Bodemenergieplan Nieuwe Veemarkt

Zwolle
Gemeente Zwolle

25 juni 2024 - Public

Contactpersoon

PHILIP VISSER
Senior specialist geohydrology / hydrogeology

T +31 6 4664 7395
M +31 6 4664 7395
E philip.visser@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

1 Inleiding en aanleiding 5

2 Bodemenergiesystemen 7

2.1 Principes bodemenergie 7

2.2 Bodemenergie voor de Nieuwe Veemarkt 8

2.3 Energievraag en aantallen doubletten 8

3 Bodemenergieplan 10

3.1 Uitgangspunten en bereik 10

3.2 Plankaart en uitwerking 10

3.3 Beleids- en ordeningsregels 11

4 Beleid en juridisch kader 13

4.1 Gemeentelijk beleid 13

4.2 Wettelijk kader bodemenergiesystemen 13

4.2.1 Omgevingswet en Bal 13

4.2.2 Bepalen bevoegd gezag 14

4.2.3 Vergunning onttrekken en infiltreren 14

4.2.4 Lozingen 14

Referenties 37

Tabellen

Tabel 1: Geschatte warmte- en koudevraag. 8

Tabel 2: Boring B21G0491 18

Tabel 3: Geohydrologische schematisatie van het grondwatermodel, met de dikte en doorlatendheid t.p.v. het plangebied 22

Tabel 4: Debieten per bouwveld. 25

Tabel 5: effecttabel 36

Figuren

Figuur 1: Ligging plangebied Nieuwe Veemarkt. Bron: [2] 6

Figuur 2: Impressie inrichting Nieuwe Veemarkt. Bron: [2]. De definitieve verkaveling wordt nog vastgesteld per ontwikkelveld (paspoort). 6

Figuur 3: Nummering ontwikkelvelden. Bron: [2] 9

Figuur 4: Overzicht van aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen in de omgeving van de Nieuwe Veemarkt 20

Figuur 5: Modelgebied - uitsnede van 10 x 10 km uit MIPWA v4.1.2 – waarin het plangebied is aangeduid met een oranje punt, en het pompstation Engelse Werk is aangeduid met een donkerblauw punt. In de uitsnede zijn de door MIPWA berekende stijghoogten tussen NAP -60 en -87 m (Formatie van Peize en Waalre) weergegeven. De stijghoogten zijn in m t.o.v. NAP. 21

Figuur 6: Bestaande OBES, geplande OBES in Spoorzone, en grondwateronttrekkingen, inclusief een mogelijke ordening van OBES in het plangebied Nieuwe Veemarkt (N.B. de configuratie van OBES voor de Nieuwe Veemarkt die hier is weergegeven is één van de varianten die beschouwd zijn). 23

Figuur 7: Gemeten en berekende gemiddelde stijghoogte (resultaat stationaire kalibratie) 24

Figuur 8: Mogelijke ordening van OBES, per ontwikkelveld, uitgaande van de plankaart van het gebied (Bijlage A) 25

Figuur 9: Temperaturen na 30 jaar aan het einde van de winter in Formatie van Peize (laag 9) tussen NAP -60 tot -80 m. 26

Figuur 10: Temperaturen na 30 jaar aan het einde van de zomer in Formatie van Peize (laag 9) tussen NAP -60 tot -80 m. 27

Figuur 11: Verandering van de stijghoogte aan het einde van de winter in de Formatie van Peize (NAP -60 tot -80 m). 28

Figuur 12: Verandering van de stijghoogte aan het einde van de zomer in de Formatie van Peize (NAP -60 tot -80 m). 28

Figuur 13: Verandering van de freatische grondwaterstand na 30 jaar aan het einde van de winter. 29

Figuur 14: Verandering van de freatische grondwaterstand na 30 jaar aan het einde van de zomer. 29

Figuur 15: Ligging Nieuwe Veemarkt t.o.v. grondwaterbeschermingsgebieden en bestaande en geplande (Spoorzone) OBES. Bron: [13] 30

Figuur 16: Chloride concentraties en ligging brak-zout grensvlak (oranje lijn). Bron: [11] 31

Figuur 17: Redoxcondities grondwater. Bron: [11] 31

Figuur 18: Groenstructuur en bijzondere bomen. Bron: [12] 32

Figuur 19: Waterkeringen en hoofdinfrastructuur. Bron: [14], [19] 33

Figuur 20: Berekende absolute zetting (na 30 jaar) en hoekverdraaiing ter plaatse van de Kamperspoorlijn. 33

Figuur 21: Monumenten en archeologische waarderingskaart. Bron: [18] 34

Figuur 22: *Kwetsbare bebouwing (<1970). Bron: [15]* 35

Bijlagen

Bijlage A Plankaart 16

Bijlage B Bodempotentie 18

Bijlage C Modelberekeningen en toelichting op het gebruikte model 19

Bijlage D Effecten op de omgeving 30

Colofon 38

1 Inleiding en aanleiding

De Nieuwe Veemarkt is een terrein ten zuidwesten van de binnenstad van Zwolle (Figuur 1). Al sinds de jaren 30 van de vorige eeuw werd hier een veemarkt in de open lucht gehouden. In 1972 zijn de IJsselhallen gebouwd, waar, naast de veemarkt, ook andere evenementen werden gehouden. Vanaf 2001 worden de IJsselhallen uitsluitend voor evenementen en sportactiviteiten gebruikt. Vanaf 1 januari 2024 zijn de IJsselhallen niet meer in gebruik en worden ze gesloopt.

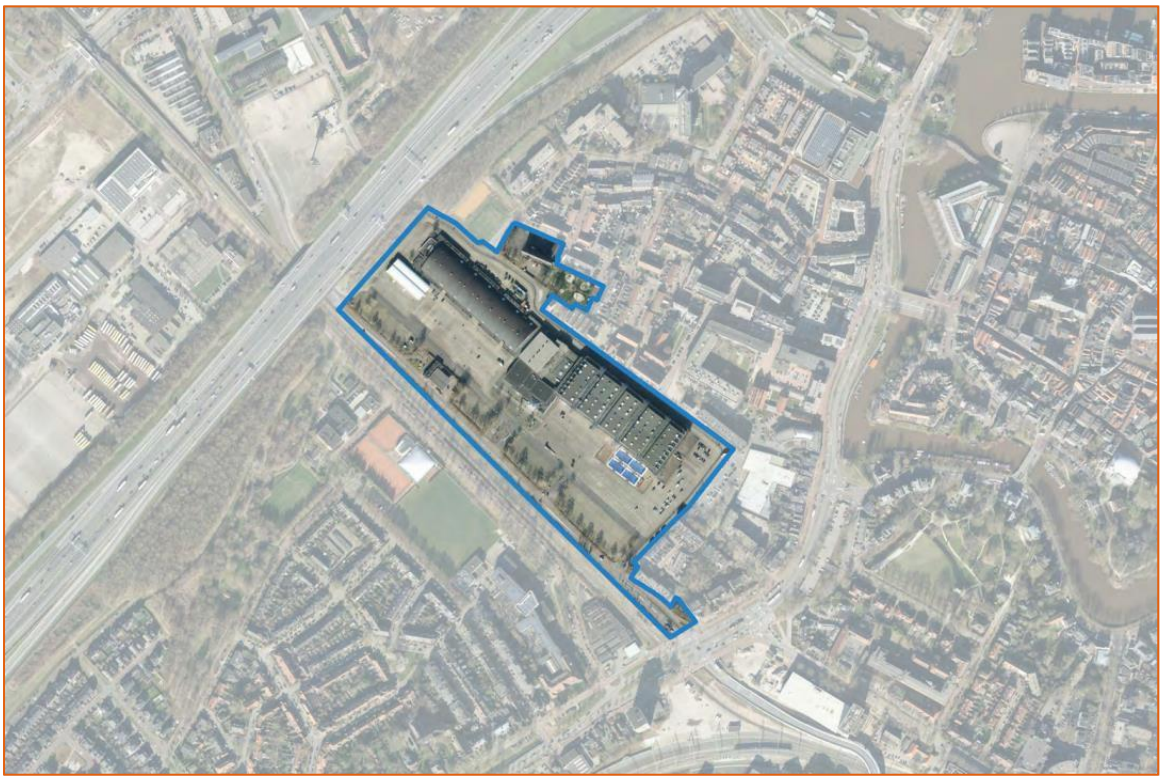
De Nieuwe Veemarkt wordt omgevormd naar een compacte stadsbuurt dicht bij het centrum van Zwolle met water en groen en vooral woningbouw. De bebouwing in de Nieuwe Veemarkt zal gaan bestaan uit gebouwen in gesloten bouwblokken (ontwikkelvelden), met een hoogte van 3 tot 6 bouwlagen en enkele hogere accenten tot ca. 10 lagen. (Figuur 2). Het gaat om circa 750 woningen en verder voorzieningen, kantoren en bedrijfsruimten, mobiliteitshubs en een circulair ambachtscentrum met creatieve bedrijvigheid (circa 18.000m^2). Een klein deel van de bestaande bouw (Oude Bogenhal) wordt gehandhaafd. Ten noorden van de Nieuwe Veemarkt zal rond de Meeuwenlaan ook een nieuwe stadsbuurt worden ontwikkeld. De Meeuwenlaan maakt geen deel uit van dit plan. Er is bij het opstellen van het onderhavige bodemenergieplan (BEP) wel rekening gehouden met de mogelijke ontwikkelingen rond de Meeuwenlaan.

In de Gebiedsvisie Nieuwe Veemarkt [1] wordt uitgegaan van een bovenwettelijke energie-eis voor het gebied, namelijk energieneutraal (ENG). Zwolle wil energieneutraal zijn in 2040 en nieuwe woningen mogen niet meer aangesloten worden op aardgas. Het Ruimtelijk Ontwikkelingsplan (6 november 2023 door de gemeenteraad van Zwolle vastgesteld) [2] zegt hierover: “De gemeente kiest voor bodemwarmte/opslag (WKO) voor het verwarmen en koelen van gebouwen in verband met het lagere elektriciteitsgebruik, minder geluid en hittestress en meer ruimte voor PV-panelen t.o.v. toepassen van luchtwarmtepompen.” Er is in 2023 onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van een WKO-systeem voor het gebied Nieuwe Veemarkt [3]. Daaruit blijkt dat de potentie van de ondergrond voldoende is voor WKO voor de geplande nieuwbouw in de Nieuwe Veemarkt, ook rekening houdend met de toekomstige ontwikkeling ter plaatse van de Meeuwenlaan.

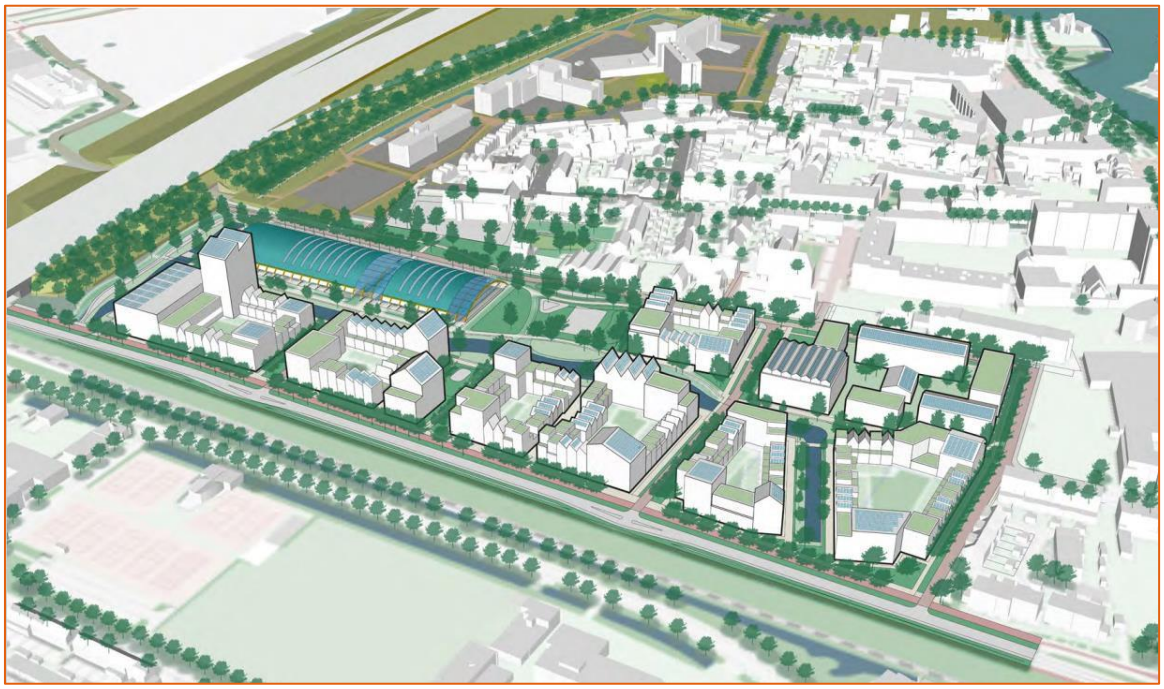
De ontwikkelvelden worden gefaseerd en over meerdere jaren ontwikkeld. Dit geeft een risico dat eerdere ontwikkelingen op het gebied van WKO latere ontwikkelingen kunnen hinderen. Daarom is een bodemenergieplan nodig om de ondergrond optimaal te kunnen benutten voor bodemenergie, waarbij er geen sprake is van onacceptabele interferentie en/of effecten op andere grondwaterbelangen. Het onderhavige bodemenergieplan voor de Nieuwe Veemarkt is gebaseerd op de te verwachten warmte- en koudevraag van het te ontwikkelen programma. Uitgangspunt is dat op ieder ontwikkelveld één of meerdere doubletten binnen de grenzen van het ontwikkelveld gerealiseerd kunnen worden. Op grond van dit uitgangspunt zijn ordeningsregels opgesteld waaraan de initiatiefnemers van de WKO-systemen zich moeten houden en waaraan bij de vergunningverlening voor de Omgevingswet door provincie Overijssel zal worden getoetst.

Dit bodemenergieplan is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 omvat een algemene beschrijving van soorten bodemenergiesystemen;
- In hoofdstuk 3 volgt de uitwerking van het bodemenergieplan, met ordeningsregels en toelichting op de plankaart;
- Hoofdstuk 4 schetst het vigerende beleid en juridische aspecten.
- De plankaart is weergegeven in Bijlage A.
- Bijlage B gaat in op de potentie voor bodemenergie van de ondergrond van het plangebied.
- In Bijlage C worden de modelberekeningen beschreven die ten grondslag liggen aan de ordening van de WKO-systemen.
- De effecten op de omgeving worden afgewogen in Bijlage D.



Figuur 1: Ligging plangebied Nieuwe Veemarkt. Bron: [2]



Figuur 2: Impressie inrichting Nieuwe Veemarkt. Bron: [2]. De definitieve verkaveling wordt nog vastgesteld per ontwikkelveld (paspoort).

2 Bodemenergiesystemen

2.1 Principes bodemenergie

Onder **bodemenergie** wordt het winnen en opslaan van thermische energie (warmte en koude) in de ondergrond verstaan.

Bij bodemenergie (tot 500 m diep) wordt de ondergrond gebruikt om ’s winters warmte te winnen en ’s zomers koude. De warmte uit ondiepe bodemenergie kan gebruikt worden in een (water-water) warmtepomp voor lage-temperatuurverwarming en de koude voor koeling.

Er zijn verschillende varianten van bodemenergiesystemen. De twee belangrijkste groepen zijn de zogenaamde “gesloten bodemenergiesystemen” (GBES) en “open bodemenergiesystemen” (OBES). Vanwege de beperkte ruimte en relatief grote benodigde hoeveelheid energie is ervoor gekozen alleen open bodemenergiesystemen toe te staan in het plangebied de Nieuwe Veemarkt.

Open bodemenergiesystemen gebruiken het grondwater dat vrijwel overal in Nederland in zandige en grindige bodemlagen voorkomt (tot dieptes van ca. 400m). Bij open bodemenergiesystemen wordt netto geen grondwater onttrokken. Al het onttrokken grondwater wordt weer terug in de bodem gebracht.

Open bodemenergiesystemen bestaan meestal uit één of meerdere paren van bronnen: **doubletten**. Via de koude bron wordt ’s zomers grondwater onttrokken dat vervolgens (via een warmtewisselaar) gebruikt wordt om gebouwen te koelen. Het daardoor opgewarmde water wordt via de tweede, warme bron weer in de bodem gebracht. Rond deze tweede bron (de “warme” bron) ontstaat daardoor een voorraad warm water (15-20^{o}C). ’s Winters wordt het proces omgekeerd. Warm water wordt uit de warme bron onttrokken en gebruikt (via de warmtewisselaar) om een gebouw te verwarmen. Het daardoor afgekoelde water (6-10^{o}C) wordt via de eerste bron (de “koude” bron) weer in de bodem gebracht, waardoor daar een voorraad koud water ontstaat. Bij een dergelijk systeem wordt dus niet alleen warm en koud grondwater onttrokken aan de bodem, maar ook opgeslagen. Vandaar dat deze systemen ook warmte- en koudeopslag (**WKO**) worden genoemd. Op deze wijze kan met relatief weinig energie (elektriciteit voor de bronpompen) een (water-water) warmtepomp effectief worden gevoed met warm of koud water.

Op de bodemenergiesystemen met bron-doubletten zijn nog enkele varianten. Zo zijn er **mono-bronnen**, waarbij in één boorgat, een warm en een koud filter boven elkaar worden geplaatst. Het grote voordeel is het geringe ruimtebeslag en de kostenbesparing omdat maar één boorgat hoeft te worden gemaakt. Echter, de capaciteit van de monobron-systemen is vrij beperkt en daardoor niet overal toepasbaar. Ook moet de bodemopbouw geschikt zijn voor mono-bronnen. Hiervoor zijn twee mogelijkheden: 1) Het warme en koude filter staan in twee verschillende watervoerende lagen, het liefst gescheiden door een slecht-doorlatende (klei)laag. Echter, om menging van grondwater met verschillende kwaliteit te voorkomen staat het beleid in de provincie Overijssel dit niet toe. De filters van de OBES bronnen moeten daarom in hetzelfde watervoerend pakket worden geplaatst. 2) Het warme en koude filter staan in één heel dik watervoerend pakket, waarbij voldoende verticale afstand tussen de twee filters kan worden gehouden.

Een minder vaak toegepaste variant is een **recirculatiesysteem**, waarbij vanuit één bron grondwater wordt onttrokken met de natuurlijke grondwatertemperatuur, dat vervolgens wordt gebruikt voor verwarmen en koelen. Het afgekoelde of opgewarmde water wordt vervolgens altijd via een tweede bron terug in de bodem gebracht. Een dergelijk systeem slaat dus geen seizoens-warmte of -koude op en is daardoor minder efficiënt. Een dergelijk systeem kan nuttig zijn in situaties waarbij snel en vaak gewisseld moet worden van verwarmen naar koelen en vice versa. Meerdere recirculatiesystemen binnen een plangebied zoals de Nieuwe Veemarkt kunnen snel tot interferentie leiden. Daarom worden recirculatiesystemen niet toegestaan in het plangebied.

De bronnen van open bodemenergiesystemen liggen enkele tientallen tot enkele honderden meters uit elkaar. Daardoor zijn er altijd terreinleidingen nodig tussen de bronnen en de technische ruimte binnen het gebouw, waar de warmtewisselaar en warmtepompen staan. Bij monobronnen wordt de warmtewisselaar ondergronds geplaatst en niet in de technische ruimte. Monobronnen kunnen ook dicht op gebouwen worden geplaatst, waardoor het ruimtebeslag gering is. De bronkoppen van zowel doubletten als monobronnen kunnen ondergronds worden weggewerkt (b.v. onder bestrating). Maar een voor onderhoud en inspectie meer praktische oplossing is een bovengrondse putbehuizing. Die bestaat uit een betonnen bak van ca. 1,5mx1,5m die net boven het maaiveld uitsteekt.

2.2 Bodemenergie voor de Nieuwe Veemarkt

Voor het plangebied Nieuwe Veemarkt is gekozen om alleen open bodemenergiesystemen toe te staan. Hieronder vallen alleen doubletten en monobronnen.

In het gebied Nieuwe Veemarkt kan WKO worden gerealiseerd per ontwikkelveld (circa 9 doubletten zullen nodig zijn). De gemeente kiest in het bodemenergieplan voor het realiseren van WKO systemen per ontwikkelveld in verband met de niet gelijktijdige aanbesteding van deze ontwikkelvelden dus geen collectief WKO-systeem voor het hele gebied. De gemeente wenst de WKO systemen per ontwikkelveld zoveel mogelijk binnen de terreingrenzen van de ontwikkelvelden te laten realiseren.

2.3 Energievraag en aantallen doubletten

Op basis van de aantallen woningen en vloeroppervlak wonen, werken en voorzieningen is in de Quick- scan WKO [3] een schatting gemaakt van de warmte- en koudevraag van de Nieuwe Veemarkt. De warmte- en koudevraag is hetzelfde, maar verdeeld over de nieuwe nummering en verdeling van de ontwikkelvelden (Figuur 3). De warmte- en koudevraag is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Geschatte warmte- en koudevraag.

Ontwikkelveld:	1	2	3	4	5	6	7	8
Warmtevraag								
[MWh]	329.1	941.7	478.0	362.0	391.2	391.2	580.5	683.8
[GJ per seizoen]	1184.7	3390.2	1720.7	1303.2	1408.3	1408.3	2089.8	2461.8
Koudevraag								
[MWh]	71.9	267.9	120.8	85.4	86.1	86.1	124.1	194.0
[GJ per seizoen]	258.8	964.4	434.9	307.4	310.0	310.0	446.8	698.4

De doubletten zullen bestaan uit één warme bron en één koude bron. Waarschijnlijk is voor de meeste ontwikkelvelden één doublet voldoende. De berekeningen waarop deze aantallen zijn gebaseerd zijn beschreven in Bijlage B en Bijlage C.

Op basis van de geschatte warmte- en koudevraag zal er een koude-overschot zijn. Regeneratie kan plaatsvinden door gebruik van aquathermie, zonne-energie (OVT) of door mechanische regeneratie. Mechanische regeneratie heeft niet de voorkeur vanwege mogelijke geluidsoverlast. Het BEP voorziet wel een mate van energiebalans, zodanig dat kortsluiting tussen de koude bellen en de warme bronnen, ook na 30 jaar, voorkomen wordt (Bijlage C).



Figuur 3: Nummering ontwikkelvelden. Bron: [2]

3 Bodemenergieplan

3.1 Uitgangspunten en bereik

Het Bodemenergieplan (BEP) Nieuwe Veemarkt heeft tot doel de ondergrond van het plangebied Nieuwe Veemarkt te ordenen voor het gebruik van bodemenergie. Dit om:

a. Een optimaal gebruik van de ondergrond voor bodemenergie te stimuleren. Negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen in en rond het plangebied moet worden voorkomen. Positieve interferentie wordt juist gestimuleerd.
b. Voorts moet het BEP negatieve effecten van de bodemenergiesystemen van de Nieuwe Veemarkt op andere bodem belangen binnen en rond het plangebied zoveel mogelijk voorkomen. Hierbij wordt rekening gehouden met bestaande belangen (bestaande bodemenergiesystemen, zettingen, ligging van de spoorlijn, etc.), maar ook met de mogelijke toekomstige invulling van het bodemenergieplan voor de Spoorzone en de toekomstige ontwikkelingen aan de Meeuwenlaan.

Het in het BEP Nieuwe Veemarkt geschetste beleid en de ordeningsregels (paragraaf 3.3) hebben betrekking op het plangebied Nieuwe Veemarkt, zoals weergegeven in het Ruimtelijk Ontwikkelingsplan [2] (Figuur 1). De plankaart en uitwerking worden besproken in paragraaf 3.2.

3.2 Plankaart en uitwerking

De indeling van het Bodemenergieplan wordt bepaald door:

- De bovengrondse inrichting van het plangebied: de beschikbare ruimte voor de bronnen, de boorlocaties en kabels en leidingen voor de bodemenergiesystemen en het uitgangspunt dat de bronnen binnen de ontwikkelvelden komen;
- De bodemgeschiktheid, ondergrondse functies en belangen en de energievraag;
- De thermische randvoorwaarden.

De plankaart is in Bijlage A opgenomen. De ordeningsregels worden in paragraaf 3.4 besproken. De plankaart wordt hieronder toegelicht.

Zonering

Op de plankaart staan drie zones weergegeven: twee zones waar koude bronnen geplaatst mogen worden en één centrale zone waar warme bronnen geplaatst mogen worden. In de tussenliggende zones mogen geen bodemenergiesystemen worden geplaatst

De zones zijn zo gepositioneerd dat de koude, respectievelijk warme bronnen in de natuurlijke stromingsrichting van het grondwater liggen. Hierdoor wordt het risico van negatieve interferentie of kortsluiten tussen warme en koude bronnen geminimaliseerd.

In het haalbaarheidsonderzoek bodemenergie en aquathermie (15 december 2022) voor de Meeuwenlaan [4] is te zien dat bij de indicatieve bronposities variant 1 en 2 een koude zone/bron in het westen van de Meeuwenlaan is geplaatst, grenzend aan de Nieuwe Veemarkt. Dat is een van de redenen dat op de plankaart in bijlage A van het bodemenergieplan Nieuwe Veemarkt een koude zone aangrenzend met de Meeuwenlaan is gepositioneerd om interferentie zoveel mogelijk te voorkomen.

Voorts liggen de koude zones aan de buitenzijden van het plangebied. Omdat de koudevraag mogelijk substantieel kleiner is dan de warmtevraag, wordt in de koude zones minder grondwater onttrokken dan in de warme zone. Hierdoor wordt de beïnvloeding op de omgeving (bijvoorbeeld de kans op zetting) verkleind.

Ruimtebeslag

De ontwikkelvelden worden relatief dicht bebouwd. Dit zal kunnen betekenen dat sommige bronnen dicht op de bebouwing komen te staan en misschien sommige bronnen in de open ruimtes tussen de bebouwing. Hierbij moet in ieder geval met twee aspecten rekening worden gehouden:

1. Wanneer de bebouwing al is gerealiseerd, moet er voldoende ruimte zijn voor het opstellen van de boorstelling. Er is ruimte nodig voor de boorwagen, bezinkbakken en grondcontainer, vrachtwagen met kraan en opslag van materiaal. De boringen mogen niet dicht bij bestaande funderingen worden uitgevoerd.
2. Wanneer de boringen voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd is er een risico op beschadiging van de bron of bronbehuizing (bovengronds). Ook heiwerkzaamheden kunnen door trillingen de bronnen beschadigen.

Uitsluiting verontreinigingscontour

Op de plankaart (Bijlage A) is een contour aangegeven waar in het bestemmingsplan Kamperpoort (NL.IMRO.0193.BP10021- 0004) in 2013 is aangegeven dat er een bodemverontreiniging voorkwam. Op deze locatie is een ernstige verontreiniging met minerale olie en vluchtige aromaten aanwezig in de grond en het grondwater. In de periode 1997- 1998 is bij het vernieuwen van de ondergrondse tanks een deelsanering uitgevoerd.

Op basis van gegevens verkregen via Omgevingsrapportage Overijssel blijkt het volgende. In 2010 is in een nader onderzoek de status ernstig, niet urgent bepaald. In 2014 is een saneringsplan opgesteld en uitgevoerd. De monitoringrapportage uit 2015 vermeldt dat het diepere grondwater (onder de klei- en veenlaag) vrijwel volledig is gesaneerd. De concentratie-afname in de kern boven de klei- en veenlaag stagneert. Ditzelfde beeld is in de daaropvolgende monitoringrapportages vrijwel onveranderd gebleven.

De monitoringrapportage van 6 september 2022 vermeldt dat het grondwater in de voormalige kern boven de veen-/kleilaag plaatselijk nog sterk verontreinigd met vluchtige aromaten. Buiten de voormalige kern boven de veen-/kleilaag is het grondwater lokaal sterk verontreinigd met minerale olie en licht tot matig met aromaten en of minerale olie.

Onder de veen-/kleilaag is binnen de voormalige kern het grondwater licht verontreinigd met enkele aromaten en vluchtige olie. Buiten de kern is het diepere grondwater niet meer verontreinigd met vluchtige aromaten en vluchtige olie.

Omdat er (vrijwel) geen verontreiniging in het diepere grondwater aanwezig is, zullen de bodemenergiesystemen geen invloed hebben op de verspreiding van de verontreiniging. Wel moet worden voorkomen (door te werken volgens BRL SIKB 2100) dat het doorboren van de ondiepe restverontreiniging geen (mechanische) verplaatsing van de verontreiniging naar het watervoerend pakket veroorzaakt.

3.3 Beleids- en ordeningsregels

1. Gesloten bodemenergiesystemen (GBES, “bodemlussen”) zijn niet toegestaan in het plangebied.

2. Open bodemenergiesystemen (OBES) in de vorm van doubletten met afzonderlijke warme en koude bronnen zijn toegestaan. Dit moeten opslagsystemen zijn. Recirculatiesystemen zijn aldus niet toegestaan in het plangebied.

   Open bodemenergiesystemen in de vorm van monobronnen zijn toegestaan mits deze gerealiseerd wordt binnen het 2e watervoerende pakket.

   Er moet worden voorkomen dat grondwater met verschillende kwaliteiten wordt gemengd. Daarom moeten de filters van een OBES doublet of monobronnen in hetzelfde watervoerend pakket (i.c. het 2^{e} watervoerend pakket) worden geplaatst. Voorts mag de afsluitende kleilaag tussen het tweede en derde watervoerende pakket niet doorboord worden. Bij de toepassing van monobronnen dient aangetoond te worden dat de plaatsing van monobronnen geen belemmering vormt voor doubletsystemen. De globale bodemopbouw is schematisch weergegeven in Tabel 2 en Tabel 3 (Bijlage B en Bijlage C).

3. De filters van doubletten moeten in het 2e watervoerend pakket worden geplaatst. Dat wil zeggen, deels in de gestuwde afzettingen en deels in het niet-gestuwde deel van de Formatie van Peize en boven de slecht-doorlatende delen van het Laagpakket van Balk (zie ook Tabel 2).

4. De bronnen voor een OBES van een ontwikkelveld mogen alleen binnen de grenzen van de ontwikkelvelden worden geplaatst.

   Voor het onderhoud aan de systemen moeten de bronnen bereikbaar blijven.

5. De onderlinge afstanden tussen warme, respectievelijk koude bronnen dienen zodanig te worden gekozen dat geen negatieve interferentie optreedt tussen de bronnen van een WKO-systeem, of tussen de verschillende WKO-systemen. Dit moet middels een berekening worden aangetoond.

   In Bijlage C is een voorbeeld uitgewerkt hoe dit door middel van een numeriek model kan worden gedaan.

6. Er wordt uitgegaan dat een netto koude-overschot in de bodem ontstaat door toepassing van de bodemenergiesystemen in het plangebied (Tabel 1). Het koude-overschot mag echter in een periode van 30 jaar gebruik geen negatieve interferentie geven.

- Regeneratie of aanvulling van de warme grondwaterbellen door bijvoorbeeld thermische energie uit oppervlaktewater (TEO, aquathermie) of zonne-energie is toegestaan.
- Compensatie van het koude-overschot door middel van zogenaamde mechanische regeneratie met behulp van (lucht)warmtepompen en droge koelers heeft niet de voorkeur, maar is toegestaan mits dit geen geluidsoverlast oplevert. De initiatiefnemer zal daarom bij gebruik van mechanische regeneratie moeten aantonen dat de maatregelen die geluidsoverlast moeten voorkomen volstaan.

  De provincie Overijssel heeft aangegeven dat een koude-overschot acceptabel is, mits er geen negatieve effecten optreden op andere belangen (b.v. bestaande WKO-systemen) en de efficiëntie van de WKO-systemen in het plangebied Nieuwe Veemarkt en toekomstige systemen aan de Meeuwenlaan niet negatief worden beïnvloed.

  Mocht er (tijdelijk) een warmte-overschot in de bodem ontstaan, dan geldt hiervoor Art. 4.1154, lid 3 van het Bal: "In elke periode van vijf jaar vanaf de dag waarop het systeem in gebruik is genomen, is er een moment waarop de totale hoeveelheid warmte in megawattuur die aan de bodem is toegevoegd niet groter is dan de totale hoeveelheid koude in megawattuur die aan de bodem is toegevoegd."

7. Van ordeningsregels 4 en 5 mag gemotiveerd van worden afgeweken, mits op voorhand kan worden aangetoond dat dit geen negatieve effecten op bestaande of geplande belangen in de ondergrond (zie Bijlage C en Bijlage D) heeft en niet in strijd is met de doelstellingen van dit bodemenergieplan. De Gemeente Zwolle en de provincie Overijssel moeten voorafgaand aan de afwijking hiervoor toestemming geven.

   Een voorbeeld is als men kiest voor een gezamenlijke doublet per combinatie van ontwikkelvelden. Er dient dan in overleg met de gemeente te worden bepaald hoe de bronnen met elkaar verbonden kunnen worden met minimaal gebruik van de openbare ruimte.

8. Binnen de verontreinigingscontour uit 2013 (zie plankaart in Bijlage A) mag vooralsnog geen bodemenergiebron worden geplaatst. Deze beperking geldt totdat milieukundig onderzoek heeft aangetoond dat er geen bodemverontreiniging meer aanwezig is, of totdat er een sanering is uitgevoerd en de evaluatie heeft aangetoond dat er geen (rest)verontreiniging meer aanwezig is.

4 Beleid en juridisch kader

Het beleid en juridisch kader voor bodemenergie in de gemeente Zwolle en provincie Overijssel worden hier beschreven.

4.1 Gemeentelijk beleid

Interferentiegebieden

Tot 1 januari 2024 kon, op grond van artikel 2.2b van het Besluit omgevingsrecht, bij gemeentelijke verordening interferentiegebieden worden aangewezen. Dit ter voorkoming van interferentie tussen gesloten of open bodemenergiesystemen onderling of anderszins ter bevordering van een doelmatig gebruik van bodemenergie. Deze regeling is met de inwerkingtreding van de Omgevingswet per 1 januari 2024 vervallen. De interferentiegebieden zullen worden vervangen door het omgevingsplan. De gemeente kan met het omgevingsplan gebieden aanwijzen waarbinnen regels voor bodemenergie gelden.

Invoeringsbesluit Omgevingswet

Artikel 8.2.11 van het Invoeringsbesluit Omgevingswet regelt dat de gemeentelijke verordeningen waarin interferentiegebieden zijn aangewezen, tot een bij Koninklijk Besluit te bepalen datum blijven gelden. Het overgangsrecht regelt verder dat deze verordeningen tot uiterlijk eind 2031 kunnen worden omgezet naar het omgevingsplan.

De gemeente kan aldus nog een interferentiegebied en bijbehorend bodemenergieplan voor de Nieuwe Veemarkt vaststellen. Voor Zwolle is de Verordening interferentiegebieden bodemenergiesystemen Zwolle 2021 van kracht. Op grond van deze verordening zijn burgemeester en wethouders bevoegd een interferentiegebied voor de Nieuwe Veemarkt aan te wijzen.

Het bodemenergieplan kan door de provincie worden verankerd in een provinciale beleidsregel. In deze beleidsregel kunnen gedeputeerde staten bepalen dat bij het verlenen van een omgevingsvergunning voor een OBES rekening wordt gehouden met een door de gemeente vastgesteld bodemenergieplan. Ongeacht of het bodemenergieplan in een provinciale beleidsregel wordt opgenomen, zal de provincie nieuwe vergunningaanvragen voor open bodemenergiesystemen moeten toetsen aan de regels uit het bodemenergieplan.

4.2 Wettelijk kader bodemenergiesystemen

Tot 1 januari 2024 waren het wettelijk kader betreffende de vergunnings- en meldingsplicht en de aanleg en het gebruik van bodemenergiesystemen geregeld in de Waterwet en het Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen (WBBE) 2013. De Waterwet en het WBBE zijn met de inwerkingtreding van de Omgevingswet per 1 januari 2024 vervallen.

4.2.1 Omgevingswet en Bal

De Omgevingswet is per 1 januari 2024 in werking getreden. Ook de Waterwet is in de Omgevingswet geïntegreerd. De Omgevingswet regelt onder meer de vergunningverlening het toezicht en de handhaving voor het onttrekken of infiltreren van grondwater. Het onttrekken van grondwater of infiltreren van water in de bodem, wat tot 2024 onder artikel 6.4 van de Waterwet viel, is nu een wateronttrekkingsactiviteit onder artikel 5.1, lid 2, onder d van de Omgevingswet. Dat wil zeggen een omgevingsvergunningplichtige activiteit.

Samen met de Omgevingswet is ook het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) in werking getreden. In het Bal zijn regels opgenomen over milieubelastende activiteiten. Als hierbij lozingen vrijkomen worden deze ook geregeld. Dit besluit is vergelijkbaar met het voormalige Activiteitenbesluit. In het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) staan algemene regels voor grondwateronttrekkingsactiviteiten. Deze beschrijven wanneer een vergunning nodig is en wanneer de specifieke zorgplicht geldt.

Het aanleggen en gebruiken van een open bodemenergiesysteem is onder het Bal een milieubelastende activiteit (art. 3.18 Bal), waarvoor een omgevingsvergunning vereist is (art 3.19, 1e lid Bal). Ook het lozen van water afkomstig van een milieubelastende activiteit op een oppervlaktewater is een vergunningplichtige activiteit (art. 3.19, 2e lid Bal).

In paragraaf 4.112 van het Bal zijn de regels beschreven waaraan moet worden voldaan door een open bodemenergiesysteem en lozingen die daarmee samenhangen. Deze regels zien onder andere toe op de registratieplicht, het voorkomen van negatieve interferentie, de maximale temperatuur van het in de bodem teruggebrachte grondwater, systeemeisen (rendement, energiebalans) en meetverplichtingen. Ook is in deze paragraaf van het Bal beschreven hoe een open bodemenergiesysteem moet worden beëindigd. Zo spoedig mogelijk na het beëindigen van het gebruik van een open bodemenergiesysteem wordt het systeem zo opgevuld dat de waterscheidende lagen in stand blijven. Het ondergrondse deel van het systeem dieper dan 10 m onder maaiveld mag niet worden verwijderd.

4.2.2 Bepalen bevoegd gezag

Voor het aanleggen en het gebruiken van een open bodemenergiesysteem, bedoeld in paragraaf 3.2.6 van het Bal, zijn gedeputeerde staten van de provincie waarbinnen de activiteit wordt verricht het bevoegd gezag (art. 2.5 Bal).

4.2.3 Vergunning onttrekken en infiltreren

Reguliere procedure

Voor het behandelen van een omgevingsvergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 8 weken.

De initiatiefnemer kan de aanvraag indienen via het Digitaal Stelsel Omgevingswet (DSO). De beslistermijn begint te lopen vanaf het moment van ontvangst van de aanvraag. Als het bevoegd gezag de beslissing op de aanvraag aanhoudt, begint de termijn te lopen op de dag waarop de aanhouding eindigt. De beslistermijn is normaliter 8 weken.

Uniforme openbare voorbereidingsprocedure

De provincie heeft de mogelijkheid om op de aanvraag te beslissen met toepassing van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure (Afd. 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht). Dit kan het geval zijn wanneer:

a. als het gaat om een activiteit die aanzienlijke gevolgen heeft of kan hebben voor de fysieke leefomgeving, en
b. waartegen naar verwachting verschillende belanghebbenden bedenkingen zullen hebben.

Deze procedure duurt circa 6 maanden. Binnen deze procedure wordt, afwijkend van de reguliere procedure, eerst een ontwerpbesluit ter inzage gelegd, voordat het definitieve besluit wordt vastgesteld.

Milieueffectrapportage

Voor de oprichting, wijziging of uitbreiding van werkzaamheden voor het onttrekken of kunstmatig aanvullen van grondwater en waarvoor een omgevingsvergunning voor een wateractiviteit of de omgevingsvergunning op grond van een omgevingsverordening vereist is, moet een mer-beoordeling worden uitgevoerd (categorie K1, kolom 3 van Bijlage V bij de artikelen 11.6, 11.7 en 11.8 van het Omgevingsbesluit). Binnen die beoordeling bepaalt het bevoegd gezag of de grondwateronttrekking of infiltratie nadelige effecten heeft voor het milieu.

Wanneer meer dan 10 miljoen m^3 grondwater per jaar wordt onttrokken of kunstmatig aangevuld, is een milieueffectrapportage verplicht. Ook wanneer uit het mer-beoordelingsbesluit volgt dat de onttrekking of infiltratie nadelige effecten heeft voor het milieu, is het opstellen van een milieueffectrapport verplicht.

4.2.4 Lozingen

Er zijn verschillende momenten waarop lozingen, en daarmee de wettelijke kaders voor lozingsactiviteiten, aan de orde zijn.

Boren van de bronnen (boorspoelwater)

Voor de aanleg van de bronnen van open systemen moet worden geboord. Tijdens het boren komt spoelwater vrij (boorspoelwater). De hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is beperkt, maar bevat vaak boorspoeling (bentoniet en polymeren) en vrijgekomen grond (zand, klei). Dit afvalwater bevat biologisch goed afbreekbare, zuurstofbindende

cellulosederivaten en onopgeloste stoffen in de vorm van gronddeeltjes en bentoniet. De voorkeursvolgorde voor de lozing is daarom het vuilwaterriool of de bodem.

Ontwikkelen van open bronnen (ontwikkelwater)

Direct na het boren worden de bronnen van een open systeem eenmalig schoon gepompt (ontwikkelen). Het doel hiervan is om resten van het geboorde materiaal uit de bronnen te verwijderen (zand en slibdeeltjes), zodat deze niet voor verstoppingen kunnen zorgen. Tijdens het ontwikkelen komt grondwater vrij met een debiet dat groter is dan het ontwerpdebiet. Het vrijgekomen grondwater moet (deels) worden geloosd.

Bij het begin van de lozing kunnen in het afvalwater nog een beperkte hoeveelheden boorspoeladditieven aanwezig zijn, zoals bentoniet en polymeren (cellulosederivaten). Verder bevat het te lozen afvalwater alleen onopgeloste stoffen in de vorm van gronddeeltjes. Het afvalwater dat vrijkomt bij het ontwikkelen, wordt daarom bij voorkeur geloosd op of in de bodem of het oppervlaktewater.

Onderhoud van bronnen (spuiwater)

De bronnen van open bodemenergiesystemen worden in verband met preventief onderhoud een aantal keer per jaar gespoeld. Tijdens onderhoud wordt slechts een beperkte tijd (0,5 tot 4 uur) een hoeveelheid afvalwater geloosd. De vrijkomende debieten gedurende het onderhoud kunnen wel fors zijn, maximaal zo'n 1000 m³/h. Verder bevat het te lozen water onopgeloste stoffen in de vorm van gronddeeltjes. Het afvalwater dat vrijkomt bij het onderhoud, wordt daarom bij voorkeur geloosd op of in de bodem of het oppervlaktewater.

Middels een onderhoudsfilter in de technische ruimte kan ervoor gezorgd worden dat er geen grondwater geloosd hoeft te worden. Bij een onderhoudsfilter wordt het vuil afgevangen met een zogenaamd kaarsenfilter met zeer kleine poriën. Het grondwater wordt uit de bronfilters opgepompt en wordt via het onderhoudsfilter in de bypass van het leidingcircuit in een andere bron geïnjecteerd.

Regulering van lozingen en voorkeursroutes

Lozingen in samenhang met de aanleg, gebruik of onderhoud van een bodemenergiesysteem, zijn onder het Bal milieubelastende activiteiten waarvoor een omgevingsvergunning is vereist. Er staan echter geen lozingsvoorschriften in het Bal. Er geldt een vergunningplicht als het om het afvoeren van afvalwater gaat.

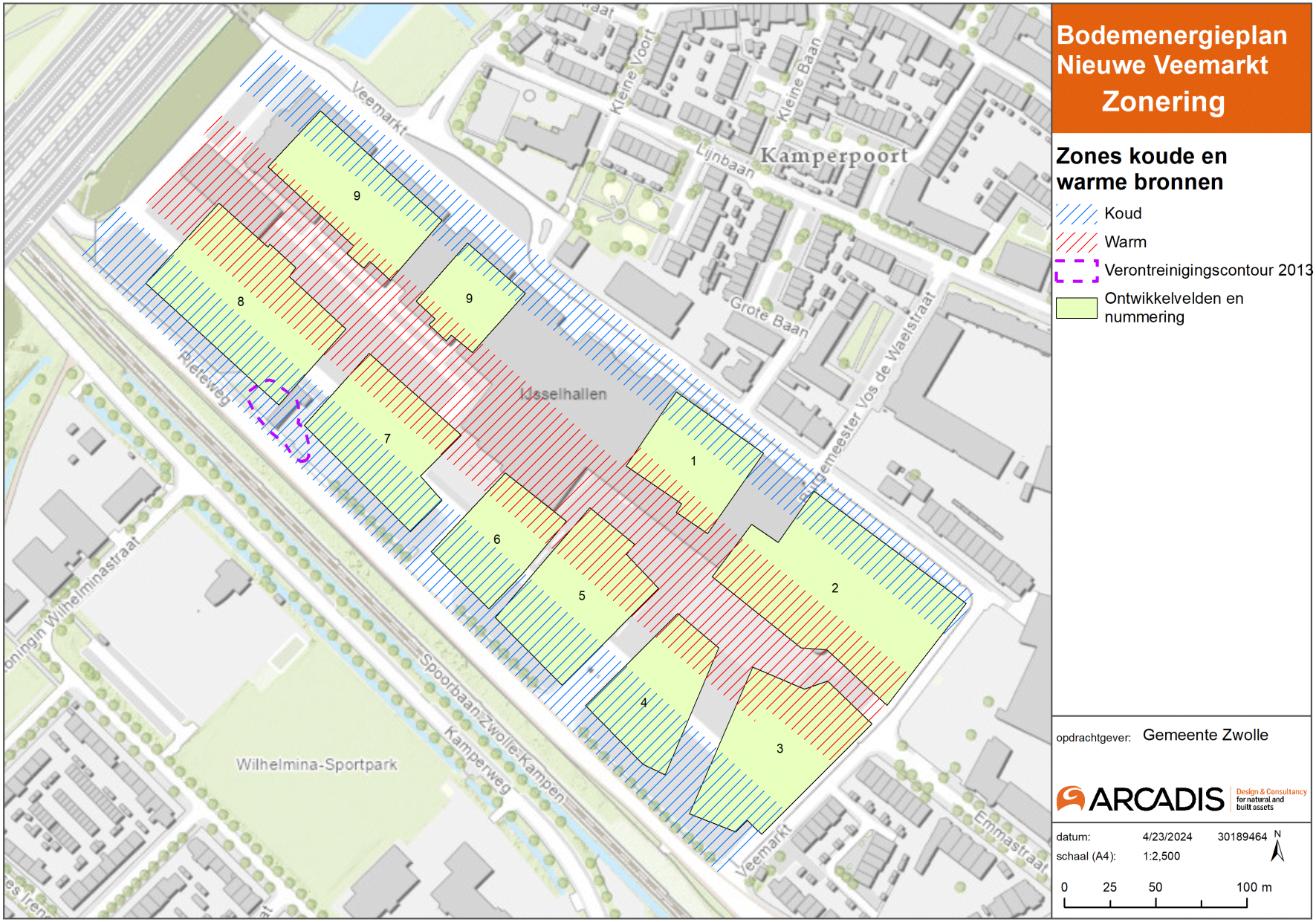
In paragraaf 3.2.6 van het Bal staat dat er altijd een omgevingsvergunning nodig is voor het afvoeren van afvalwater dat vrijkomt bij aanleg, ontwikkelen en onderhouden van open bodemenergiesystemen (art. 3.19, lid 1 Bal). Dit geldt niet alleen voor lozingen op het riool of de bodem. Het geldt ook voor het lozen van afvalwater op het oppervlaktewater.

- Lozingen op de bodem, in het vuilwaterriool of in het schoonwaterriool ten behoeve van de aanleg, ontwikkelen en onderhoud van een OBES wordt in de omgevingsvergunning voor het OBES geregeld. Daarbij is de gemeente Zwolle de adviseur.
- Voor het lozen van afvalwater op het oppervlaktewater is een eigen omgevingsvergunning nodig (art. 3.19, lid 2 Bal). De aanvrager moet de vergunning voor deze lozingsactiviteit aanvragen bij de waterbeheerder (waterschap Drents Overijsselse Delta).

Het spoelwater dat gebruikt wordt bij het boren bevat mogelijk bentoniet en polymeren. Het betreft een relatief kleine hoeveelheid en wordt bij voorkeur op het vuilwaterriool geloosd.

Het spuiwater dat ontstaat bij het ontwikkelen en het onderhoud van de open bodemenergiesystemen gaat om relatief grote hoeveelheden. De voorkeursvolgorde voor lozen van dit schone water is lozen in de bodem, anders op oppervlaktewater. Lozing van grote hoeveelheden spuiwater op het riool is vanwege de capaciteit van het riool niet mogelijk. WKO-bronnen worden tegenwoordig vaak uitgerust met een bypass en filter, waardoor binnen het bestaande WKO-systeem geloosd kan worden.

Bijlage A Plankaart


Bodemenergieplan
Nieuwe Veemarkt
Zonering
Zones koude en warme bronnen
Koud
Warm
Verontreinigingscontour 2013
Ontwikkelvelden en nummering
opdrachtgever: Gemeente Zwolle
ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets
datum: 4/23/2024 30189464
schaal (A4): 1:2,500
N
0 25 50 100 m
Veemarkt
Kleine Voort
Kleine Baan
Lijnbaan
Kamperpoort
Grote Baan
Burgemeester Vos de Waelstraat
Rietweg
Kijselhallen
Wilhelminastraat
Koningin Wilhelminastraat
Spoorbaan Zwolle-Kampen
Kamperweg
Wilhelmina-Sportpark
Emmastraat
1
2
3
4
5
6
7
8
9
9

Bijlage B Bodempotentie

De potentie van de ondergrond voor energieopslag is ingeschat aan de hand van de bodemopbouw en eigenschappen van de diverse geologische lagen. De eigenschappen van de ondergrond zijn voornamelijk bepaald aan de hand van boring B21G0491, die circa 200 m ten noordwesten van de Nieuwe Veemarkt is uitgevoerd. Van deze boring is een gedetailleerd boormonsterprofiel en lithostratigrafische beschrijving tot 210 m diepte beschikbaar. Deze beschrijving is samengevat in Tabel 2. Het Laagpakket van Balk wordt in de hydrogeologische modellen zoals REGIS II V2.2, onder de complexe afzettingen van de Formatie van Peize geschaard. Dit is een laag met een afwisseling van zand en klei en daardoor veelal slecht doorlatend. In boring B21G0491 zijn de kleilaagjes pas vanaf 105 m beneden maaiveld (m -mv) aangetoond. Het daarboven liggende watervoerende pakket heeft daarom een maximale diepte van 105 m. In de bovenliggende lagen zijn geen klei- of leemlagen aangetroffen en vormt één dik watervoerend pakket.

Het meest grove en doorlatende deel van dit watervoerend pakket wordt, op basis van de mediane zandkorrelgrootte, gevonden in de zandlagen van de Formaties van Appelscha en Peize tussen ca. 34 m en 82 m -mv. Dit is de meest geschikte zone voor de filterstelling van de WKO-bronnen. De mediaan zandkorrelgrootte in deze zone varieert tussen 300 en 1400 µm. Met de formule van Shepherd zijn de k-waarden van de lagen in deze zone ingeschat en is de gemiddelde k-waarde bepaald. Afhankelijk van de sortering van het zand, bedraagt deze 26 tot 114 m/dag voor respectievelijk slecht en goed gesorteerd zand. De Formatie van Peize is over het algemeen redelijk goed gesorteerd. Desalniettemin is hier een conservatieve aanname van 30 m/dag aangehouden voor de doorlaatfactor (k-waarde).

Er is uitgegaan van een effectieve lengte van 40 m van een filter dat geplaatst wordt in de zone tussen 34 en 82 m -mv en een boorgatdiameter van 600 mm. Protocol 11001, behorende bij BRL SIKB 11000, geeft een berekeningswijze op basis waarvan voor 1500 draaiuren per seizoen, een maximale broncapaciteit van ca. 120 m^3/uur berekend wordt. Wanneer wordt uitgegaan van een k-waarde van 70 m/dag (het gemiddelde van de laagste en hoogste inschatting op basis van Shepherd), dan bedraagt de maximale broncapaciteit 195 m^3/uur. In het bodemenergieplan is voor de effectberekeningen echter uitgegaan van de conservatieve inschatting van 120 m^3/uur.

Tabel 2: Boring B21G0491

Van [m -mv]	Tot [m -mv]	Lithologie	Lithostratigrafie
0	1	Zand, zeer grof	Antropogeen (opgebrachte grond)
1	3	Zand en klei	Formatie van Echteld
3	22	Zand, zeer grof	Formatie van Kreftenheye
22	34	Zand, matig grof tot zeer grof	Formatie van Urk (waarschijnlijk gestuwd)
34	59	Zand, matig grof tot uiterst grof	Formatie van Appelscha (waarschijnlijk gestuwd)
59	82	Zand, zeer grof tot uiterst grof	Formatie van Peize
82	126	Zand, matig grof tot zeer grof en kleilaagjes (tussen 105 en 116 m kleilaagjes)	Formatie van Peize, Laagpakket van Balk
126	142	Zand, matig grof	Formatie van Maassluis
142	210 (EB)	Zand, matig fijn tot matig grof, siltig	Formatie van Oosterhout

Bijlage C Modelberekeningen en toelichting op het gebruikte model

Inleiding

In deze bijlage zijn de volgende onderdelen van de (model)studie samengevat:

1. De gebruikte uitgangspunten voor de modelstudie.
2. De opbouw en kalibratie van het grondwatermodel.
3. De thermische en hydraulische effecten voor de berekende optimale configuratie.

Uitgangspunten

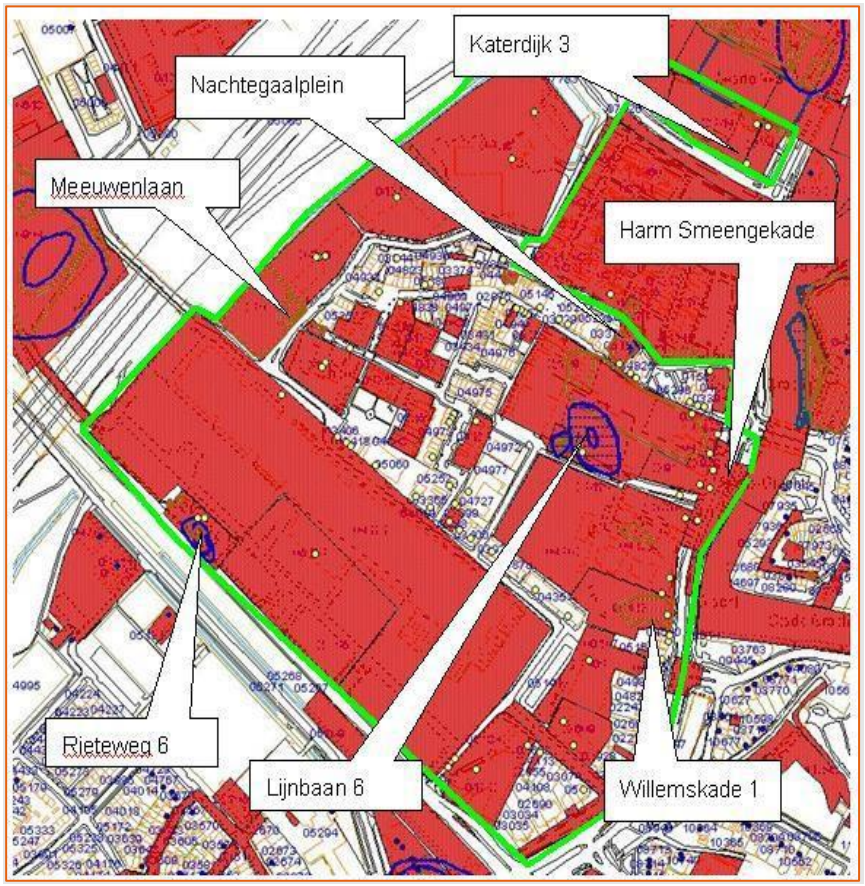
Bestaande OBES en/of grondwateronttrekkingen

Voor een goed beeld van de laatste stand van zaken ten aanzien van de bestaande OBES en grondwateronttrekkingen in de omgeving van het plangebied, is bij de provincie Overijssel (team Vergunningverlening, Publieke Dienstverlening: PDV) alle bij hen bekende systemen in een straal van 2 km van de Nieuwe Veemarkt opgevraagd. Dit op 20-07-2023 door de Provincie aangeleverde overzicht met OBES en overige grondwateronttrekkingen [8] is gebruikt als uitgangspunt voor de huidige situatie (i.e. locaties van de bronnen, filterstelling en het vergunde debiet), en voor de beoordeling van een interferentie met bestaande of reeds geplande systemen.

Bij de (model)studie zijn ook de reeds geplande OBES bij de Spoorzone meegenomen [5,6,7]. Voor de bronlocaties, filterstelling en debieten is uitgegaan van uitgegaan van de notitie ‘Effecten bodemenergiesystemen Spoorzone Zwolle, d.d. 3 juli 2023’ [5].

Grondwaterverontreiniging

Bestemmingsplan Kamperpoort heeft op 13-05-2013 de status vastgesteld gekregen door Zwolle. In het bestemmingsplan staat: “Op deze locatie is een ernstige verontreiniging met minerale olie en vluchtige aromaten aanwezig in de grond en het grondwater. Er is nog geen beschikking afgegeven op dit geval van verontreiniging. In de periode 1997-1998 is bij het vernieuwen van de ondergrondse tanks een deelsanering uitgevoerd.”



Figuur 4: Overzicht van aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen in de omgeving van de Nieuwe Veemarkt

Geohydrologische modellering

In deze paragraaf is de opbouw van het grondwatermodel beschreven. Achtereenvolgens is in deze paragraaf een toelichting gegeven op de keuze van het modelgebied en randvoorwaarden, de geohydrologische schematisatie en modelparameters. Het grondwatermodel is gebruikt bij de berekening van het (thermische) rendement, mogelijke onderlinge beïnvloeding van de verschillende bronnen, en het maximaal realiseerbare energiepotentieel van de verschillende configuraties van de bronnen in het plangebied. Naast de bepaling van de optimale zonering en debiet zijn ook de hydrologische effecten van de meest optimale configuratie onderzocht voor (Bijlage D):

- Bestaande OBES of grondwateronttrekkingen (ook buiten het plangebied)
- Grondwaterverontreinigingen
- Zetting (e.g. effecten op funderingen en houten palen) en infrastructuur als spoor
- Natuur en waardevol stadsgroen
- Oppervlaktewater
- Archeologische en cultuurhistorische waarden

Of deze effecten acceptabel zijn hangt af van de afgeleide effecten, zoals zetting, effecten op funderingen en houten palen, verdroging van stadsgroen, aantasting van archeologische en aardkundige waarden of een verminderde efficiëntie van nabijgelegen OBES. Deze belangen en waarden zijn daarom geïnventariseerd en de effecten op deze belangen en waarden zijn bepaald en afgewogen (wel of niet acceptabel). De beoordeling en afweging van de potentiële beïnvloeding op omliggende belangen is beschreven in Bijlage D.

Software

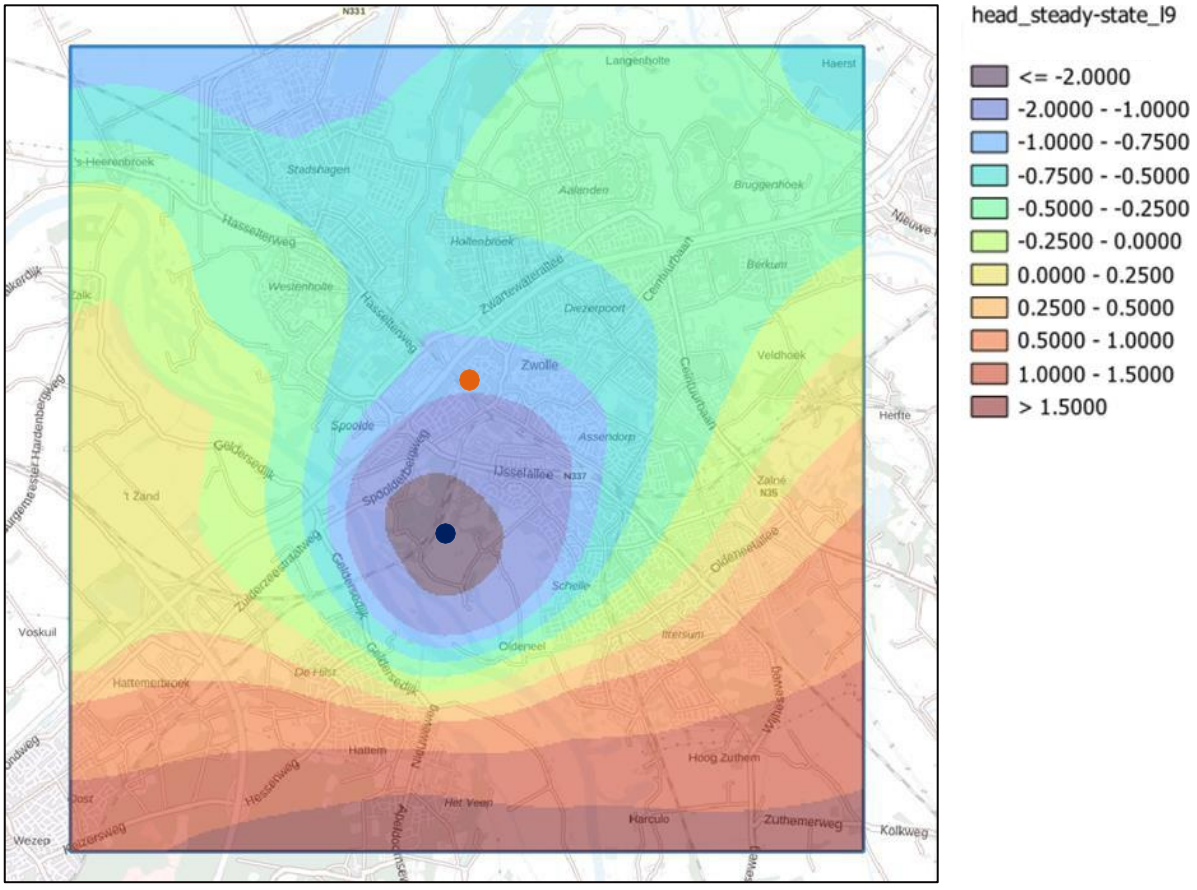
Het regionale grondwatermodel MIPWA is als basis gebruikt. Met MIPWA kunnen de hydrologische effecten van de OBES in beeld worden gebracht. Echter, om de efficiëntie van de configuraties van de OBES te optimaliseren en de thermische effecten van de OBES in beeld te brengen, moet ook dichtheidsafhankelijk warmtetransport gemodelleerd worden. Door warmtetransportmodellering kan het optreden van interferentie en de effecten (zowel negatief als positief) hiervan worden bepaald. Omdat in het gebied meerdere OBES geclusterd worden gepland, is het van groot

belang dat de temperatuur-afhankelijke dichtheidsverschillen van de warme en koude bellen inzichtelijk worden gemaakt. Dit bepaalt voor een groot deel hoe de ondergrond ook verticaal zo optimaal mogelijk wordt gebruikt. Hiermee zijn ook de thermische effecten van en op nabije WKO-systemen meegenomen en in beeld gebracht.

De huidige versie van het MIPWA-model (versie 4.1.2), gaat – evenals de voorgaande versies – uit van de modelcode iMODFLOW. iMODFLOW biedt echter niet de mogelijkheid om dichtheidsafhankelijk warmtetransport te modelleren. Er is uit oogpunt van efficiëntie gekozen om de schematisatie, parameters en randvoorwaarden uit het MIPWA-model over te nemen in een (dichtheidsafhankelijk) MODFLOW 6 model in Groundwater Vistas (versie 8.30). MODFLOW 6 is de meest recente modelcode, en opvolger dan MODFLOW-2005, die is ontwikkeld door de United States Geological Survey (USGS).

Modelgebied

Het modelgebied omvat 10x10 km rond het plangebied (Figuur 7) en 18 modellagen tot een diepte van NAP -238 m. Voor de discretisatie van het modelgrid is gekozen voor een celgrootte van 25 bij 25 meter. Rondom het plangebied is voor een gebied van 500 x 525 m een aanvullend verfijning van het modelgrid toegepast van 12,5 bij 12,5 meter. Door gebruik te maken van een relatief kleine celgrootte kunnen de effecten van de bronnen goed worden doorgerekend in het model en is het aantal cellen tussen de bronnen relatief groot.



Figuur 5: Modelgebied - uitsnede van 10 x 10 km uit MIPWA v4.1.2 – waarin het plangebied is aangeduid met een oranje punt, en het pompstation Engelse Werk is aangeduid met een donkerblauw punt. In de uitsnede zijn de door MIPWA berekende stijghoogten tussen NAP -60 en -87 m (Formatie van Peize en Waalre) weergegeven. De stijghoogten zijn in m t.o.v. NAP.

Bij de definiëring van de randen van het modelgebied is het belangrijk de grenzen zo te kiezen, dat een betrouwbare uitspraak kan worden gedaan over de invloed van de onttrekking. Dit betekent dat het model voldoende groot moet

worden gekozen om de aanwezige grondwaterstromingen goed te kunnen weergeven. Tegelijkertijd vergt een groter modelgebied meer tijd om op te bouwen en leidt tot een langere rekentijd.

Als minimale afstand van de projectlocatie tot de modelrand is in deze studie gekozen voor een afstand van circa 5.000 m om zeker te zijn dat er geen randeffecten zijn.

Geohydrologische schematisatie

De geohydrologische laagopbouw van het model is gebaseerd op MIPWA (v4.1.2), die grotendeels gebaseerd is op het hydrogeologische model uit REGIS II v2.2.1. Hierbij is net als in MIPWA het kleipakket van de Formatie van Breda (vanaf NAP -238 m) gedefinieerd als de geohydrologische basis van het model. Op basis van REGIS II v2.2.1 heeft deze laag een weerstand van meer dan 60,000 dagen.

In het model zijn watervoerende en scheidende lagen als aparte modellagen opgenomen. De geohydrologische schematisatie, als gebruikt in het model, is weergeven in Tabel 3. In de tabel is voor iedere modellaag de gemiddelde diepte (i.e. onderkant in m t.o.v. NAP), horizontale en verticale doorlatendheid (kH en kV) in het plangebied weergegeven. Hieruit volgt dat veel van de scheidende lagen (naar verwachting) niet aanwezig zijn in het plangebied. Deze lagen – en bijhorende hydrogeologische formaties – komen wel in andere delen van het model voor.

Tabel 3: Geohydrologische schematisatie van het grondwatermodel, met de dikte en doorlatendheid t.p.v. het plangebied

Modellaag	Eenheid	Formatie	Lithologie	Onderkant (m NAP)	k_H (m/d)	k_V (m/d)
1	DKL	Antropogeen, Boxtel5]	fijn zand	-4	5	1
2	WVL	Kreftenheye	zeer grof zand	-22	32	6,4
3	SDL	Kreftenheye, Twello	Klei	*afwezig in het plangebied*		
4	WVL	Drente	matig tot zeer grof zand	-23	40	8
5	CX	Gestuwd complex	matig grof zand	-47	20	4
6			matig tot uiterst grof zand	-62	40	20
7			matig tot uiterst grof zand	-77	40	20
8	WVL	Urk	matig tot uiterst grof zand	*afwezig in het plangebied*		
9	WVL	Appelscha	zeer tot uiterst grof zand	*afwezig in het plangebied*		
10	WVL	Peize en Waalre	matig tot zeer grof zand	-97	23	4,6
11	CX	Peize complex	fijn zand, met kleilaagjes	-113	7 - 8	0,02
12	WVL	Maassluis	matig grof zand	-116	21	4,2
13	SDL	Maassluis	Klei	*afwezig in het plangebied*		
14	WVL	Maassluis	matig grof zand	-133	20	4
15	CX	Maassluis complex	fijn zand, met kleilagen	*afwezig in het plangebied*		
16	WVL	Maassluis	matig grof zand	-142	16	3,2
17	WVL	Oosterhout	fijn zand	-209	8,9	1,8
18	CX	Oosterhout complex	fijn zand, met kleilagen	-238	4,7	0,02
	GHB	Maassluis	Klei			

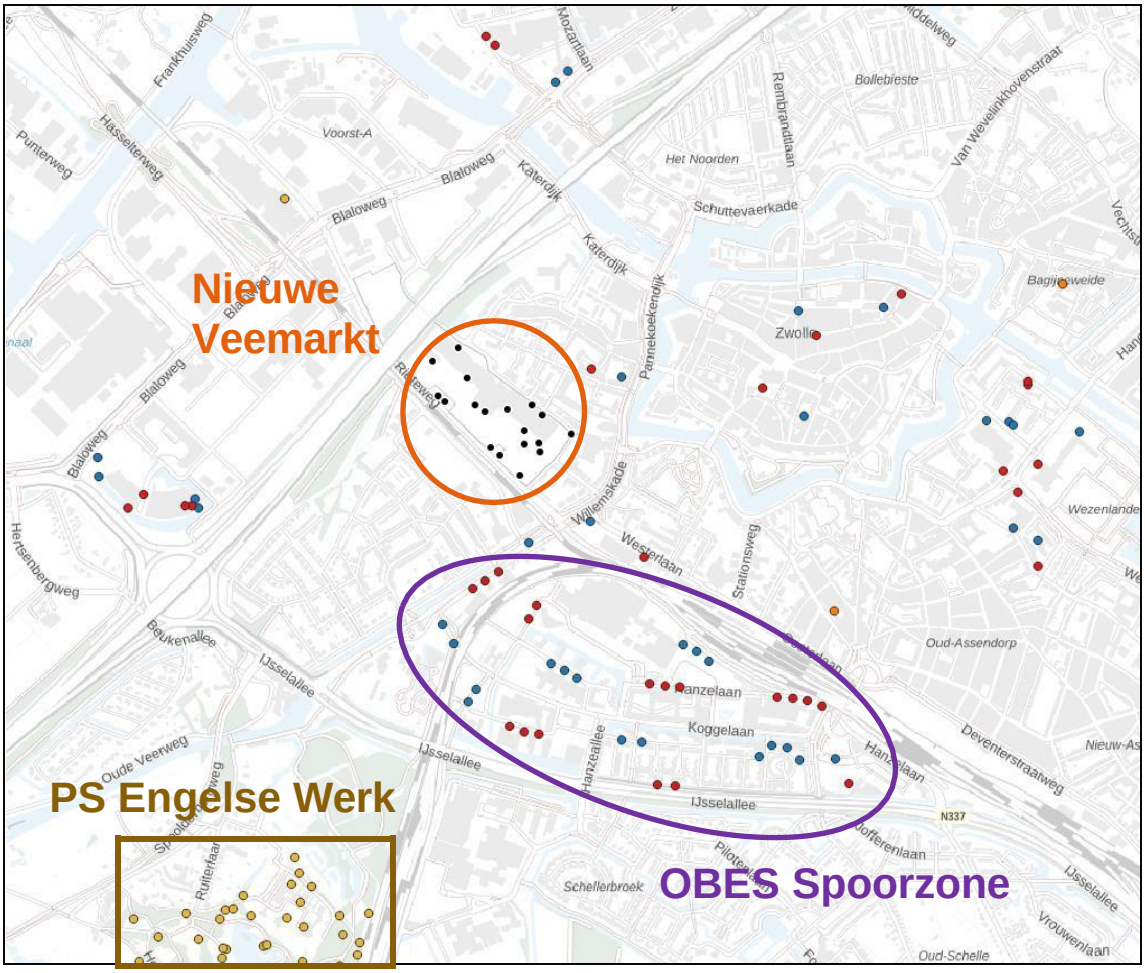
*DKL = deklaag, WVL = watervoerende laag, SDL = scheidende laag, CX = complexe laag, GHB = geohydrologische basis.

Randvoorwaarden

De meeste randvoorwaarden van het model, zoals de grondwateraanvulling, en de schematisatie van de aanwezige buisdrainage, zijn direct overgenomen uit MIPWA (v4.1.2).

De volgende randvoorwaarden van het model zijn aangepast en/of geüpdatet t.o.v. MIPWA (v4.1.2):

- De schematisatie van het oppervlaktewater in het model is geüpdatet op basis van de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT, [16]), het peilbesluit van het Waterschap Drents Overijsselse Delta [14], en het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN4, [16]).
- De bestaande OBES en grondwateronttrekkingen in het modelgebied zijn aangevuld en aangepast op basis van het opgevraagde overzicht van de Provincie Overijssel [6]. Daarnaast is de reeds geplande OBES bij de Spoorzone meegenomen [5,6,7].



Figuur 6: Bestaande OBES, geplande OBES in Spoorzone, en grondwateronttrekkingen, inclusief een mogelijke ordening van OBES in het plangebied Nieuwe Veemarkt (N.B. de configuratie van OBES voor de Nieuwe Veemarkt die hier is weergegeven is één van de varianten die beschouwd zijn).

De (huidige) achtergrondtemperatuur van de ondergrond ter plaatse van het plangebied is geschat op 12°C.

Kalibratie

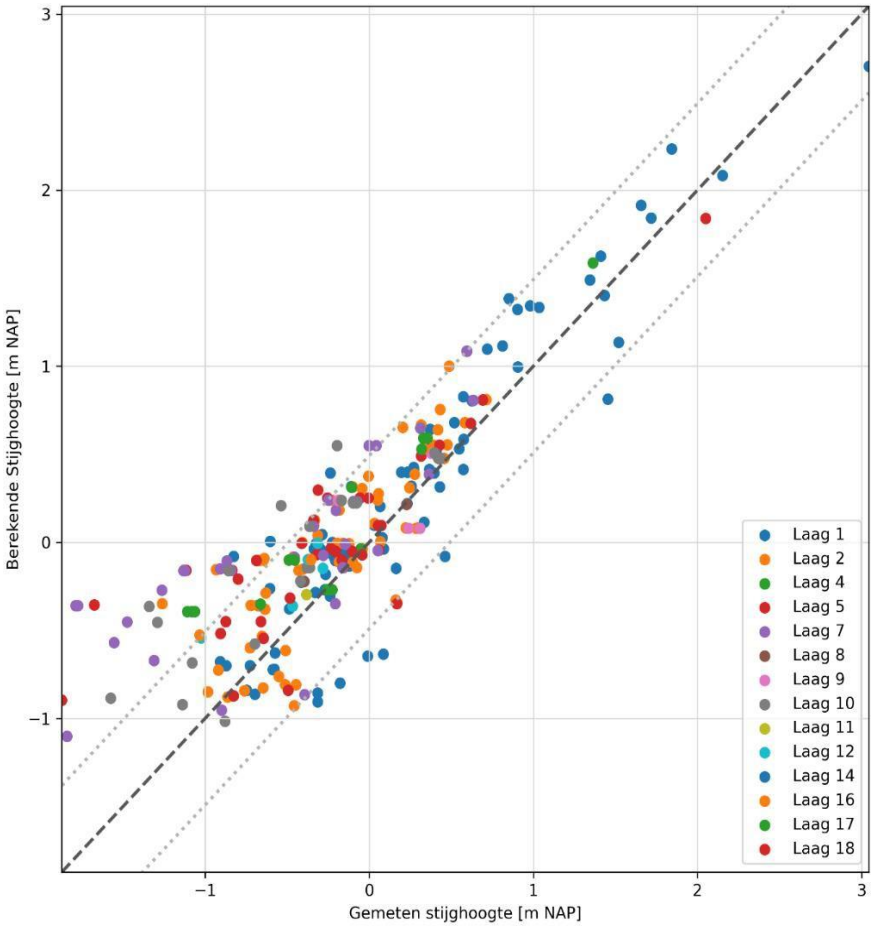
Het model is stationair gekalibreerd aan de hand van de gemiddelde grondwaterstanden van alle peilbuizen in het modelgebied. Via Dinoloket zijn alle beschikbare peilbuizen in het projectgebied opgevraagd [10]. Van deze peilbuizen

zijn alleen de peilbuizen met logische reeksen geselecteerd, waarna de gemiddelde stijghoogte is bepaald. Voor een representatief beeld van de huidige grondwaterstanden en stijghoogten zijn alleen metingen na 1990 meegenomen. Ten opzichte van MIPWA v4.1.2 zijn de volgende onderdelen aangepast gedurende de kalibratie:

- Update schematisatie oppervlaktewatersysteem
- Verwijdering kleischotten uit het gestuwde complex: in MIPWA zijn zogenaamde kleischotten toegevoegd aan de gestuwde afzetting. Omdat deze kleischotten ter plaatse van het plangebied niet in de boor- en peilbuisgegevens aanwezig lijken te zijn, zijn deze verwijderd uit het model.
- Halvering doorlatendheid van de Formatie van Peize en Waalre: op basis van conservatieve schattingen van de doorlatendheid – gebaseerd op de korrelgrootteverdeling van boring B21G0491 is de doorlatendheid van modellaag 2, 4 – 7, en 10 verlaagd (tussen NAP -4 en -97 m). Zie Bijlage B voor meer informatie.

In Figuur 9 zijn de gemeten en berekende grondwaterstanden en -stijghoogten na de kalibratie grafisch weergegeven. De grondwaterstand binnen het modelgebied varieert van ongeveer NAP -2 tot 3 m. De maximaal aanvaardbare afwijking tussen gemeten en berekend wordt normaliter gesteld op 10% van de het totale bereik van de grondwaterstand binnen het interessegebied; in dit geval zou dit op ca. 0,5 m afwijking neerkomen.

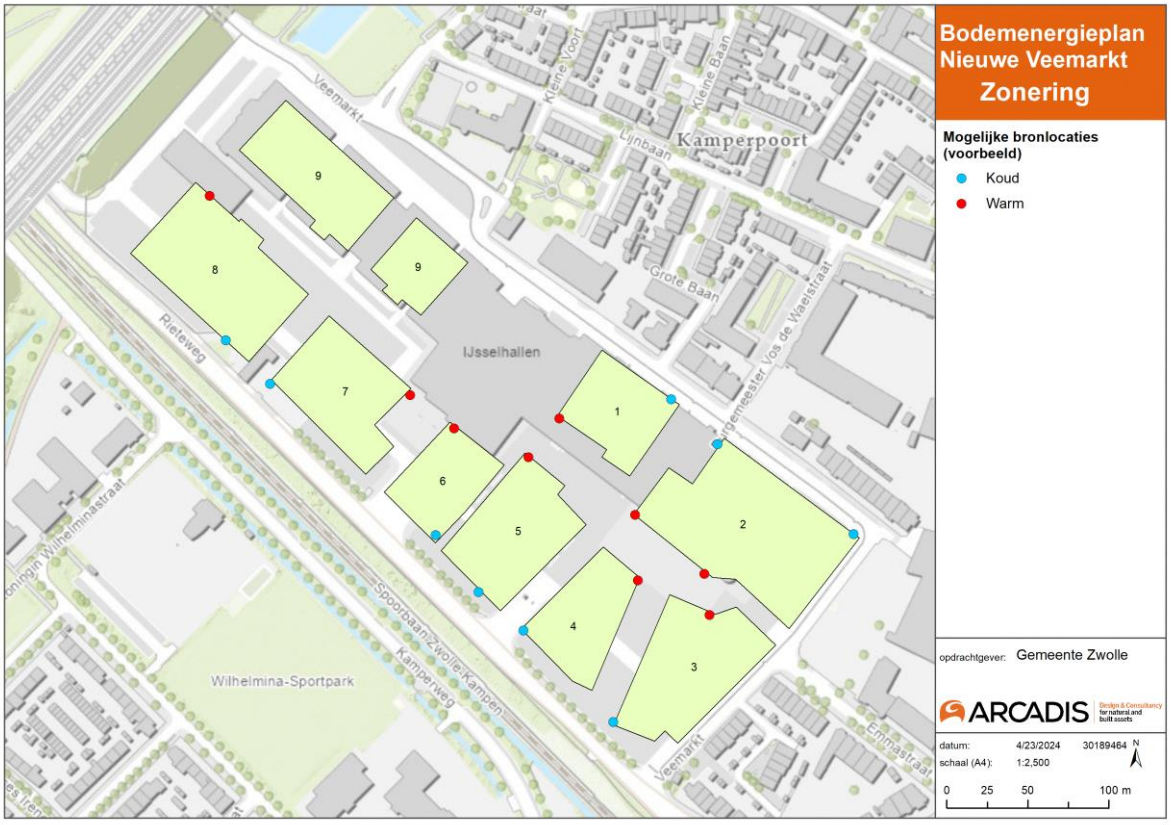
De totale gemiddelde afwijking is -0,16 m, wat betekent dat het model gemiddeld 0,16 m te hoge grondwaterstanden berekend. De absolute afwijking is 0,28 m.



Figuur 7: Gemeten en berekende gemiddelde stijghoogte (resultaat stationaire kalibratie)

Effectberekening

Voor de effectberekeningen met het grondwatermodel is uitgegaan van individuele doubletten per ontwikkelveld (Figuur 8) en debieten zoals weergegeven in Tabel 4.



Figuur 8: Mogelijke ordening van OBES, per ontwikkelveld, uitgaande van de plankaart van het gebied (Bijlage A)

Tabel 4: Debieten per ontwikkelveld. Ten tijde van het opstellen van dit bodemenergieplan wordt ervan uitgegaan dat er geen OBES in ontwikkelveld 9 wordt geplaatst.

Ontwikkelveld	Duur (dagen)	1	2	3	4	5	6	7	8
Debiet zomer (m^3)	182,5	68.000	185.000	94.000	72.000	74.000	74.000	112.000	130.000
Debiet winter (m^3)	182,5	68.000	185.000	94.000	72.000	74.000	74.000	112.000	130.000

Overige uitgangspunten voor de berekeningen zijn:

- Periode: 30 jaar
- Gemiddelde situatie: continue winning
- Debiet wisseling per seizoen (zomer/winter)
- Modelcode: MODFLOW 6
- Achtergrondtemperatuur: 12 °C
- OBES Nieuwe Veemarkt:

a. maximale temperatuur: 18 °C
b. minimale temperatuur: 6 °C
c. energetisch evenwicht: voor de voorbeeld-modelberekening is uitgegaan van regeneratie en een thermisch evenwicht.

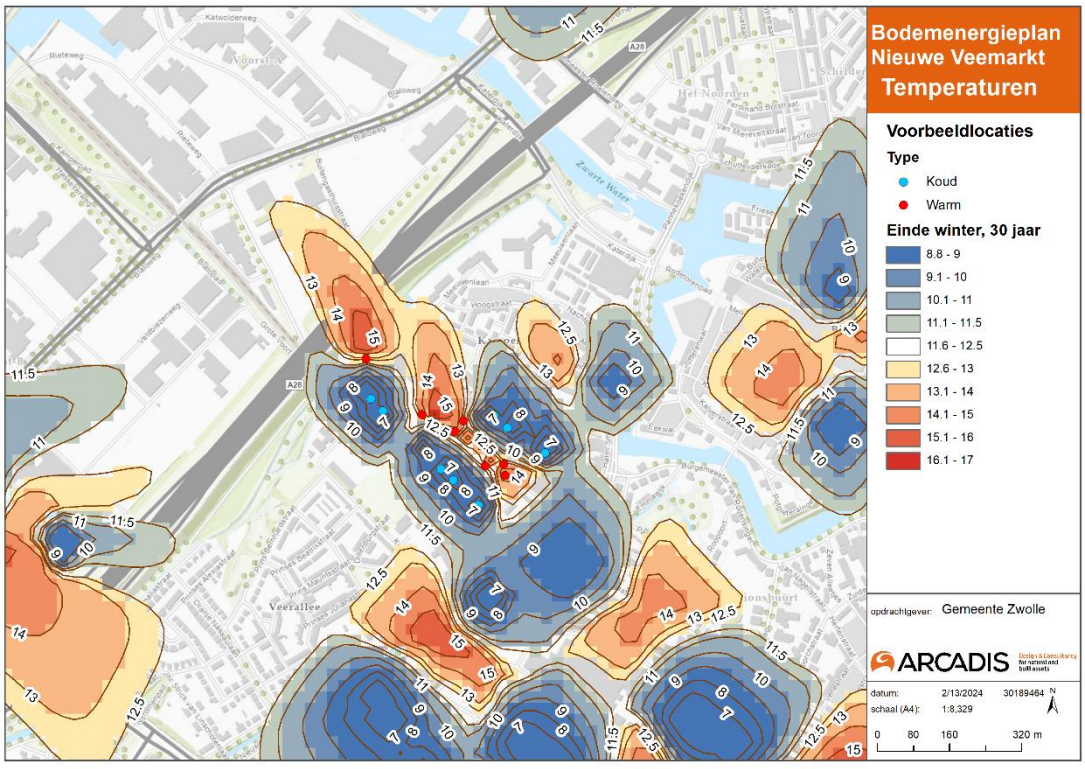
Berekende effecten

De berekende effecten zijn onder te verdelen in thermische effecten (warme en koude bellen) en hydraulische effecten (veranderingen stijghoogte en grondwaterstand). Deze worden hier beschreven. De (afgeleide) effecten op de omgeving staan beschreven in Bijlage D.

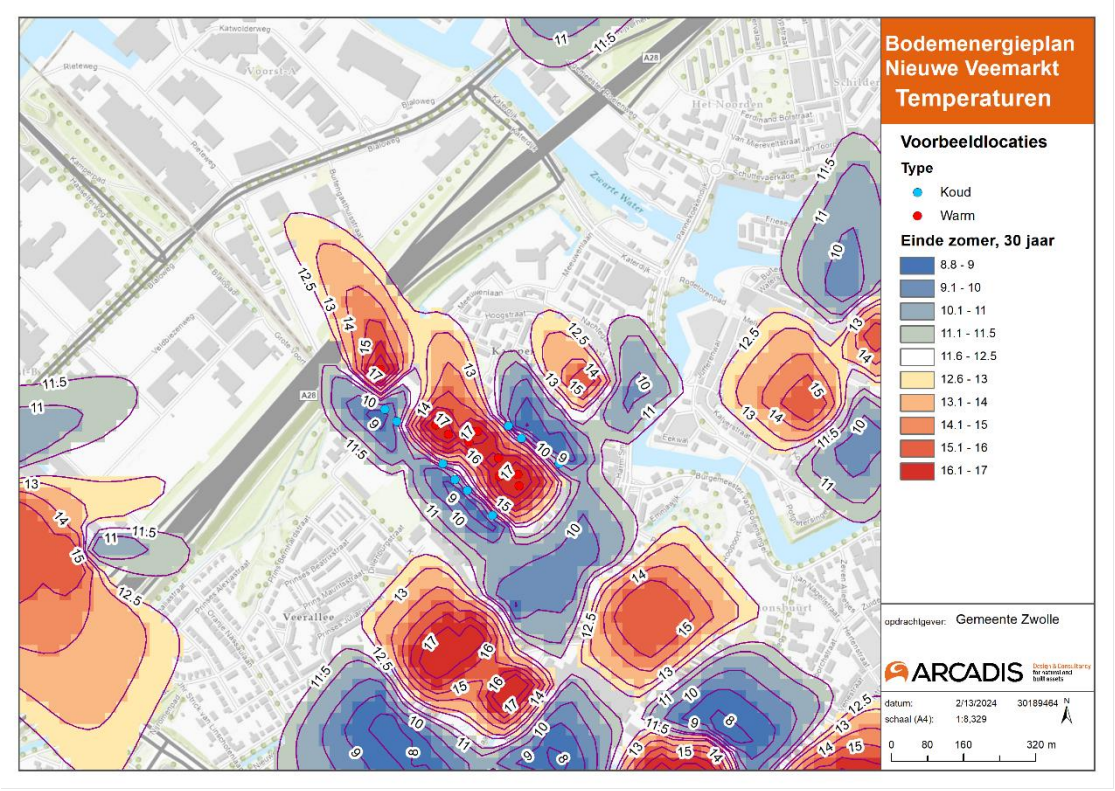
Thermische effecten

De warme en koude bellen na 30 jaar aan het einde van de zomer en aan het einde van de winter zijn weergegeven in Figuur 9 en Figuur 10. Bij de berekening is uitgegaan van de bestaande OBES in de omgeving, mogelijke OBES in de Spoorzone en OBES per ontwikkelveld in plangebied De Nieuwe Veemarkt.

Aan het einde van de winter is de warme bel in het centrale deel van de Nieuwe Veemarkt sterk verkleind. Maar kortsluiting tussen de warme en koude bronnen treedt niet op. De warme en koude bellen van City Post en de Spoorzone worden niet beïnvloed door de Nieuwe Veemarkt. De warme bel die vanaf ontwikkelveld 8 naar het noordwesten wordt gevormd heeft een beperkte lengte na 30 jaar en stroomt niet weg. Het zuidelijke deel van het gebied rond de Meeuwenlaan komt binnen de invloedstraal van de warme bronnen van de Nieuwe Veemarkt te liggen (de warme bellen reiken tot net in dit gebied), tenzij in het plangebied Meeuwenlaan hier een koude bron wordt geplaatst. In dat geval zal de warme bel in een meer westelijke richting worden gedwongen.



Figuur 9: Temperaturen na 30 jaar aan het einde van de winter in Formatie van Peize (laag 9) tussen NAP -60 tot -80 m.

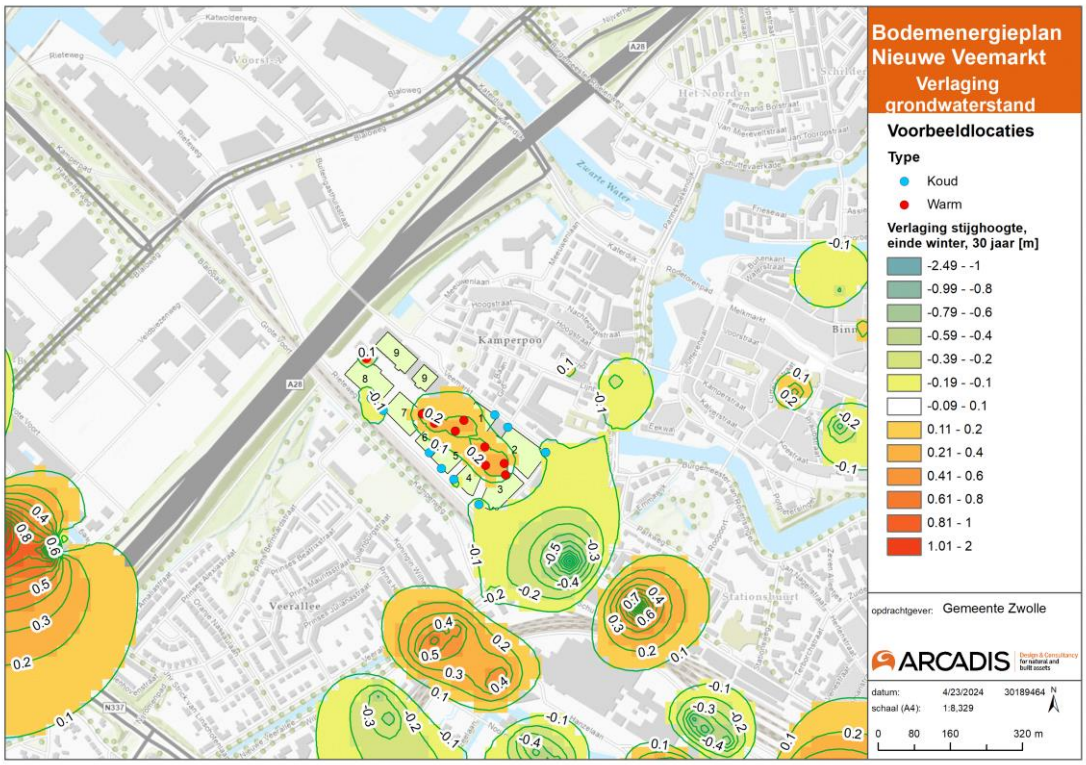


Figuur 10: Temperaturen na 30 jaar aan het einde van de zomer in Formatie van Peize (laag 9) tussen NAP -60 tot -80 m.

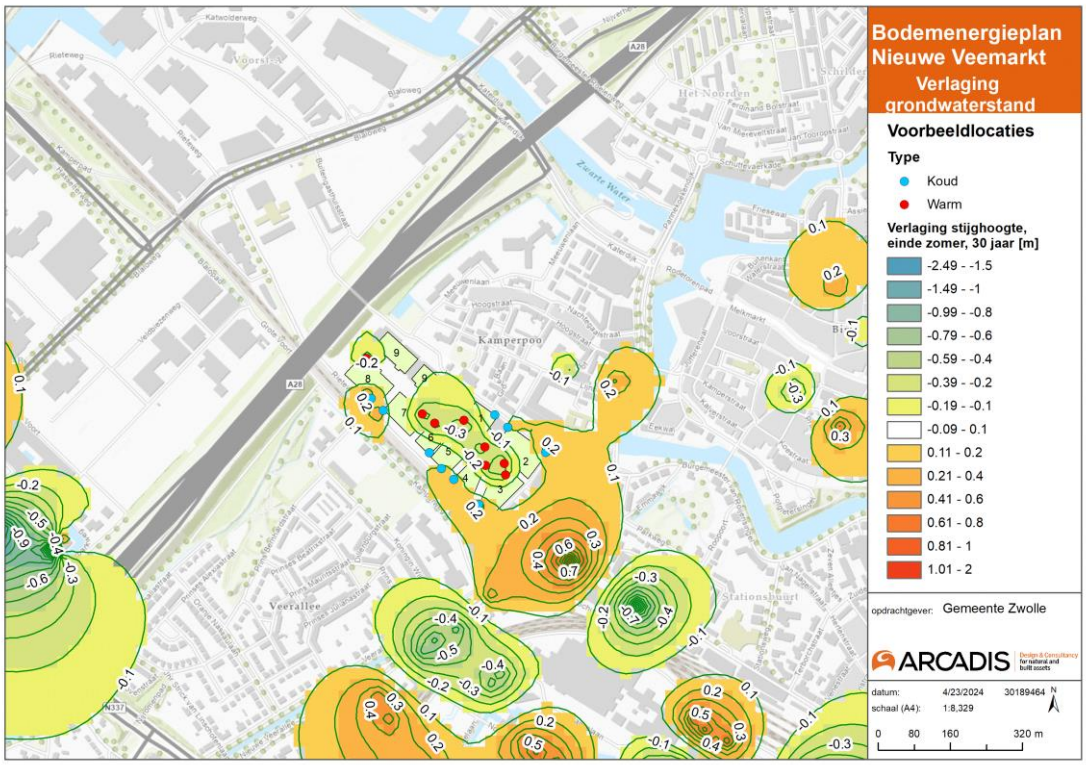
Hydraulische effecten

De grootste hydraulische effecten worden berekend ter hoogte van de bronfilters tussen NAP -40 en -80 m. In Figuur 11 en Figuur 12 is weergegeven hoe de stijghoogte in de Formatie van Peize tussen NAP -60 en -80 m wordt beïnvloed in de winter en in de zomer. In de winter is de stijghoogte in het centrale deel van het plangebied ca. 10 tot 20 cm verlaagd ten opzichte van de situatie zonder WKO-systemen. Aan de randen van het plangebied is de stijghoogte juist enigszins (ca. 10 cm) verhoogd. De toename en afname van de stijghoogte wordt door de configuratie van warme en koude bronnen sterk beperkt (compenseren elkaar). De verlaging van de stijghoogte in de bronnen zelf is wel groter, maar vanwege de relatief geringe debieten nog steeds beperkt (~1 m).

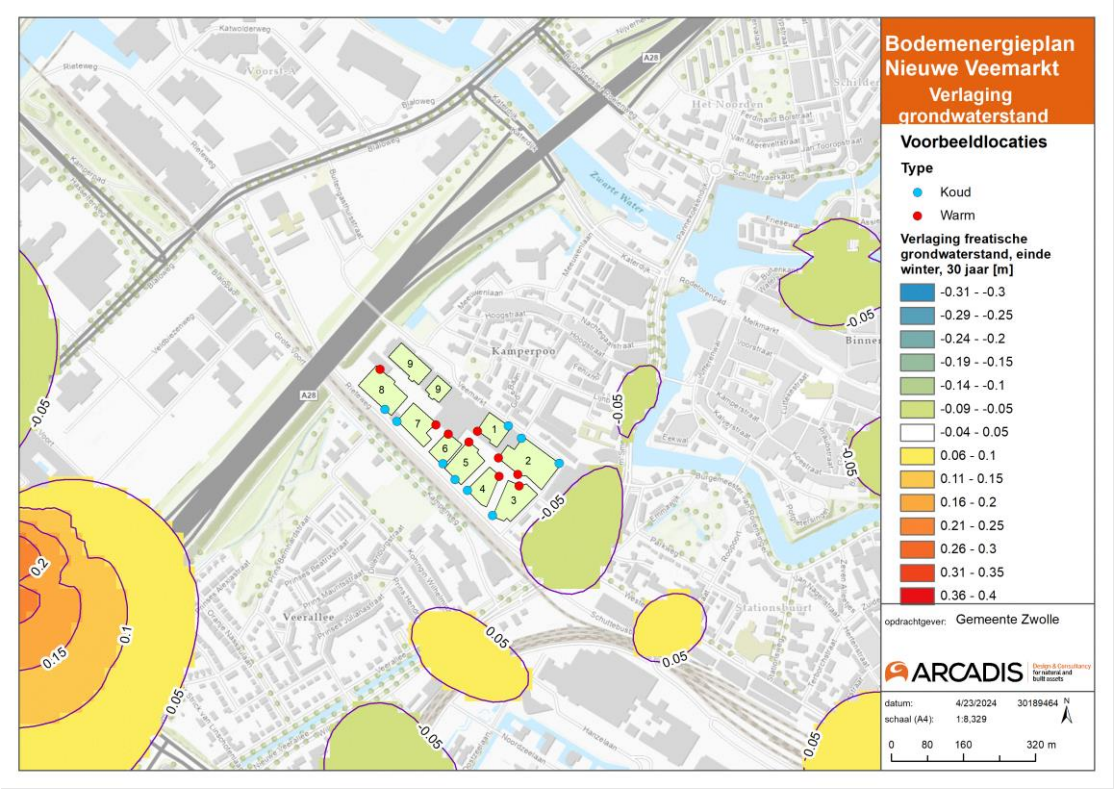
De veranderingen van de freatische grondwaterstand zijn het meest bepalend voor de effecten op de omgeving (Bijlage D). De freatische grondwaterstandveranderingen zijn weergegeven in Figuur 13 en Figuur 14. De OBES van de Nieuwe Veemarkt veroorzaken geen veranderingen in de freatische grondwaterstand die groter zijn dan 5 cm. In het algemeen wordt aangenomen dat grondwaterstandveranderingen die kleiner zijn dan 5 cm geen effecten op de omgeving (zoals b.v. zetting) veroorzaken. Deze veranderingen vallen binnen de natuurlijke fluctuaties van de grondwaterstand en zijn daarom ook niet op de tekeningen weergegeven.



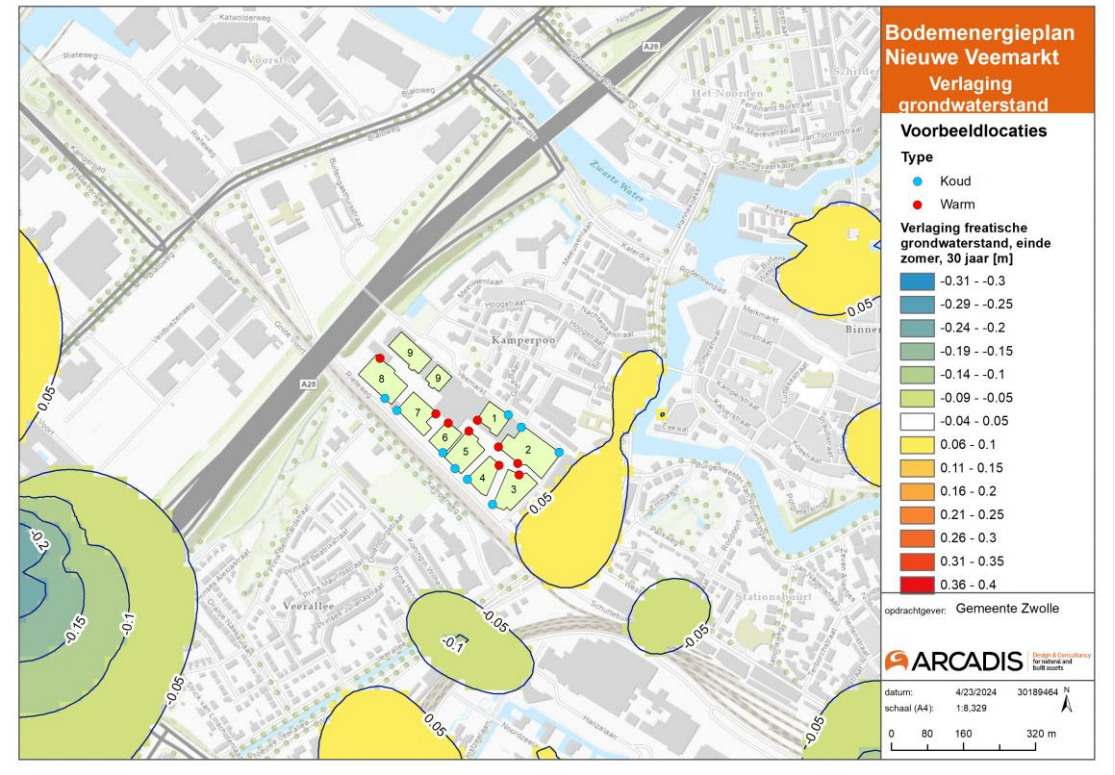
Figuur 11: Verandering van de stijghoogte aan het einde van de winter in de Formatie van Peize (NAP -60 tot -80 m).



Figuur 12: Verandering van de stijghoogte aan het einde van de zomer in de Formatie van Peize (NAP -60 tot -80 m).



Figuur 13: Verandering van de freatische grondwaterstand na 30 jaar aan het einde van de winter.



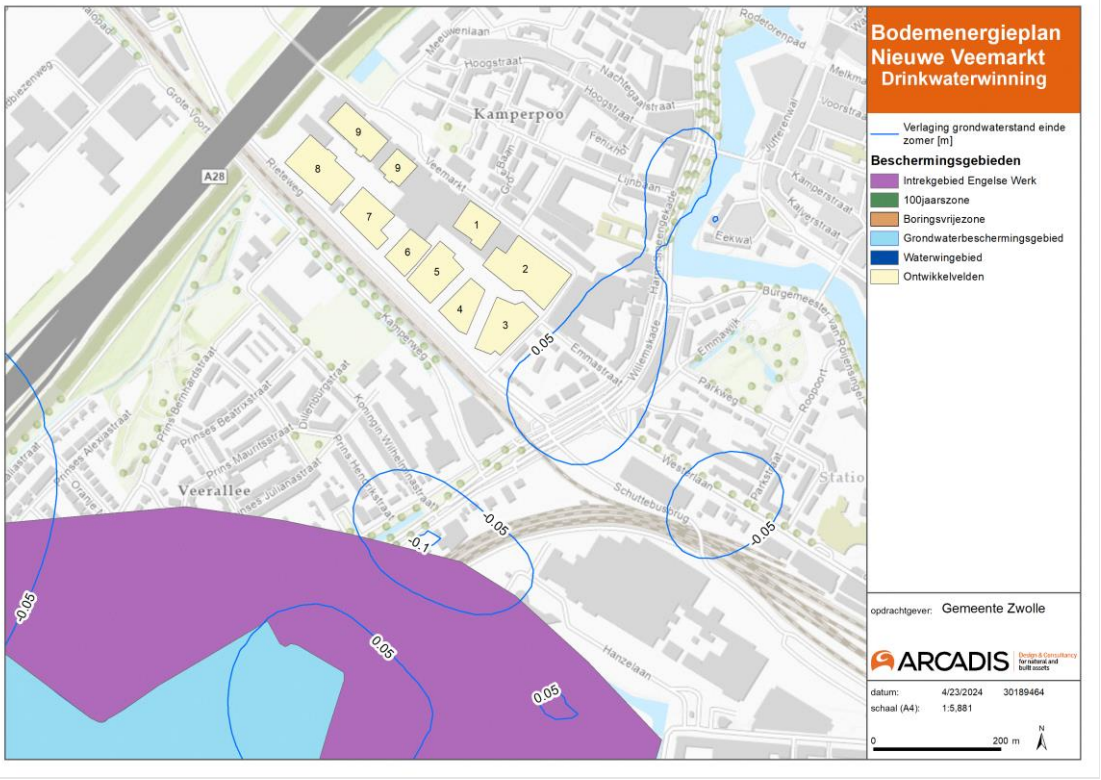
Figuur 14: Verandering van de freatische grondwaterstand na 30 jaar aan het einde van de zomer.

Bijlage D Effecten op de omgeving

Voor het beschouwde scenario (individuele WKO-doubletten per ontwikkelveld) zijn de effecten op de freatische grondwaterstand nihil (<5 cm) (Figuur 13 en Figuur 14). De stijghoogte wordt ter hoogte van de bronfilters alleen binnen het plangebied Nieuwe Veemarkt beïnvloed (Figuur 11 en Figuur 12). Omgevingseffecten worden daarom niet verwacht. In de volgende figuren is alleen de verlaging van de freatische grondwaterstand groter dan 5 cm weergegeven. Deze verlaging komt alleen voor rond de OBES van City Post, de geplande OBES van de Spoorzone en andere WKO-systemen.

Effecten op drinkwaterwinning

Het intrekgebied en grondwaterbeschermingsgebied van de drinkwaterwinning Engelse Werk liggen ten zuidwesten van de Nieuwe Veemarkt (Figuur 15). De afstand tot de drinkwaterwinning en het intrekgebied (>300 m) zijn zodanig groot dat er geen beïnvloeding te verwachten is.



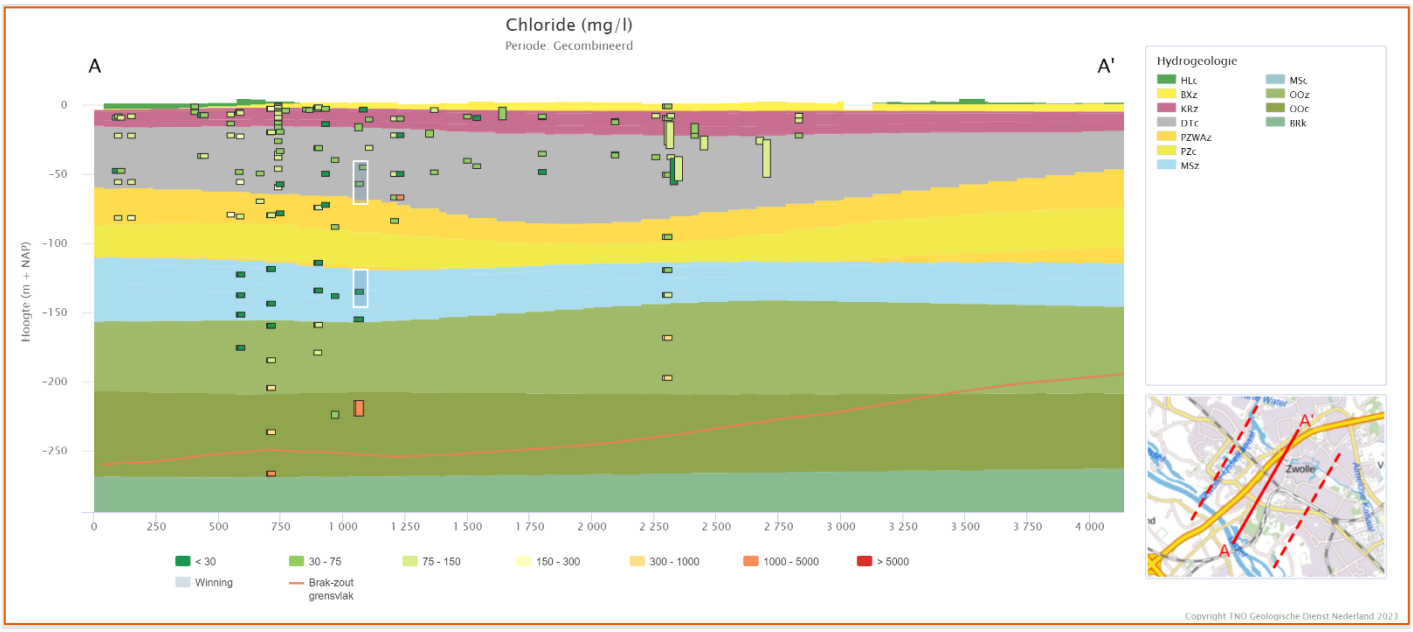
Figuur 15: Ligging Nieuwe Veemarkt t.o.v. grondwaterbeschermingsgebieden [13] en bestaande en geplande (Spoorzone) OBES.

Effecten op verontreinigingen

Er is een rest-verontreiniging aanwezig binnen de contour die aangegeven op de plankaart. Het diepere grondwater is daar niet meer verontreinigd. De bodemenergiesystemen zullen daarom geen verspreiding van verontreiniging veroorzaken. In de ordeningsregels is het niet toegestaan bodemenergiesystemen binnen de restverontreinigingscontour te plaatsen. Hiermee wordt ook mechanische verspreiding van verontreiniging naar de diepte door boorwerkzaamheden voorkomen. Overige verontreinigingen (Figuur 4), voor zover dit grondwaterverontreinigingen betreffen, liggen buiten het invloedsgebied van de bodemenergiesystemen.

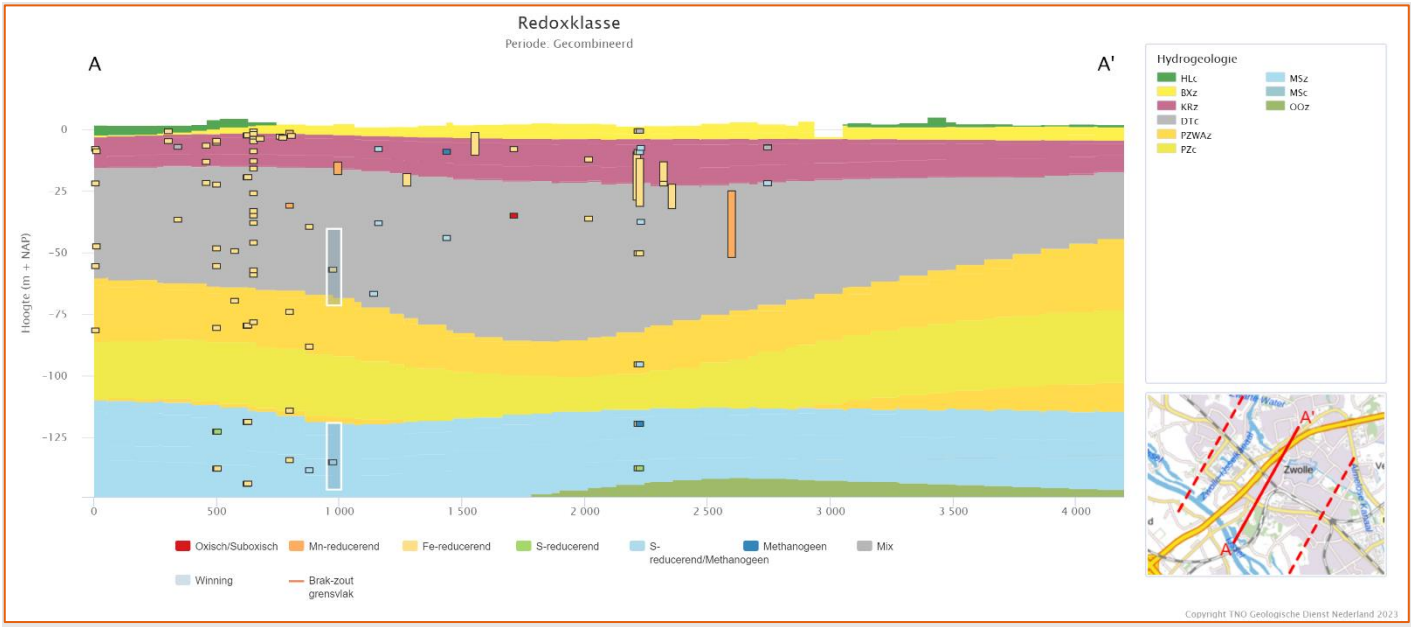
Effecten op het brak-zout grensvlak en redox condities

Het brak-zout grensvlak ter plaatse van het plangebied ligt erg diep (>200 m) (Figuur 16) en beneden de kleilagen op ca. 90 m diepte Hierdoor hebben de bodemenergiesystemen van de Nieuwe Veemarkt geen invloed op het brak-zout grensvlak.



Figuur 16: Chloride concentraties en ligging brak-zout grensvlak (oranje lijn). Bron: [11]

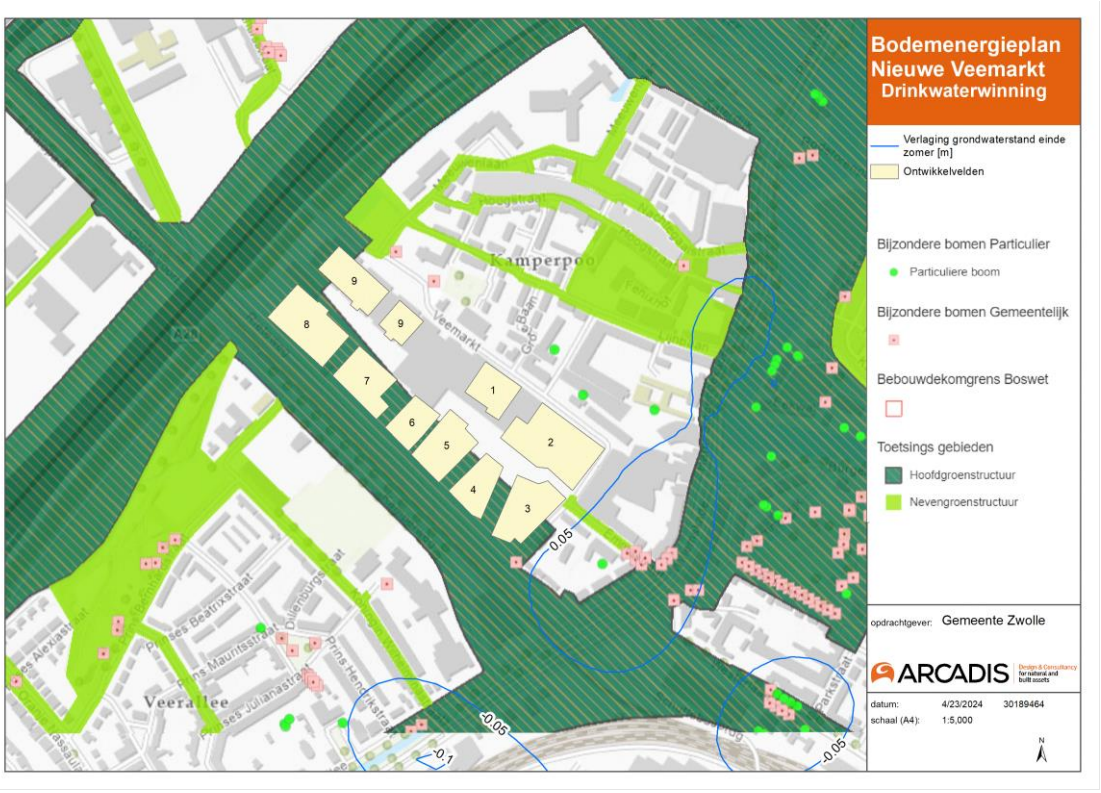
De redoxklasse tussen 30 en 100 m in de omgeving van het plangebied is vnl. ijzer-, mangaan- en sulfaatreducerend (anaeroob) (Figuur 17). Oxisch/sub-oxisch grondwater kan in de gestuwde afzettingen soms diep voorkomen; zie het rode blokje in het midden van de doorsnede in Figuur 17. Dit is een punt van aandacht en hier moet tijdens het boren op gelet worden (registreren waar het opgeboorde zand nog geel/bruin is en waar het grijs wordt), maar kan niet op dit moment worden bepaald. Het is aan te raden eerst een proefboring uit te voeren om de redoxcondities ter plaatse te beoordelen voor een WKO-systeem in het plangebied wordt gerealiseerd.



Figuur 17: Redoxcondities grondwater. Bron: [11]

Natuur en waardevol groen

Er is een stedelijke groenstructuur rond de Nieuwe Veemarkt aanwezig en er zijn enkele bijzondere bomen rond het plangebied (Figuur 18). De te verwachten verlaging van de freatische grondwaterstand buiten het plangebied is echter zo gering (<5 cm), dat dit geen effect heeft op de vegetatie.

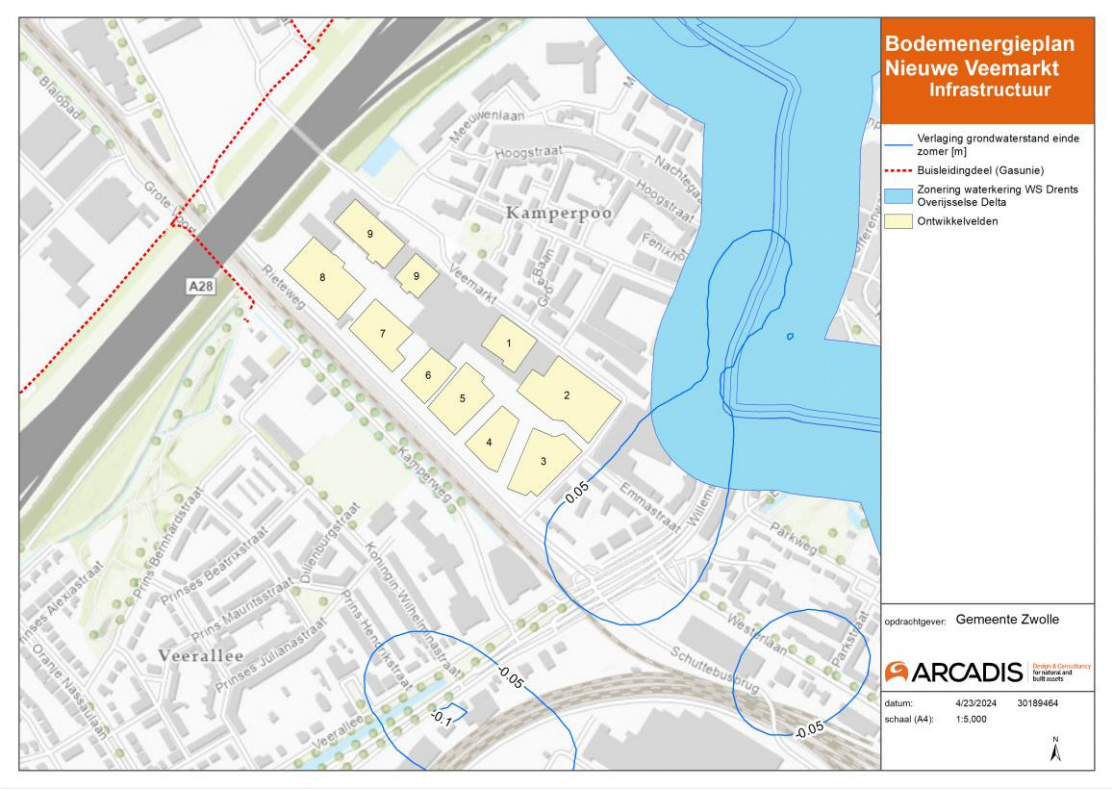


Figuur 18: Groenstructuur en bijzondere bomen. Bron: [12]

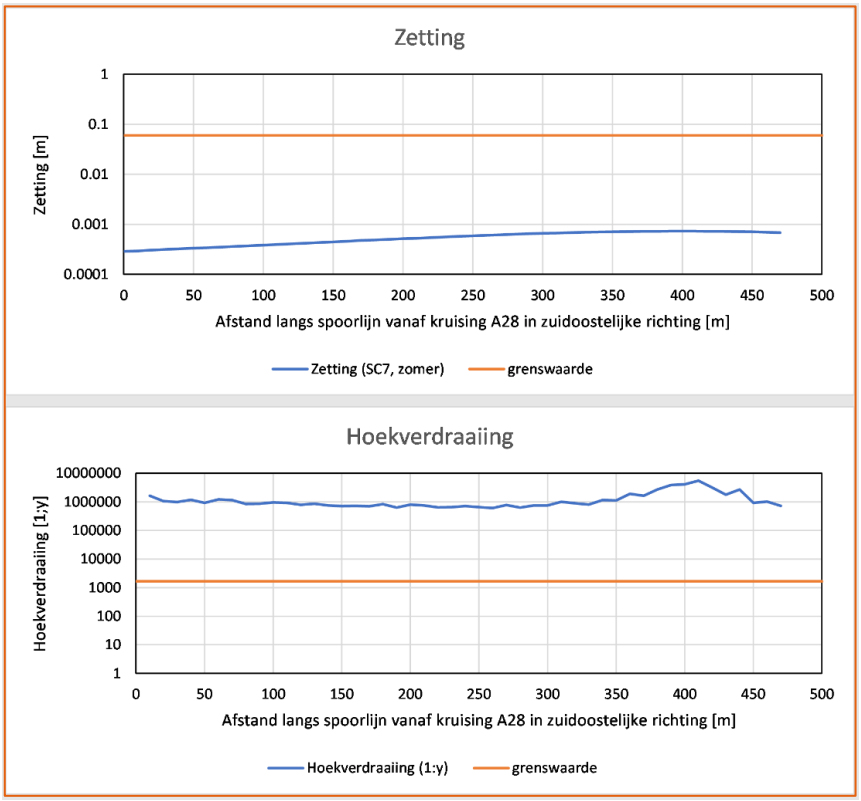
Waterkeringen en infrastructuur

In de omgeving van de Nieuwe Veemarkt is een waterkering, spoorlijn, snelweg en gas hoofdtransportleiding aanwezig (Figuur 19). De verwachte maximale verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van deze infrastructuur is zo gering dat geen effecten worden verwacht.

De maximale zetting en hoekverdraaiing langs de spoorlijn Zwolle-Kampen (Kamperspoorlijn) ter hoogte van de Rieteweg is berekend en weergegeven in Figuur 20. De absolute eindzetting (na 30 jaar) blijft ruim onder de maximaal toelaatbare zetting (0,06 m) [20]. De hoekverdraaiing blijft eveneens ruim onder de norm van 1:1000. Er worden daarom geen effecten op de spoorlijn verwacht.



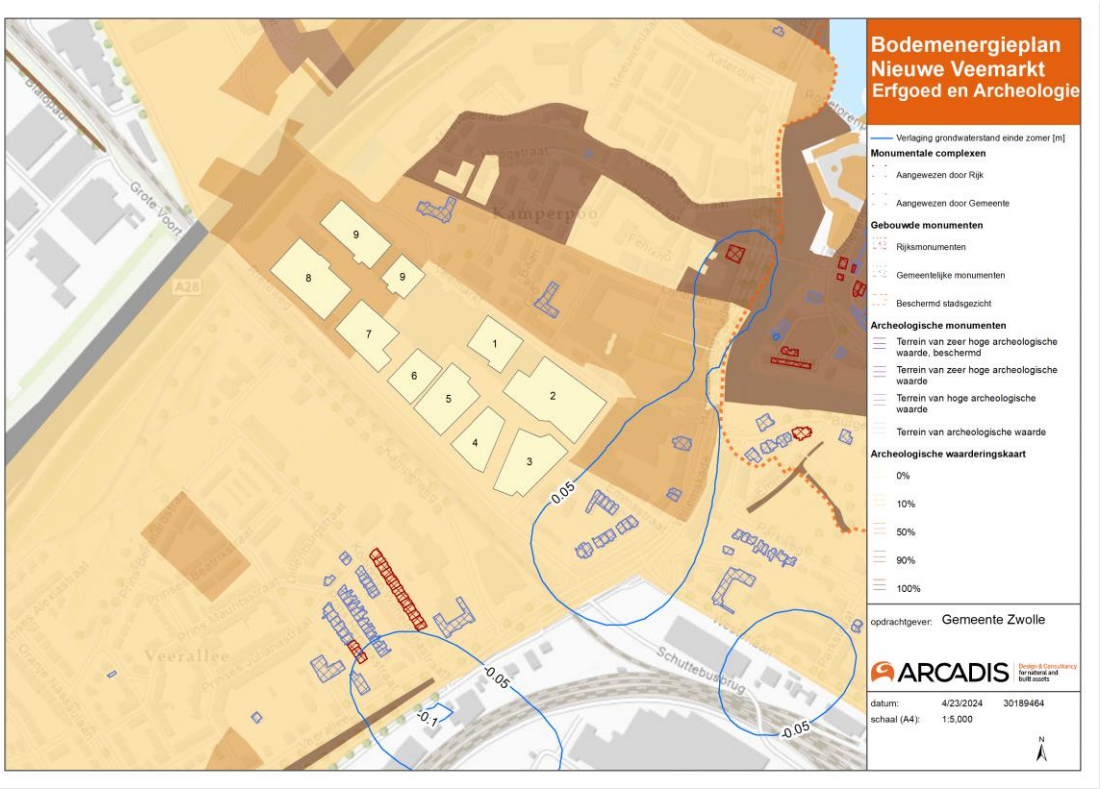
Figuur 19: Waterkeringen en hoofdinfrastructuur. Bron: [14], [19]



Figuur 20: Berekende absolute zetting (na 30 jaar) en hoekverdraaiing ter plaatse van de Kamperspoorlijn.

Erfgoed, monumenten en archeologische waarden.

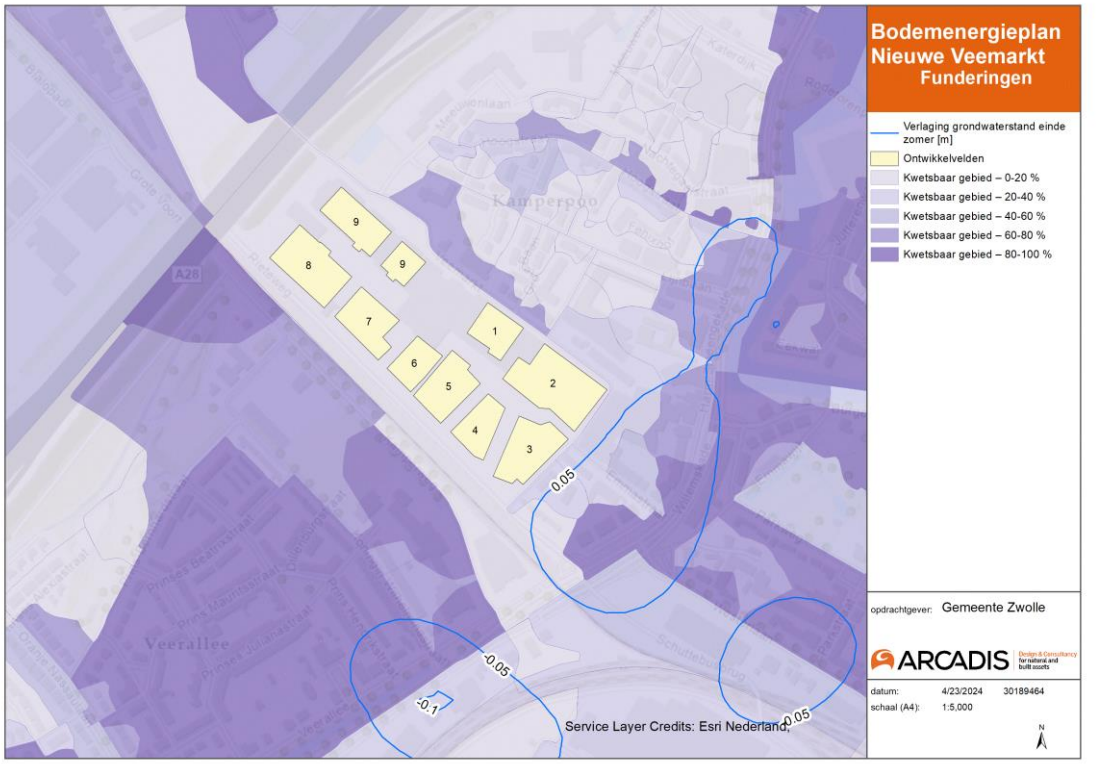
Er zijn aangewezen monumenten aanwezig en er is een terrein met een hoge archeologische waardering (donkerbruin) ten noordoosten van het plangebied (Figuur 21). De effecten van de bodemenergiesystemen van de Nieuwe Veemarkt op de grondwaterstand zijn echter zo gering, dat geen schade aan monumenten of archeologische waarden verwacht kan worden.



Figuur 21: Monumenten en archeologische waarderingskaart. Bron: [18]

Funderingen en kwetsbare bebouwing

In de omgeving van de Nieuwe Veemarkt is kwetsbare bebouwing (<1970) aanwezig (Figuur 22). Dit betreft voornamelijk bebouwing waar mogelijk houten funderingspalen zijn toegepast. Omdat de maximaal verwachte verlaging van de freatische grondwaterstand gering is, wordt geen schade aan houten funderingspalen verwacht.



Figuur 22: *Kwetsbare bebouwing (<1970). Bron: [15]*

Tabel 5: effecttabel

Aspect	Element	Afweging	Beoordeling
Drinkwaterwinning	Dichtbijzijnde winning: Engelse Werk.	Afstand ca. 1800 m, buiten intrekgebied	geen beinvloeding
Zoet/zout grensvlak	Diepte is ca. 200 m of dieper	Diep onder de filterstelling	geen beinvloeding
Boringsvrije zones	Buiten boringsvrije zone rond Engelse Werk	Geen doorboring beschermde kleilagen	geen beinvloeding
Andere WKO-systemen en grondwateronttrekkingen	Er zijn bestaande WKO systemen engeplande WKO systemen (Spoorzone) in de omgeving van de Nieuwe Veemarkt.	De berekeningen geven aan dat de WKO-systemen zijn te realiseren zonder negatieve beinvloeiding van deze systemen.	geen beinvloeding
Natuur en stedelijk groen	Beschermde (grondwaterafhankelijke natuur komt niet binnen 2 km van de locatie voor. Stedelijke groenstructuur en enkele bijzondere bomen zijn wel in de omgeving aanwezig.	De beinvloeding van de freatische grondwaterstand is maximaal 2 cm. Dit heeft geen invloed op de vegetatie.	geen beinvloeding
Landbouw	Er is geen landbouw binnen enkele kilometers van de locatie.		geen beinvloeding
Archeologie, erfgoed en monumenten	Er zijn enkele rijks- en gemeentelijke monumenten en een terrein van hoge archeologische waarde aanwezig.	De maximale beinvloeding van de freatische grondwaterstand is 1 tot 2 cm.	geen beinvloeding
Bebouwing: fundering houten palen	In de omgeving van de Nieuwe Veemarkt is bebouwing van voor 1970 aanwezig.	De kans dat deze bebouwing op houten palen is gefundeerd wordt erg klein geacht. De beinvloeiding van de grondwaterstand is maximaal 2 cm.	geen beinvloeding
Bebouwing: zetting funderingen op staal	In de omgeving van de Nieuwe Veemarkt is bebouwing van voor 1970 aanwezig.	De beinvloeiding van de grondwaterstand is maximaal 2 cm. De zetting bedraagt hooguit fracties van milliemeters.	geen beinvloeding
Infrastructuur en waterkeringen	Er is een waterkering van waterschap Drents Overijsselse Delta, een snelweg (A28), een spoorlijn (Kamperlijntje) en een hoofdtransportleiding van de Gasunie aanwezig.	De snelweg en gasleiding vallen buiten het mogelijke invloedsgebied. De maximale zetting is langs de spoorlijn berekend. Deze blijft (ruimschoots) binnen de normen van ProRail.	geen beinvloeding

Referenties

1. Gebiedsvisie De Nieuwe Veemarkt, gemeente Zwolle, 15 maart 2022
2. Nieuwe Veemarkt Ruimtelijk Ontwikkelingsplan, gemeente Zwolle, oktober 2023
3. Notitie ‘Quickscan WKO Nieuwe Veemarkt en Meeuwenlaan Zwolle, Royal HaskoningDHV, d.d. 21 februari 2023
4. Rapport ‘Haalbaarheidsonderzoek bodemenergie en aquathermie Meeuwenlaan – Zwolle’, VHGM, 15 december 2022
5. Notitie ‘Effecten bodemenergiesystemen Spoorzone Zwolle’, Royal HaskoningDHV, d.d. 3 juli 2023
6. Rapport ‘Bodemenergieplan Spoorzone Zwolle’, Royal HaskoningDHV, d.d. 3 juli 2023
7. Bestanden in ‘BEP Spoorzone Zwolle Afbeeldingen en GIS.zip’, Gemeente Zwolle, d.d. 28 juli 2023
8. Excel-bestand ‘94660 30718 INFO GWO Zwolle Centrum.xlsx’, Provincie Overijssel, d.d. 20 juli 2023
9. Gebiedsdossiers kwetsbare drinkwatervoorzieningen Overijssel; Deel 2: Engelse Werk, Provincie Overijssel – Eenheid Water en Bodem, d.d. 5 januari 2010
10. Openbare boor- en peilbuisgegevens uit het Dinoloket, geraadpleegd op 14 september 2023
11. Grondwatertools, www.grondwatertools.nl, TNO, geraadpleegd op 16 november 2023
12. Groene Kaart, Kaartviewer (arcgis.com). Gemeente Zwolle, geraadpleegd op 16 november 2023
13. Grondwaterbeschermingskaart rondom bronnen voor drinkwater, RIVM, 12-04-2023
14. Open data portaal WDODelta (arcgis.com), Waterschap Drents Overijsselse Delta, geraadpleegd op 14 september en 16 november 2023
15. Funderingsviewer indicatieve aandachtsgebieden, www.KCAF.nl, KennisCentrum Aanpak Funderingsproblematiek, geraadpleegd op 16 november 2023
16. Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT), Kadaster, geraadpleegd op 14 september 2023
17. Actueel Hoogtebestand Nederland, AHN 4 , geraadpleegd op 14 september 2023
18. Erfgoed Zwolle, https://gisservices.zwolle.nl/arcgis/rest/services, gemeente Zwolle, geraadpleegd op 16 november 2023
19. Risicokaart - Ongevallen gevaarlijke stoffen, IPO, Bij12, Min.I&W, Min. Van Justitie en Veiligheid
20. Handboek Technische voorschriften voor werken en werkzaamheden op, boven, onder en nabij de spoorweg Deel I – Voorschriften, ProRail, mei 2022.

Colofon

BODEMENERGIEPLAN NIEUWE VEEMARKT
ZWOLLE

KLANT
Gemeente Zwolle

AUTEUR
Philip Visser

PROJECTNUMMER
30189464

ONZE REFERENTIE
UXFSP4WD53T7-373029556-3710:1

DATUM
25 juni 2024

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Arno Schreurs
Senior consultant Bodemadvies

VRIJGEGEVEN DOOR

Arno Schreurs
Senior consultant Bodemadvies

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie ‘accelerating a planet positive future’ onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life