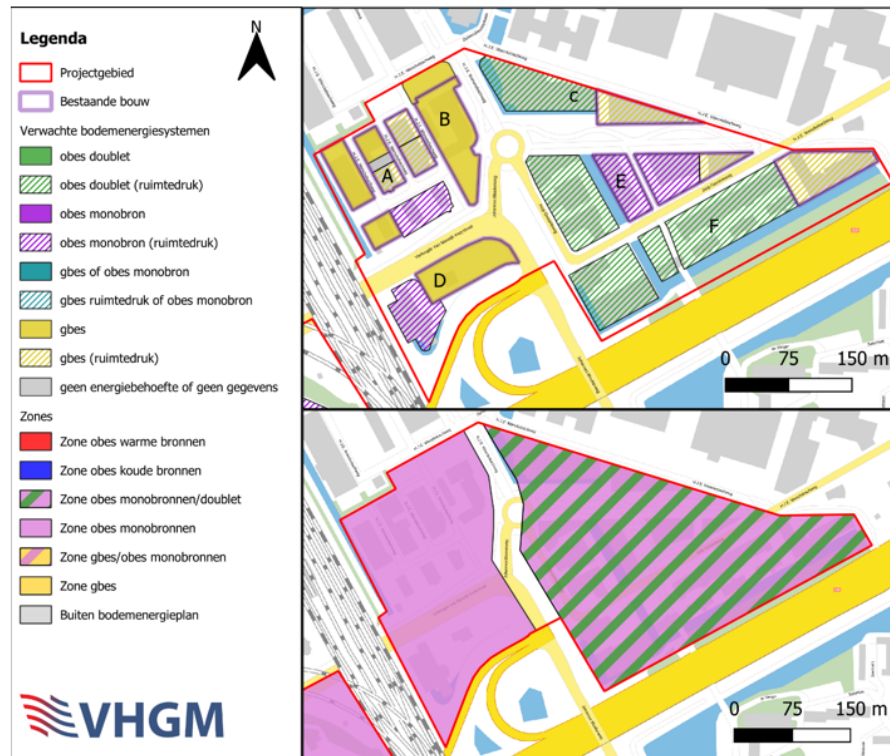
Zone A is ten dele geschikt voor GBES en ten dele voor monobronnen. Door de kleine perceelgroottes en bestaande bouw is hier voor GBES sprake van ruimtedruk. We raden daarom aan hier voor een monobronzone te opteren.

Zone B is op basis van energievraag (gasvraag) geschikt voor GBES en er is in potentie voldoende ruimte op het perceel, indien reeds bestraat en ingericht. Echter, er zou negatieve interferentie optreden met de stroomafwaarts gelegen monobronzone. We raden aan deze zone ook bij de monobronzone te betrekken.

Zone C, E en F zijn qua energievraag aan de westzijde meer geschikt voor doubletten (nieuwbouw) en voor het overige deel (bestaande bouw) geschikt voor monobronnen of GBES, waarbij voor GBES geldt dat er te weinig ruimte lijkt te zijn op de percelen, waardoor deze optie niet haalbaar is. Voor het geheel kan het beste gekozen worden voor een monobronzone, omdat het westelijke deel te dicht op het oostelijk deel ligt om zowel monobronnen als doubletten toe te passen. Een andere mogelijkheid is om te focussen op de nieuwbouw en een doubletzone te construeren waarbij voor de nieuwbouw gebruik wordt gemaakt van openbaar terrein in het gebied van de bestaande bouw. Mogelijk kan een collectief ontstaan waarop ook de bestaande bouw kan aansluiten, dit is echter helemaal niet zeker. Hier moet met de gemeente een keuze worden gemaakt.

Zone D omvat nieuwbouw bij het Bastion Hotel en een tankstation/autowasstraat. Voor de nieuwbouw is qua omvang een monobron logisch. We raden aan dit gehele gebied te betrekken bij de monobronzone, omdat een cluster GBES ter hoogte van het tankstation, als dit er komt, een vergunningaanvraag voor de monobron zou kunnen verhinderen.

Figuur 4.4 Weespertrekvaart verwacht systeemtype en zones scenario 4



5 Modelberekeningen

De scenario's zijn getest op technische en juridische haalbaarheid. Bij beide spelen de hydrologische (grondwaterdruk) en hydrothermische (grondwatertemperatuur) effecten van de bodemenergiesystemen een grote rol. Deze effecten zijn in dit hoofdstuk berekend aan de hand van het door Python aangestuurde softwarepakket FloPy. Voor de hydrologische berekeningen is gebruik gemaakt van MODFLOW. Voor de hydrothermische berekeningen is daarnaast gebruik gemaakt van MT3DMS. Er zijn alleen modelberekeningen uitgevoerd voor de mogelijk haalbare scenario's.

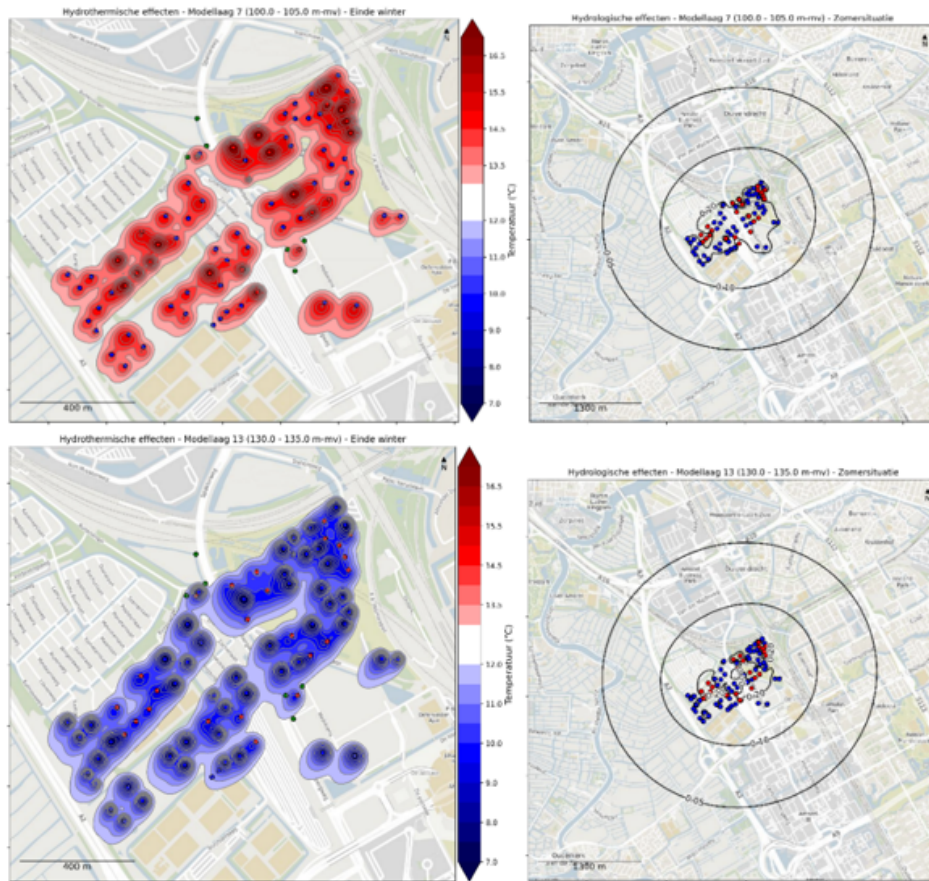
Met hydrologische (grondwaterdruk) en hydrothermische (grondwatertemperatuur) modellen is onderzocht wanneer wel en wanneer niet ongewenste interferentie of overmatige grondwaterdruk ontstaat. Een grafisch voorbeeld van de modeloutput staat weergegeven in figuur 5.1. De modellering toont aan dat de gekozen gebiedsindeling niet resulteert in overmatige grondwaterdrukken en tevens voldoende ruimte laat tussen verschillende systeemtypen voor een voldoende hoog thermisch rendement (als de systemen te dicht op elkaar zouden worden geplaatst, zou het thermisch rendement afnemen, d.w.z. zouden koude bellen warmer worden en warme bellen kouder worden).

De hydrologische effecten van open bodemenergiesystemen zijn geanalyseerd door de stijghoogteveranderingen te berekenen. De maximale variatie hierin ligt tussen 0,02 en 2,6 meter in watervoerend pakket 3 en tussen 0,00 en 0,13 meter aan het maaiveld. Daarnaast kunnen dergelijke systemen, door de onttrekking en infiltratie van grondwater, zettingen veroorzaken in de ondergrond. Uit de uitgevoerde analyse blijkt echter dat deze zettingen gering blijven en binnen veilige marges vallen. Het berekende

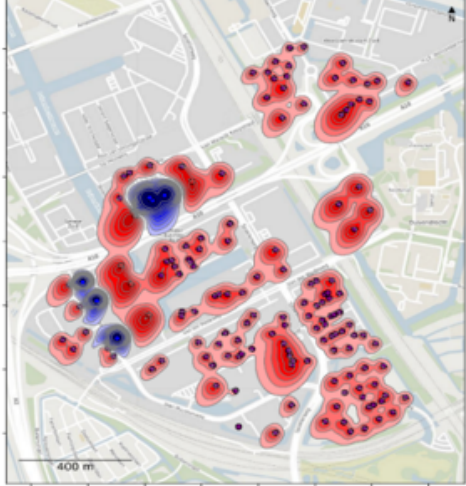
zettingsverhang varieert tussen 0 en 0,1 promille, wat als verwaarloosbaar wordt beschouwd en geen significante risico's oplevert voor zettingsgevoelige infrastructuur of bebouwing.

Naast de hydrologische effecten speelt ook het thermisch rendement een belangrijke rol bij de effectiviteit van bodemenergiesystemen. Dit rendement wordt mede bepaald door thermische verliezen. In dit scenario variëren de thermische verliezen tussen 0,9 en 3,7 kelvin. Deze verliezen zijn acceptabel.

Figuur 5.1 Hydrothermische (links) en hydrologische (rechts) effecten in watervoerend pakket 3



Hydrothermische effecten - Modellaag 7 (100.0 - 105.0 m-mv) - Einde winter



Hydrologische effecten - Modellaag 7 (100.0 - 105.0 m-mv) - Zomersituatie



Hydrothermische effecten - Modellaag 13 (130.0 - 135.0 m-mv) - Einde winter



Hydrologische effecten - Modellaag 13 (130.0 - 135.0 m-mv) - Zomersituatie

