

symposium

bodem breed

WARMING^{UP}

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

Vormen aquathermie en bodemenergie een gelukkig huwelijk?

Ida de Groot – Wallast & Nanne Hoekstra
m.m.v. Johan Valstar, Martin Bloemendal & Alex Hockin

KWR

Deltares

expertise

bodem en ondergrond

DORDRECHT



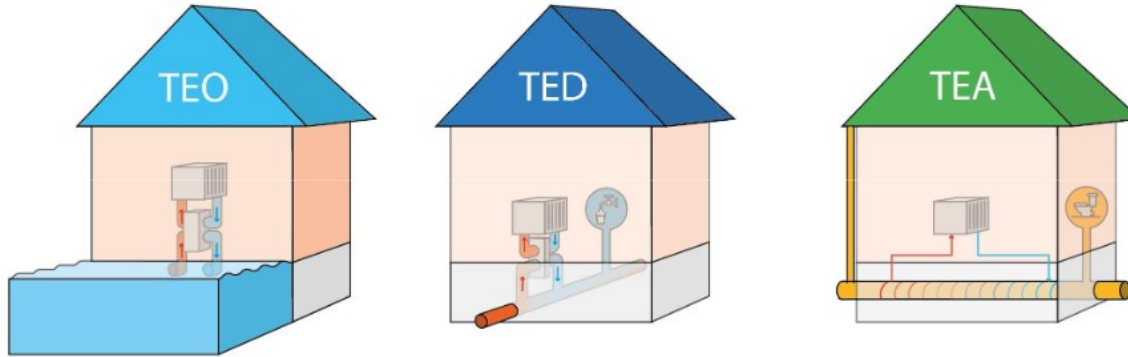
Stantec

Gevreesde problemen bij grootschalige toepassing aquathermie en dus grootschalige opslag van warmte in bodem

- Opwarming bodem
- Verspreiding van verontreinigingen
- Ruimtelijke inpassing
- Hoe te organiseren?

Hèt netwerk event van de bodem en ondergrond

Vormen van aquathermie



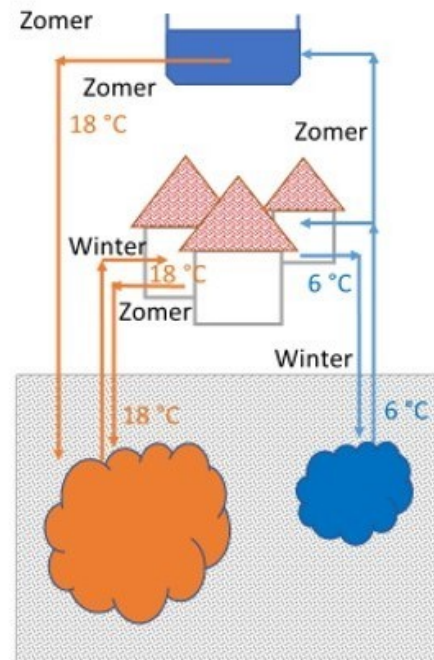
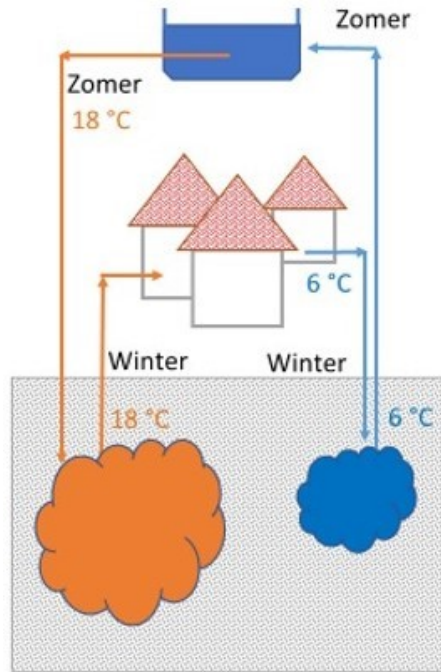
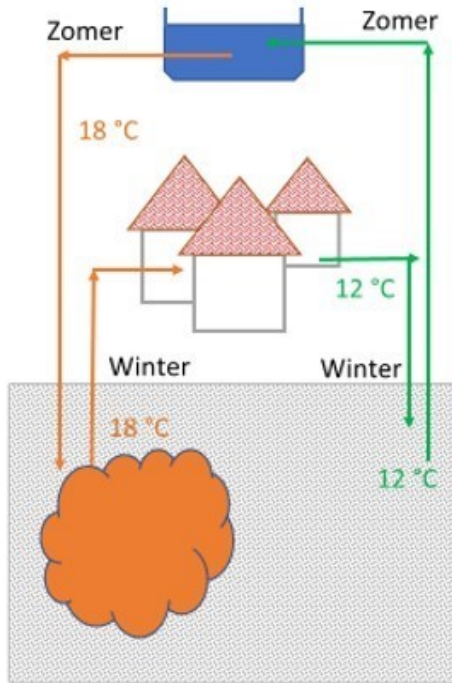
Voor woonwijken warmtevraag >>>>> koudevraag
→ grootschalige warmtewinning nodig

Afvalwater en drinkwater: $T \approx \text{constant}$ → direct warmte uit te winnen.

Meren, kanalen en sloten nodig voor grootschalige toepassing van aquathermie
 $T = \text{variabel}$

Warmte winnen in zomer en gebruiken in winter;
dus opslag nodig. Dat kan het best in de bodem.

Hoe seizoensopslag van warmte transformeert naar bodemenergie



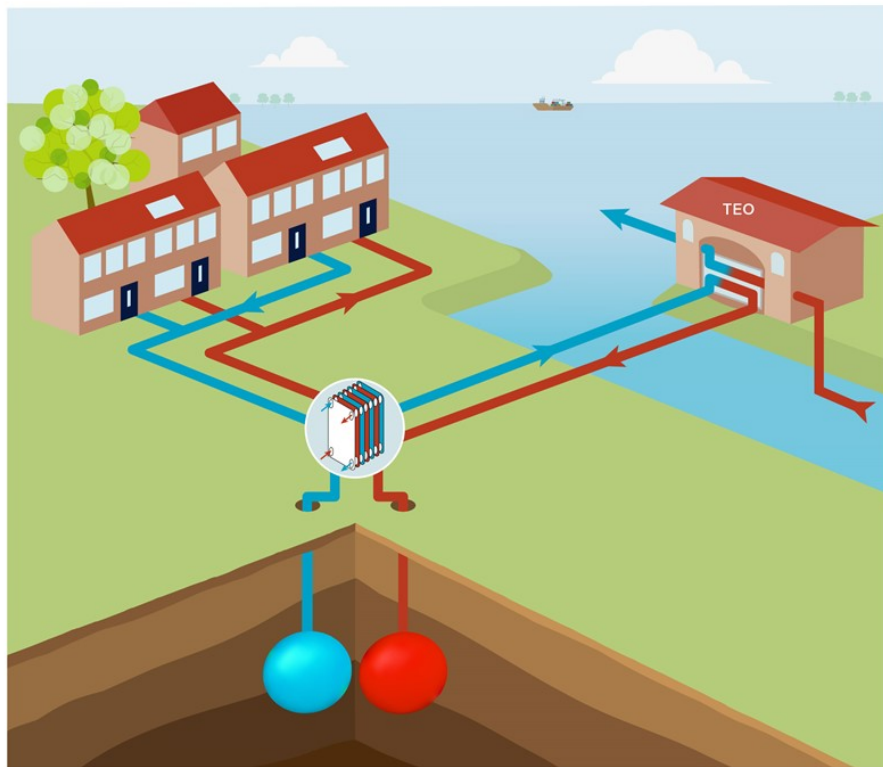
Open bodemenergiesysteem (OBES, WKO) met gekoppelde aquathermie

Uitdagingen aquathermie

=

Uitdagingen bodemenergie

?



Opwarming als er geen evenwicht is tussen koude en warmte door:

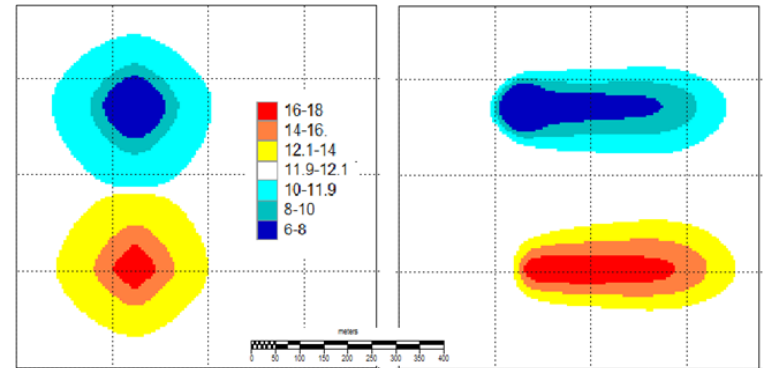
- Periodieke verschillen door variatie in seizoenen
 - Bv milde winter na hete zomer → deel opgeslagen warmte ongebruikt
 - Bv koele zomer na strenge winter → deel opgeslagen kouden ongebruikt
- Structurele verschillen
 - Bv bij bedrijven kan er meer vraag naar koude dan warmte zijn
 - Bv bij woonhuizen overstijgt de warmte- de koudevraag

Oplossingen voor disbalans

- Energetisch evenwicht over een reeks van jaren bereiken
- Dan geen probleem als deel van koude en warmte niet is terug te halen

- En als dat niet lukt:

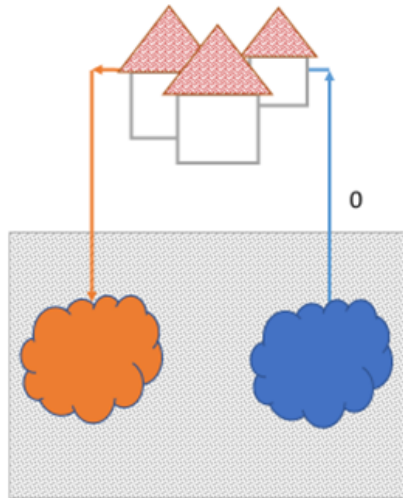
- Combinatie met ander type gebruik
- Netwerk (met vele typen gebruikers)
- Zonnecollectoren of gekoelde fotovoltaïsche cellen (maar die moeten wel hun warmte kwijt)
- **Aquathermie! Flexibeler dan andere opties**



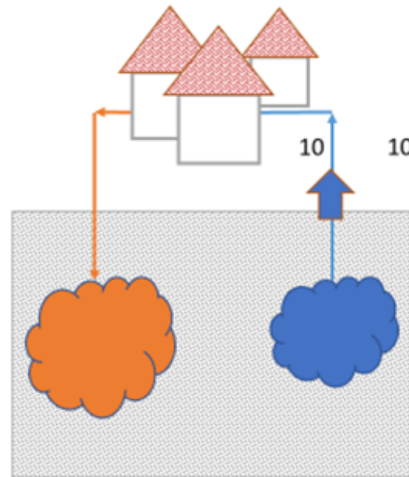
Dus deze uitdaging van OBES...



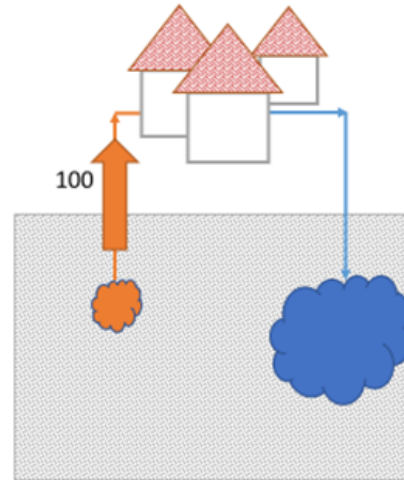
Schematische weergave basisprincipe OBES
Warmte – en koudevraag voor woonwijken niet in balans



Gewenste situatie



Zomer

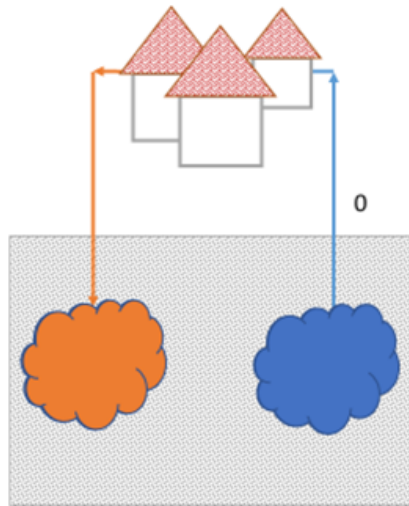


Winter

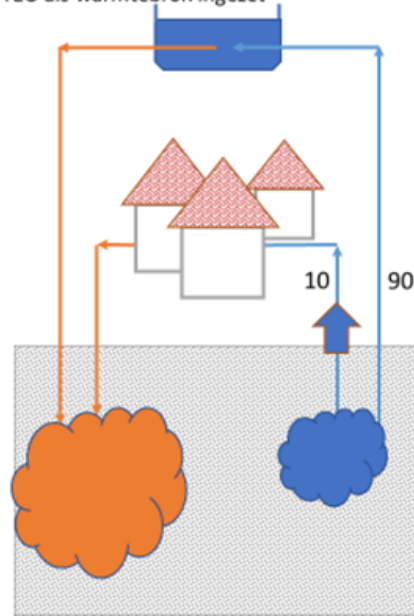
...wordt opgelost met aquathermie



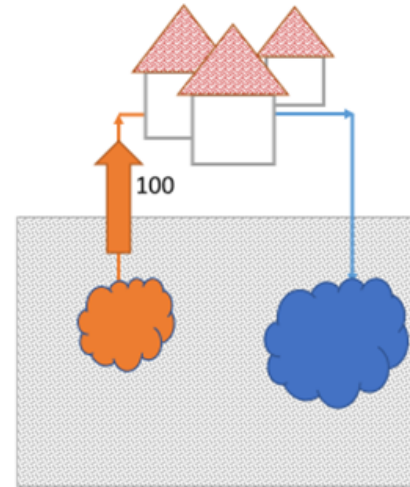
Schematische weergave basisprincipe OBES
Warmte – en koudevraag voor woonwijken niet in balans
TEO als warmtebron ingezet



Gemiddeld over het jaar

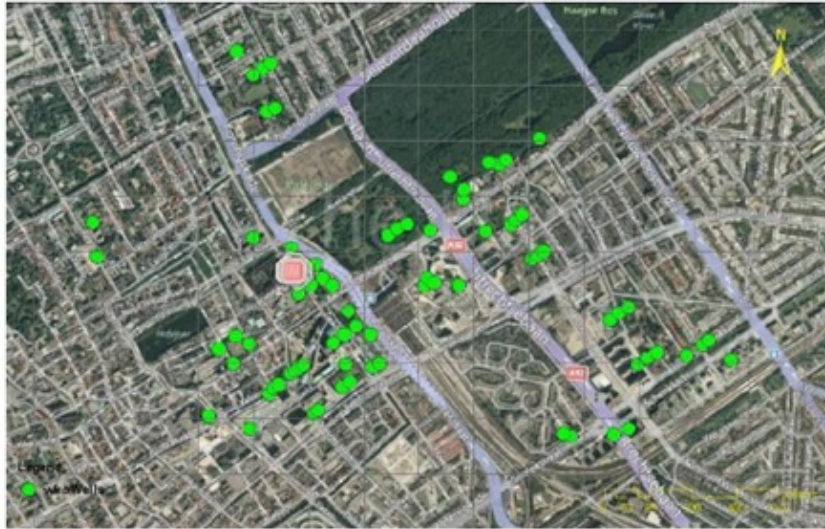


Zomer



Winter

Verspreiding van verontreinigingen



a: na 1,5 maand



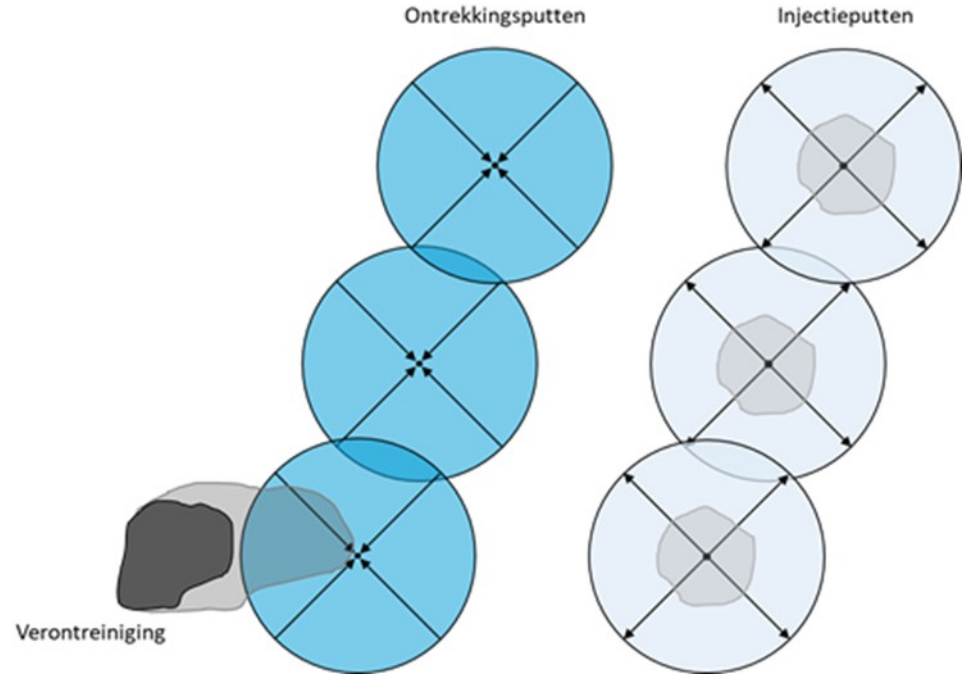
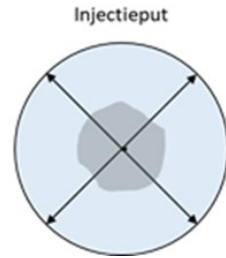
b: na 10 jaar

Gemodelleerde verspreiding van verontreinigingen vanuit een hypothetische constante verontreinigingsbron (willekeurig gekozen locatie) onder invloed van OBES in de ondergrond van Den Haag

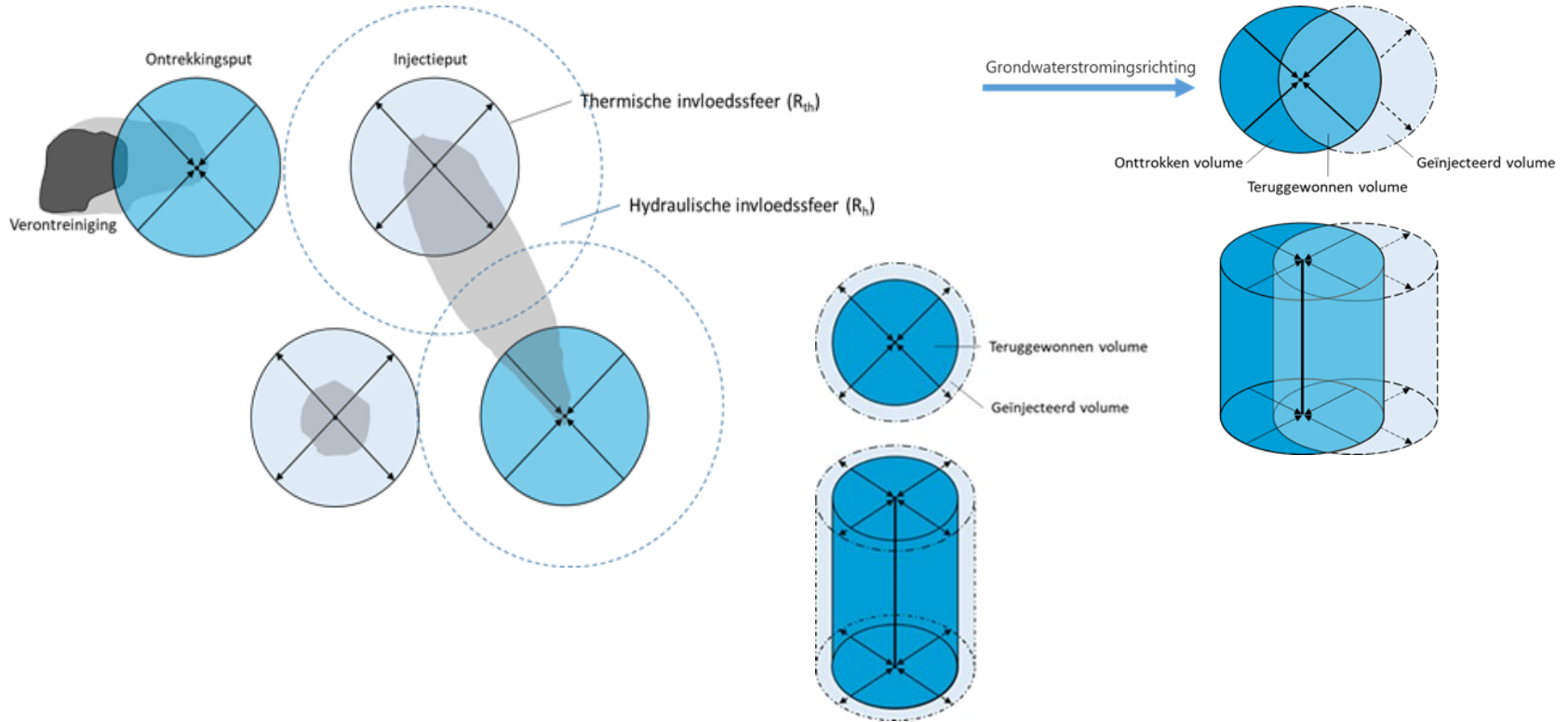
Figuur a laat de initiële situatie zien, 1,5 maand na introductie van de verontreinigingsbron. Figuur b laat de verspreiding situatie zien na 10 jaar. De contourlijnen geven de volgende fracties (C/C_0) van de verontreinigingsconcentratie ten opzichte van de bron: 0.001, 0.01, 0.1, 0.5 en 0.9

Henssen et al., 2012

Meer verspreiding bij meer putten

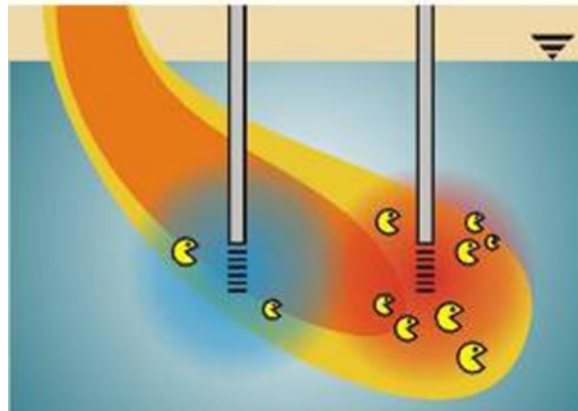


Verspreidingsmechanisme



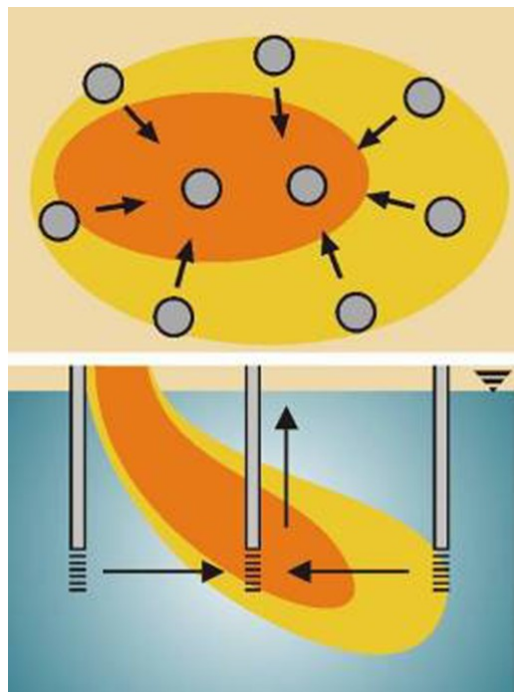
Maar stimulering afbraak door in contact brengen reactanten en verhoging temperatuur?

Valt tegen doordat bij persistente grondwaterverontreinigingen de condities niet goed genoeg zijn

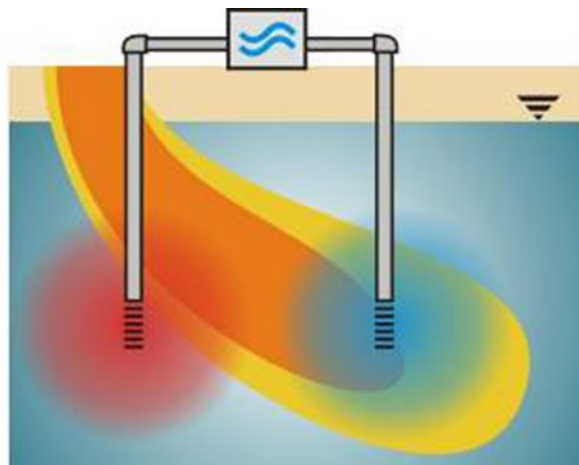


Bron: Meer met bodemenergie

Wel andere opties mogelijk voor combinatie OBES en grondwatersanering

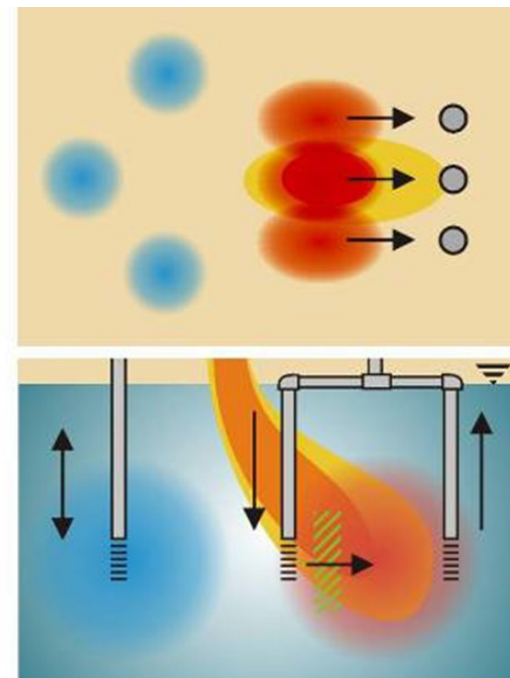


Geohydrologische beheersing



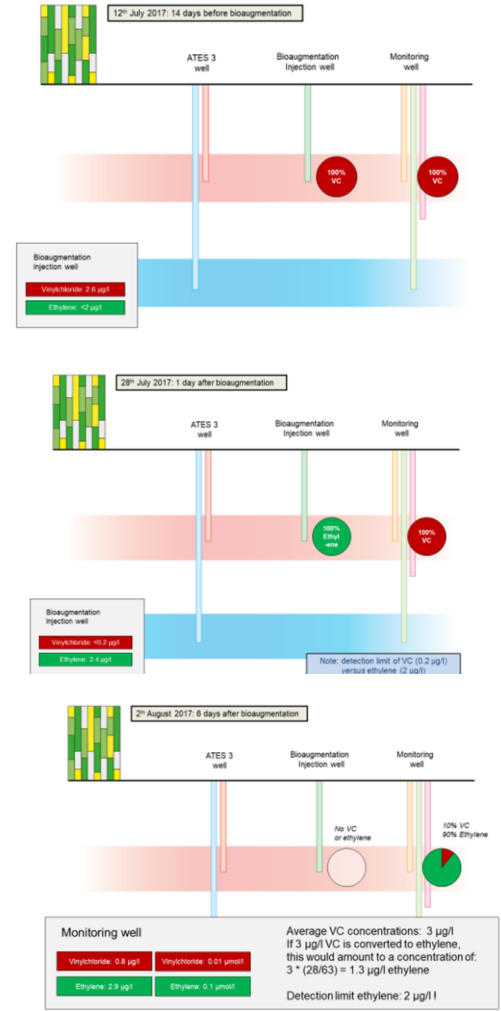
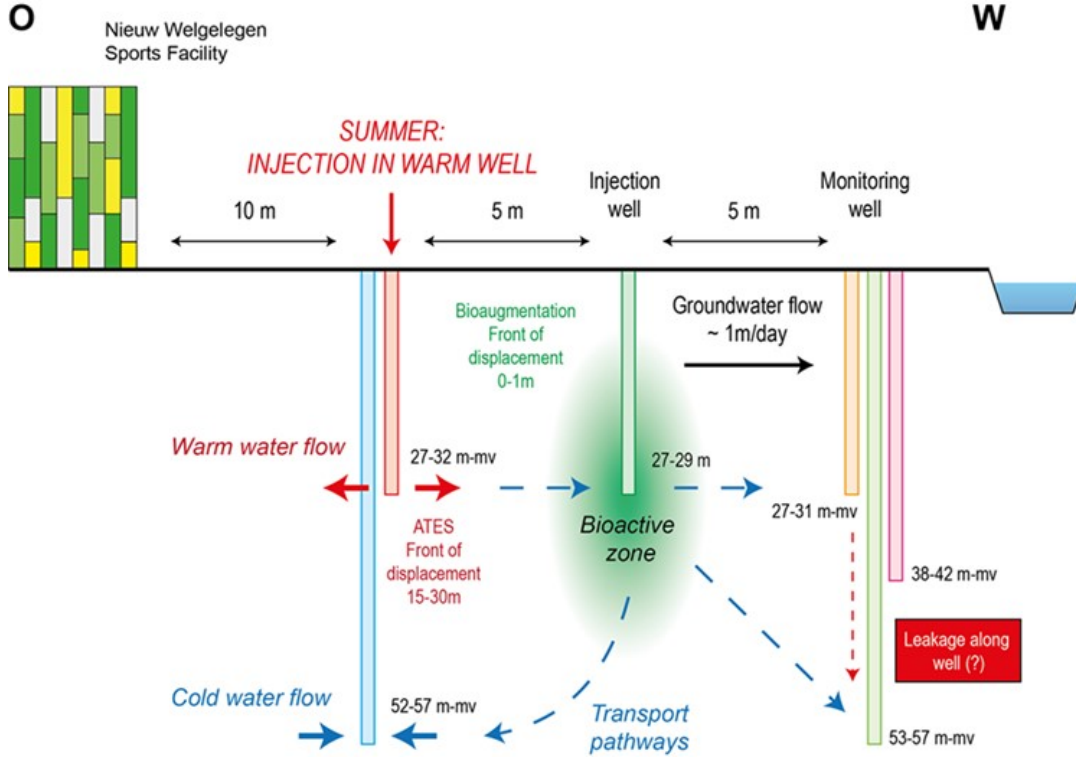
Bovengrondse zuivering

Bron: Meer met bodemenergie

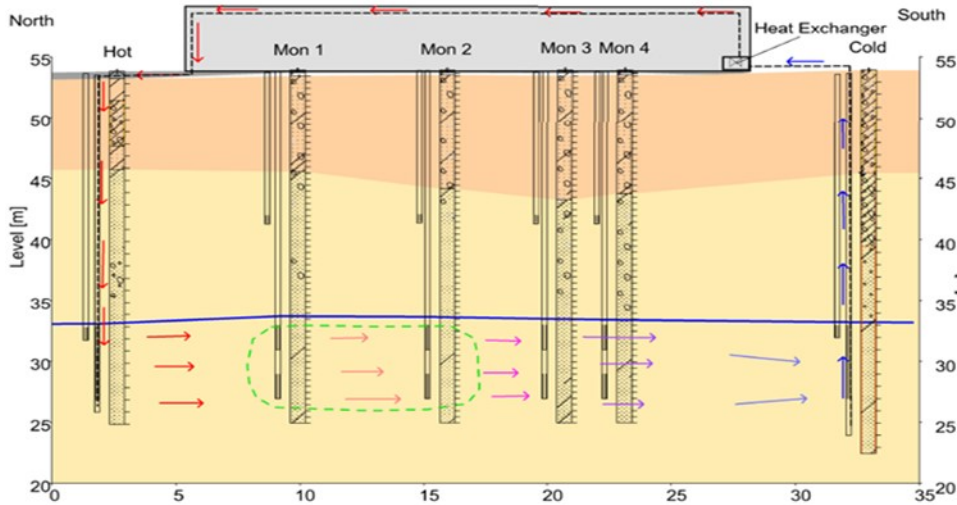


Triplet met reactieve zone

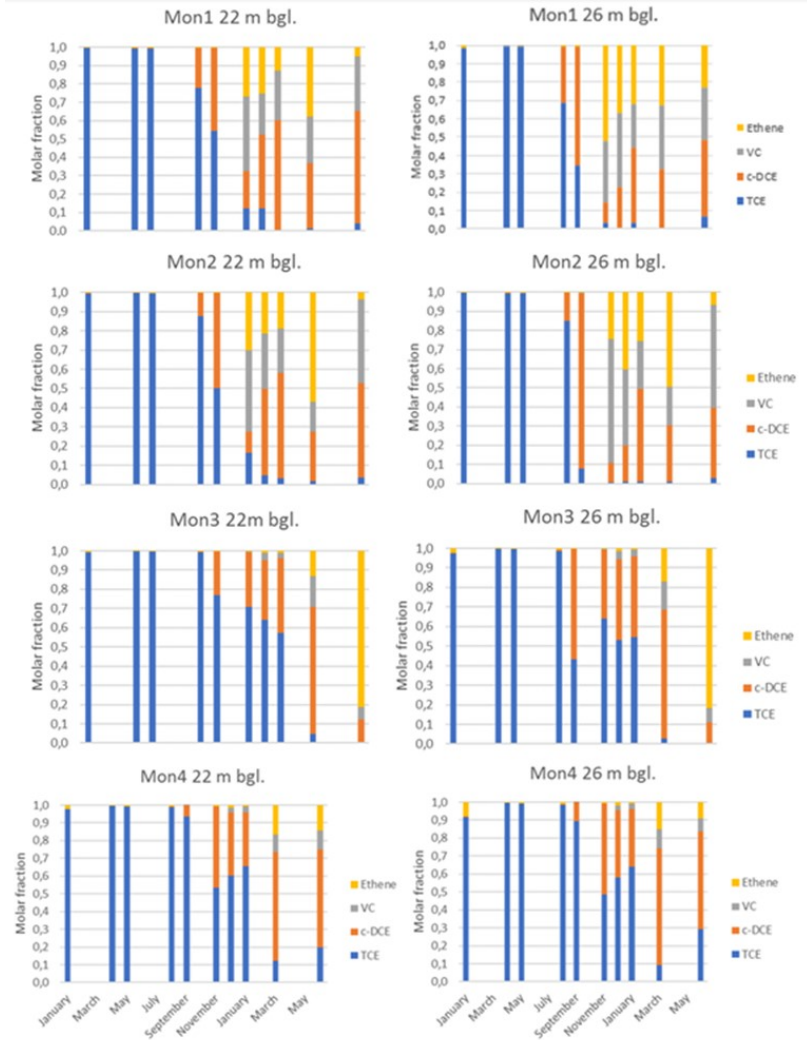
Veldproef in Utrecht bij monobron Test WKO+ van Bioclear earth



Proef met recirculatiesysteem in Birkerød bij København



Bron: Rambøll

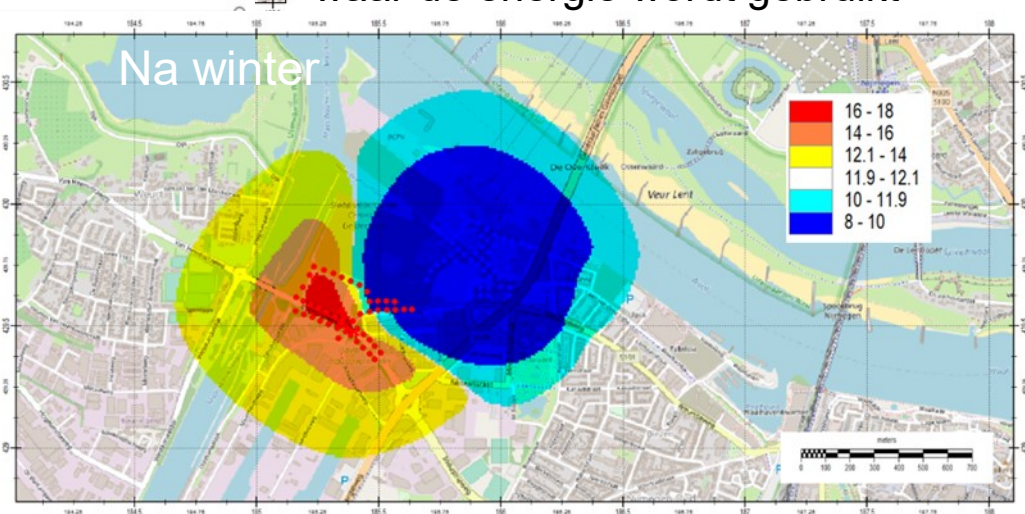
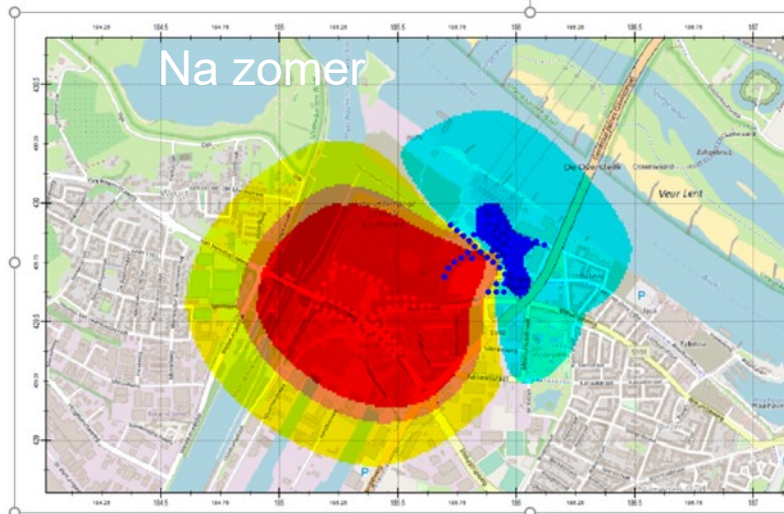
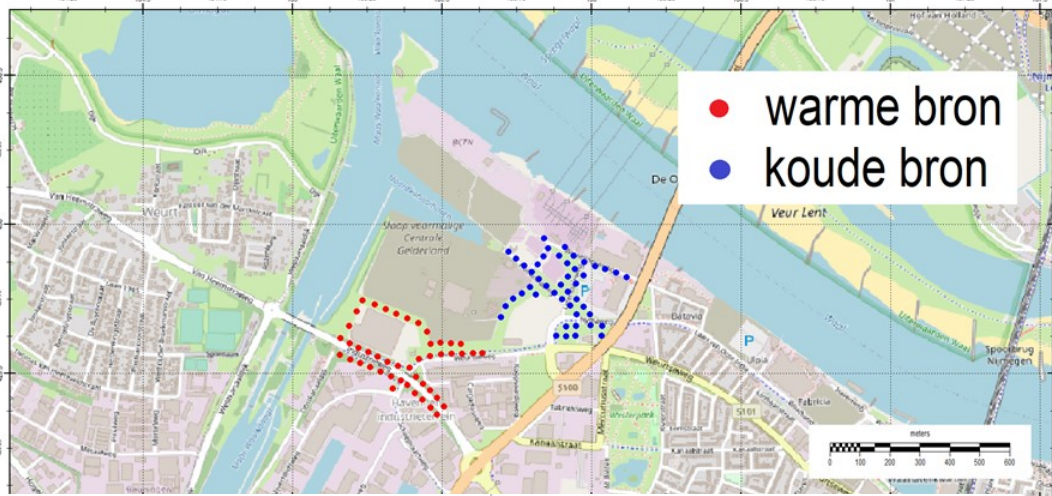


Ruimtelijke inpassing

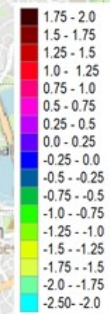
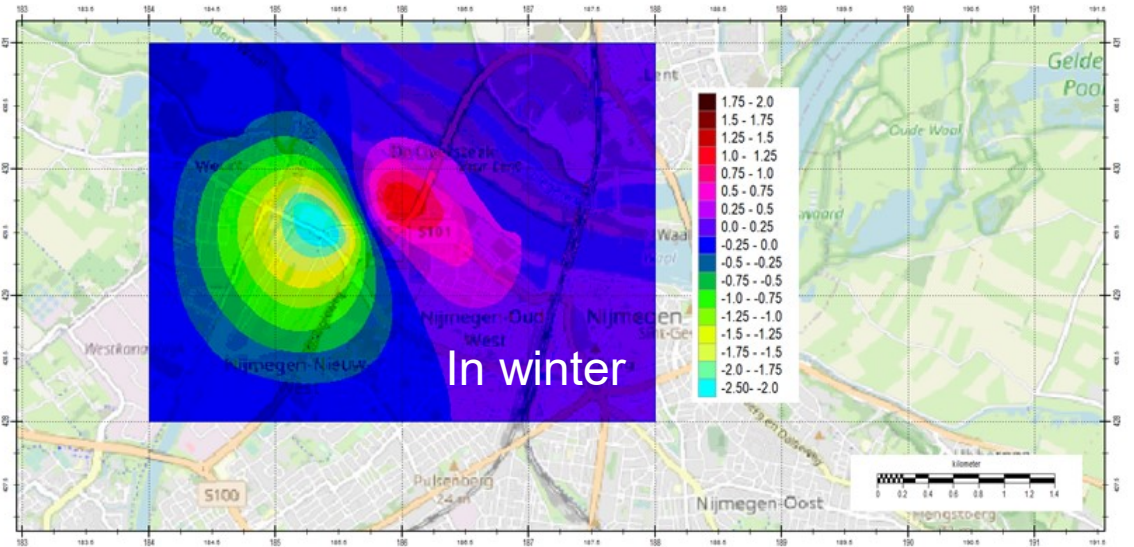
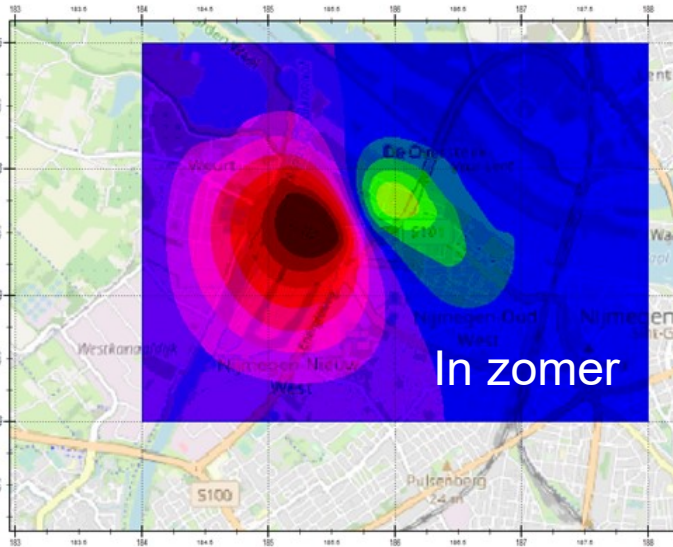
Aantal woningen	Representatief voor	Warmtevraag per jaar in TJ ¹⁾	Debiet in m ³ per seizoen	Benodigde doubletten	Kosten aanleg miljoen€
300	Huizenblok / straat	9	225.000	1 à 2	0,2-0,4
1.000	Woonwijk	30	750.000	2 à 4	0,4-0,8
3.000	Woonwijk / dorp	90	2.250.000	6 à 12	1,2-2,4
30.000	Stad	900	22.500.000	140	28
60.000	Nijmegen	1.800	45.000.000	280	56

Gemodelleerde casus: Nijmegen

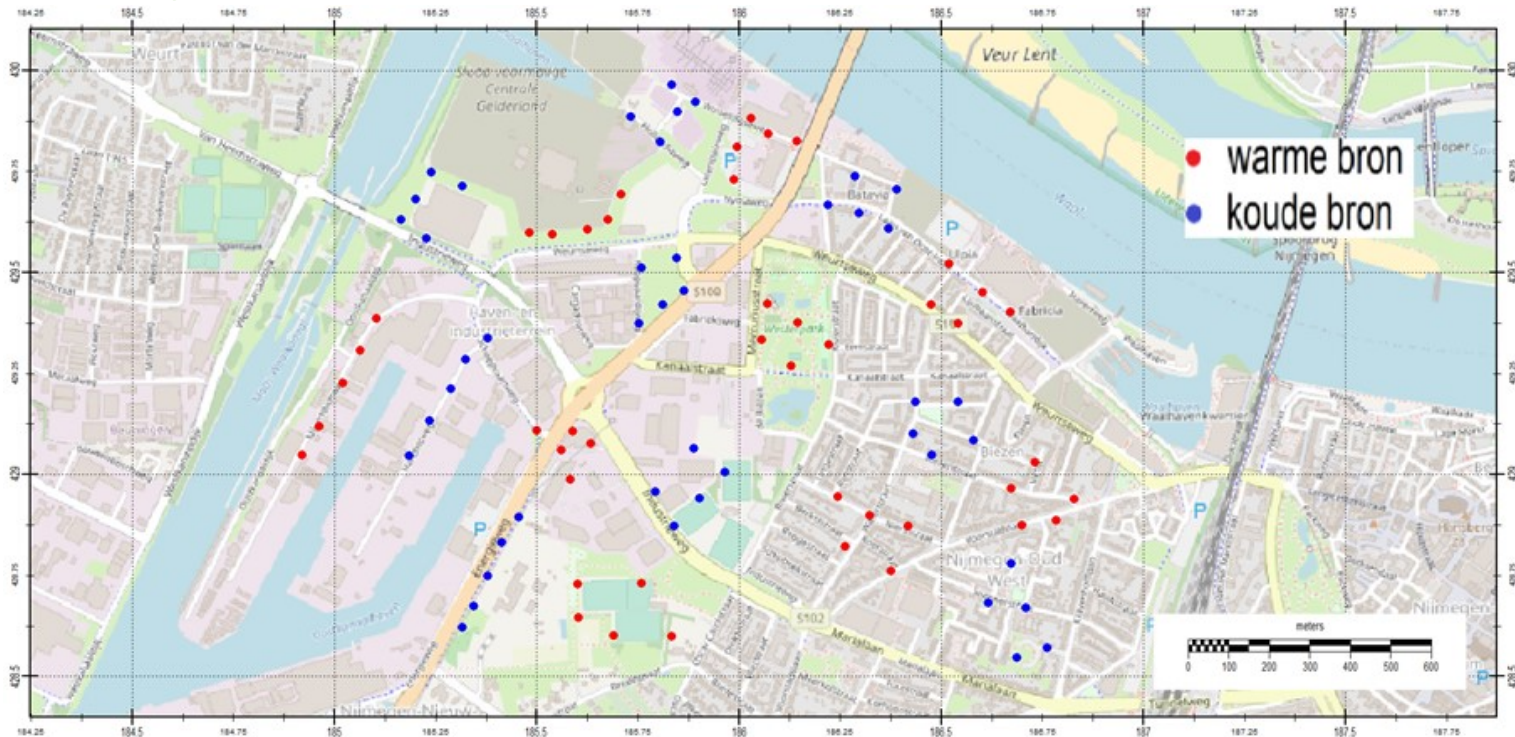
Ondergronds ruimtebeslag
ca. $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ van oppervlakte
waar de energie wordt gebruikt



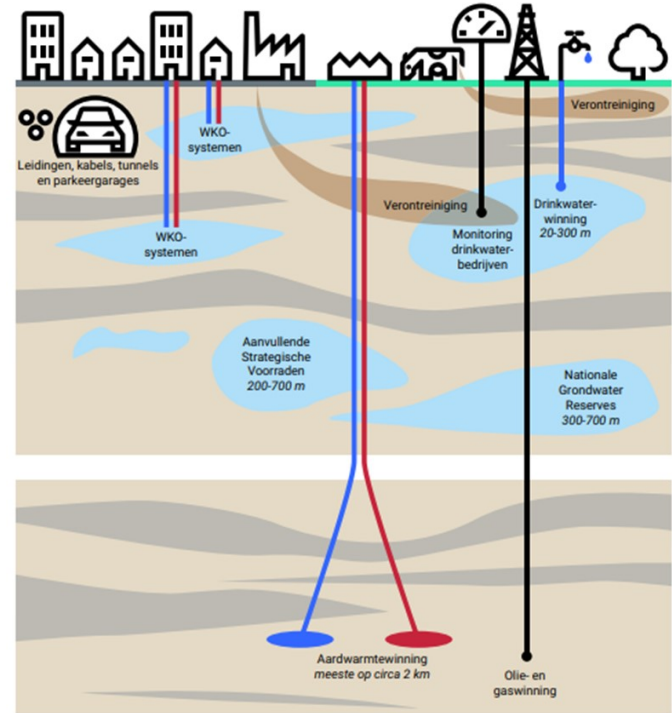
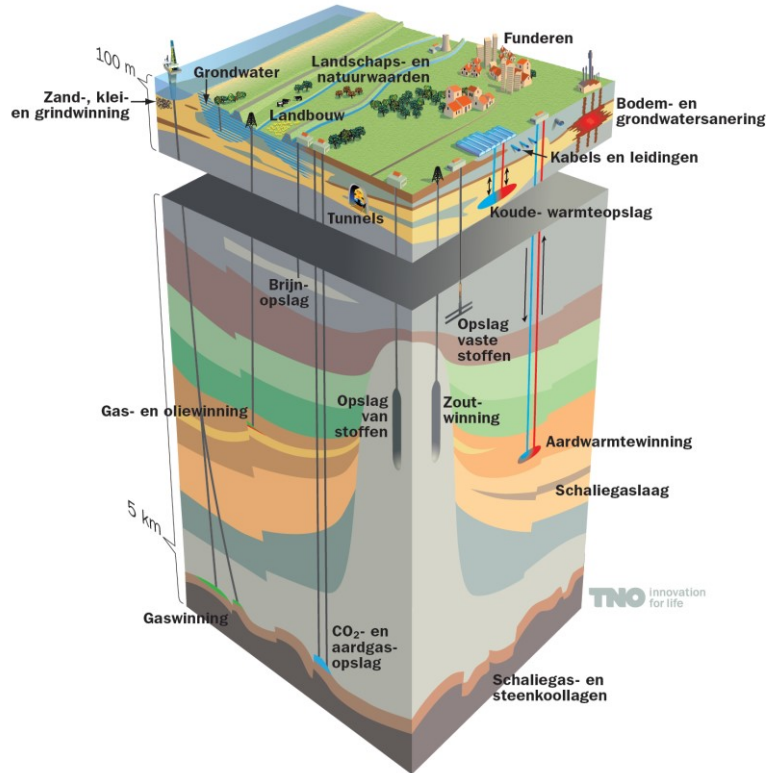
Effect op grondwaterstanden te groot



Betere ruimtelijke verdeling Organisch groeien, zoals tot nu toe vaak gebeurt, is niet meer toereikend!



En natuurlijk is afstemming nodig op andere drukte in de ondergrond



Aquathermie en bodemenergie kunnen een gelukkig huwelijk vormen door elkaar aanvullende karakters!

- Aquathermie biedt een flexibele warmtebron die grootschalige toepassing van OBES bij woningen – met netto een warmtevraag – mogelijk maakt en is daarom een aantrekkelijke partij.
- Voor OBES zijn er wel alternatieven, zoals zonnecollectoren, in minder waterrijke gebieden of als er te veel ruimtelijke complicaties zijn. Aquathermie is daarom wel de meer afhankelijke partij in dit huwelijk.
- Een vruchtbaar huwelijk dat niet alleen duurzame energie maar ook schoner grondwater voortbrengt en dat voldoende vrijheid biedt voor andere functies, vraag wel om huwelijkse (rand)voorwaarden in de vorm van gebiedsgericht grondwaterbeheer.