

Haalbaarheid van Aquifer Storage and Recovery in Indonesië

In Indonesië is de grondwaterproblematiek groot, ondanks de hevige regenval in het regenseizoen. Meer en meer aquifers raken uitgeput en er is sprake van zeewaterintrusie langs de kust. Behalve dat de watervoorziening in gevaar komt, leiden de overmatige grondwateronttrekkingen tot een toename van de bodemdaling tot wel 10 à 20 cm per jaar, met als gevolg overstromingen. Eén van de manieren om het overmatig grondwatergebruik tegen te gaan is Aquifer Storage and Recovery (ASR), een techniek voor duurzaam gebruik van grondwater. Uit de haalbaarheidsstudie blijkt dat ASR technisch en financieel haalbaar is in en rondom Jakarta en andere grote steden op Java. Het struikelblok vormen echter de juridische aspecten en vergunningen.

Witteveen+Bos heeft samen met Deltares¹⁾, Waterleiding Maatschappij Drenthe en grondboorbedrijf Haitjema onderzoek verricht naar de toepassing van ASR voor een fabriek van Nestlé in Tangerang, net ten westen van Jakarta. Het onderzoek is gesubsidieerd door 'Partners voor Water'.

Aquifer Storage and Recovery is een techniek waarbij ten tijde van wateroverschot water tijdelijk wordt geïnjecteerd in een watervoerend pakket. Dit water is in tijden van watertekort weer beschikbaar om onttrokken te worden (zie afbeelding 1). Wateroverschot kan optreden in het regenseizoen in Indonesië, maar ook bij waterzuiveringen gedurende de nacht. Door het toepassen van ASR wordt een duurzaam grondwaterbeheer bewerkstelligd; er wordt immers netto geen grondwater meer onttrokken.

ASR bestaat in feite uit een reservoir voor de (tijdelijke) opslag van water van bijvoorbeeld daken, wegen of rivieren, een voorzuivering voor het verwijderen van zwevend stof en organische en anorganische stoffen, een grondwaterput om het water gecontroleerd in het watervoerende pakket te injecteren en eenzelfde put om het water later op te kunnen pompen, eventueel gevolgd door een beperkte nazuivering.

Lang geleden werd het concept van ASR door nomaden in de Kara Kum woestijn in Turkmenistan gebruikt. De incidentele

neerslagafvoer van de kleigebieden werd in de grond geïnjecteerd door het graven van putten. Dit geïnjecteerde water werd later in droge tijden gebruikt. In Nederland kennen we het concept van de opslag van water in de waterleidingduinen, waar de aquifer aan de oppervlakte komt.

ASR wordt (op grotere diepten) veel toegepast in de Verenigde Staten, India en Australië. Waterleiding Maatschappij Limburg heeft nog niet zo lang geleden een onderzoek afgerond naar waterkwaliteitsverandering en -beheersing bij de toepassing van ASR in de Roerdalslenk.

Geochemische modellering en ontwerp voorzuivering

De technische haalbaarheid hangt af van een aantal parameters. De dikte (50 meter) en doorlatendheid (1 meter/dag) van de aquifer en de beperkte grondwaterstroming vormen geen belemmering. Naast deze (kwantitatieve) aspecten zijn de (geo)chemische processen bij de injectie van water van grote invloed op de haalbaarheid.

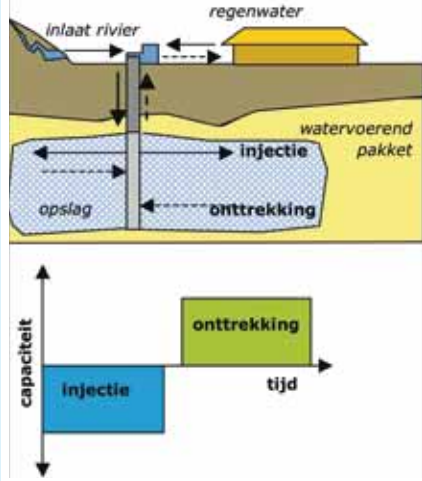
De te verwachten effecten zijn onder meer afhankelijk van de kwaliteit van het geïnjecteerd water. De voorzuivering van het te injecteren water bij ASR is dan ook cruciaal. Geïnjecteerd water dat qua samenstelling sterk verschilt van het grondwater kan er voor zorgen dat de grondwaterput dichtslibt of dat

de aquifer rondom de put dichtslaat door chemische reacties van het geïnjecteerde water met het grondwater of aquifermateriaal. Daarom is allereerst onderzocht welke geochemische reacties op kunnen treden. Hiervoor is gebruik gemaakt van het geochemische simulatieprogramma PHREEQC²⁾.

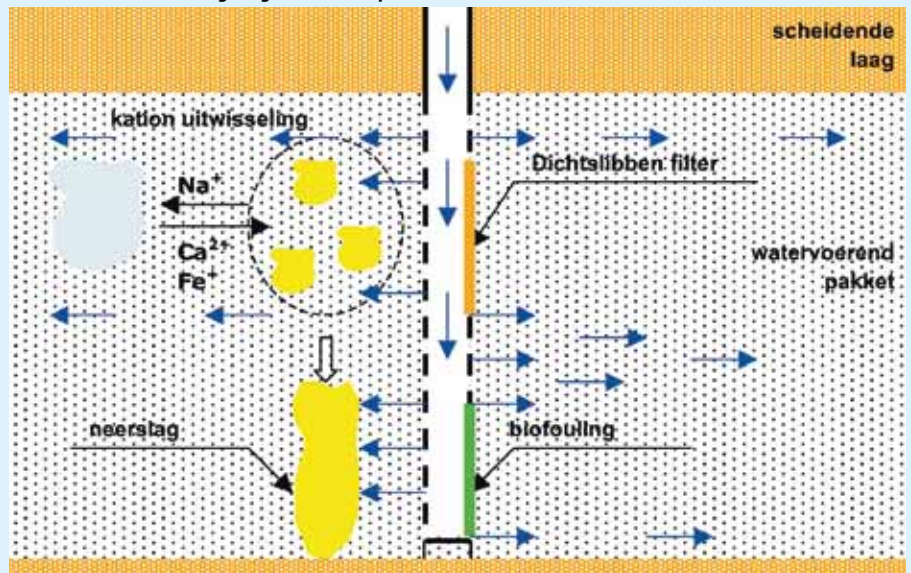
In Jakarta ligt het watervoerend pakket waarin de opslag van water voorzien is (doel-aquifer) op 130 meter onder maaiveld, is 50 meter dik en bestaat uit kleisteen van mariene oorsprong. In de doel-aquifer kunnen diverse chemische reacties optreden, zoals ionenuitwisseling, oplossen en neerslag van calciumcarbonaat, oxidatie en reductie van pyriet, waarbij zware metalen kunnen vrijkomen en oxidatie van organische stoffen. Bij de ionenuitwisseling binden bijvoorbeeld de calcium-ionen met het aquifermateriaal en komt natrium vrij. Deze reacties beïnvloeden elkaar en kunnen een groot effect hebben op de effectiviteit van het ASR-systeem. Zo kan de neerslag van ijzeroxide leiden tot dichtslibben van de aquifer rondom het filter. De ongewenste chemische reacties zijn (deels) te voorkomen door het water te behandelen en zo de reactiviteit te beperken.

Door de relatief hoge temperaturen in Indonesië is het systeem ook gevoelig voor biofouling. Vandaar dat het verwijderen van zuurstof en nutriënten nodig is om dit te

Afb. 1: ASR schematisch weergegeven.



Afb. 2: Schematische weergave geochemische processen.



proces	oorzaak zuiveringsstap	risico	
dichtslibben/clogging	hoge concentratie zwevend stof	deeltjes verwijderen tot < 5 µm	frequenter doorspoelen, grotere druk benodigd voor injectie, afwisselend injecteren en onttrekken
biofouling	temperatuur zuurstof	verwijderen zuurstof	dichtslibben van de filter. Te verwijderen door toepassen van chloor
		nutriënten	verwijderen nutriënten
cat-ionenuitwisseling en neerslag resulterend in neerslag in de put of aquifer	ionenuitwisseling en neerslag van calciumcarbonaat, pyriet	verwijderen zuurstof	dichtslaan van de aquifer rondom de grondwaterput. Dit is (deels) te verhelpen door een zure omgeving te creëren

voorkomen³⁾. Tot slot kan de grondwaterput en filter dichtslaan door zwevend stof. De concentratie zwevend stof moet daarom zo laag mogelijk zijn (<0,01 mg/l).

De voorzuivering is ontworpen op het verwijderen van deeltjes (reductie concentratie zwevend stof) en het verwijderen van nutriënten, zuurstof en eventuele schadelijke verontreinigingen.

Op basis van de mogelijk geochemische reacties is de voorzuivering als volgt ontworpen (in volgorde van zuivering): een bassin voor de eerste verwijdering van deeltjes, dan een actief koolfilter voor de verwijdering van nutriënten, vervolgens toevoeging van natriumbisulfit (verwijderen zuurstof) en een cartridgefilter voor het verwijderen van deeltjes > 5µm.

Bron te injecteren water

Van de mogelijke bronnen van water is regenwater als meest kansrijk ingeschat. Dit betreft de opvang van regenwater op het fabrieksterrein, dat opgevangen wordt in een bassin. Omdat de regenbuien in Indonesië kort en hevig zijn, kan niet alle neerslag opgevangen worden. Afbeelding 3 laat de bergings-’efficiëntie’ zien als functie van het volume van het bassin. Te zien is dat bij een volume van 1.000 kubieke meter 90 procent van de neerslag opgevangen kan worden. Er is tien procent verlies, omdat het bassin vol raakt ten tijde van hevige neerslag en overloop optreedt. Om 100 procent van de neerslag op te vangen is ongeveer 5.000 kubieke meter nodig. Uit de analyse blijkt dat een bassin van 800 kubieke meter het meest (kosten)efficiënt is. Naast de overloop van het bassin zijn er nog verliezen door verdamping. In totaal kan 75 procent van de jaarlijkse neerslag worden geïnjecteerd bij een bassingrootte van 800 kubieke meter.

Financiële haalbaarheid

De Netto Contante Waarde van de investerings- en onderhoudskosten van de ASR is berekend op USD 0,81 per kubieke meter. Dit is relatief hoog, door de relatief lage capaciteit (31.500 kubieke meter per jaar die benodigd is voor de betreffende fabriek).

De kosten worden vooral bepaald door de voorzuivering. Bij grotere capaciteiten daalt

de prijs per kuub tot USD 0,19 per kubieke meter, bij een capaciteit van 900.000 kubieke meter per jaar.

Juridische aspecten

Er is geen specifieke wet- en regelgeving voor ASR (injectie en onttrekking) in Indonesië. Wel bestaat wet- en regelgeving voor onttrekking, en er wordt nu op beperkte schaal geëxperimenteerd met injectie. Voor locaties waar grondwateronttrekking niet is toegestaan, is ASR ook niet toegestaan. Op locaties waar door middel van een vergunning betaald moet worden voor de grondwateronttrekking (tot wel twee euro per kubieke meter), gelden deze kosten ook voor ASR-systemen (terwijl er feitelijk dus netto geen onttrekking plaatsvindt). ASR is juridisch niet mogelijk waar grondwateronttrekking niet is toegestaan. Daarnaast is het duurder dan alleen een grondwateronttrekking, daar waar grondwaterwinning wel mag worden toegepast.

Conclusie en vervolgstappen

Geconcludeerd wordt dat ASR technisch en financieel haalbaar is en goedkoper kan zijn dan conventionele grondwateront-

trekkingen (door belastingen op onttrekkingen). Dit vereist echter nog wel aanpassing aan de huidige wet- en regelgeving omtrent grondwater in Indonesië.

ASR levert een meerwaarde voor het duurzamer omgaan met de grondwater-vorraden en het terugdringen van de excessieve overexploitatie van grondwater in Jakarta.

Nestlé is voornemens om medio dit jaar te beginnen met de implementatie van ASR.

Robert Hoogeveen en Herman Mondeel (Witteveen+Bos)
Rien Dam (Deltares)
Niels Robot (Haitjema)

NOTEN

- 1) Deltares is met name betrokken geweest bij de juridische aspecten van ASR.
- 2) Appelo en Postma (2005). Geochemistry, groundwater and pollution 2nd edition.
- 3) Pyne (2005). Aquifer Storage Recovery, second edition.

Afb. 3: Efficiëntie in waterberging op jaarbasis.

