



Horizontaal gestuurd geboorde drains als onderdeel van de waterwinning

IR. P. APPELDOORN, TU DELFT

IR. M. WENSING, TU DELFT

PROF. DR. IR. C. VAN DEN AKKER, TU DELFT

Gemeentewaterleidingen Amsterdam (GWA) vult sinds 1957 het onttrekkingsoverschot van de Amsterdamse Waterleidingduinen aan met in Nieuwegein voorgezuiverd water uit de Lek. Van de totale onttrekking in de duinen, ongeveer 70 miljoen kubieke meter per jaar, wordt 40 procent teruggewonnen met inmiddels ruim vier decennia oude drains. De vraag is hoe deze in de toekomst zouden moeten worden vervangen met een minimum aan vergraving en natuurschade. Onderzoek hiernaar leverde twee alternatieven op: horizontaal gestuurd boren vanaf het maaiveld en horizontaal gestuurd boren vanaf een bouwkuip. De laatste optie lijkt het aantrekkelijkst: een minimale schade, beste kwaliteit van het filter en de laagste kosten bij grote totaallengte aan te vervangen drains. De methode is ook concurrerend ten opzichte van horizontale putten, met dezelfde kwaliteitsvoordelen. De methode is nieuw, zodat een proefproject noodzakelijk wordt geacht.

Door de jarenlange onttrekking van natuurlijk duinwater sinds 1853 in de Amsterdamse Waterleidingduinen tussen Zandvoort en Noordwijk raakte de zoetwaterbalans verstoord. In 1957 is begonnen met het kunstmatig aanvullen van het tekort. Dit moest leiden tot een natuurlijke kwaliteitsverbetering van het geïnfiltreerde water, een afvlakking van de schommelingen in de kwaliteit, voorraadvorming voor de levering van water tijdens calamiteiten en selectieve en permanente bijmenging van duinwater.

In het infiltratie- en winsysteem wordt het infiltratiewater over het duingebied verdeeld door middel van toevoersloten en geulen en middels kanalen en drains teruggewonnen. De drains liggen tussen de infiltratiegeulen en lozen het water op de winkanalen. De winning vanuit het tweede watervoerende pakket fungeert sinds 1957 als noodvoorziening.

De drains zijn destijds aangelegd door grote sleuven te graven. Vanwege de diepe ligging onder het maaiveld (zes tot acht meter) en de totale lengte van negen kilometer was de vergravingssschade groot. De huidige opvattingen en inzichten wat betreft ecologie en natuurbeheer staan niet toe dat een dergelijk systeem op dezelfde wijze kan worden aangelegd.

Alternatieven

Er zijn verschillende alternatieven voor drains, zoals verticale en horizontale putten (HOPU's). Hieraan kleven echter ook nadelen: vanwege de grote lengte aan drains is een groot aantal verticale putten benodigd. Horizontale putten zijn vanwege de beperkte filterlengte een dure oplossing. Gezocht is naar een oplossing met een gespreide wateronttrekking, een grote filterlengte en een zo beperkt mogelijke schade aan de duinvegetatie. Deze is gevonden in het horizontaal gestuurd boren van drains waarbij twee technieken interessant zijn: een boring vanaf het maaiveld en vanuit een bouwkuip.

Vanaf het maaiveld

Bij de boring vanaf het maaiveld wordt met behulp van een boorinstallatie, de zogenaamde rig, een drain in de ondergrond gelegd waarbij verstoring van het maaiveld alleen plaatsvindt bij het in- en uittreepunt (afbeelding 1). Allereerst wordt een stuurbuis geboord, welke het pad bepaalt van de drain. Tijdens het boren registreert een instrument ('steering tool'), dat direct achter de boorkop is aangebracht, de plaats van de boorkop. Deze meet de hellingshoek en de richting en staat in verbinding met een computer op het werk-

terrein. Het weggeboorde materiaal wordt met een boorspoeling teruggevoerd naar het intreepunt. De boorspoeling kan hergebruikt worden na het laten bezinken van het geboorde materiaal. Wanneer de stuurbuis aan de overzijde uit de grond is getreden, wordt hieraan een zogenaamde 'ruimer' bevestigd. Deze brengt het gat op de gewenste grootte. De boorspoeling heeft als functie het boorgat in stand te houden, de geruimde grond af te voeren en de boorkop te koelen. De laatste stap is het trekken van de buis in het boorgat. Voor wat betreft de toepassing in de Amsterdamse Waterleidingduinen is zo'n boring mogelijk over een afstand van 700 meter. Hiervan is 550 m geperforeerd en twee maal 75 meter blind (afbeelding 1). Het geperforeerde gedeelte bestaat uit een kunststof hogedichtheid polyetheen (HDPE) drain met een uitwendige diameter van 500 mm, voorzien van een binnendrain met een doorsnede van 250/292 mm, ommanteld met een filter. Door het aanleggen van een verzamelput wordt de drain in twee delen gesplitst met elk een lengte van 275 meter.

Vanuit een bouwkuip

Een horizontaal gestuurde boring is ook mogelijk vanuit een bouwkuip van 15 bij 15 meter. Hierin wordt de boorinstallatie direct op de gewenste diepte geplaatst. Allereerst worden in een kruisvorm damwanden geslagen en de bouwkuip gegraven. Na het gereedkomen van de bouwkuip wordt de boorinstallatie met behulp van een 35 tons kraan in positie gebracht. Vervolgens wordt een gat in de damwand gemaakt ter grootte van de boorkop. Achter de boorkop is een stalen boorbuis bevestigd met een doorsnede van 914 mm, waarin een HDPE drain van 315 mm zit. De stalen boorbuis bestaat uit losse segmenten van minimaal zes meter lengte die met een sluitsysteem met elkaar verbonden zijn. De drain wordt met behulp van flenzen in de juiste positie gehouden. De boorrichting wordt nauwkeurig bepaald door middel van een lasergestuurd richtsysteem. Het spoelmiddel voert het weggeboorde materiaal af (afbeelding 2). Nadat de gewenste afstand geboord is, kan het grindfilter gestort worden. Dit wordt door een vulpijp aangebracht, waarbij de kamers tussen de flenzen worden gevuld met het filtermateriaal. Tegelijkertijd met het storten van het filter wordt de stalen boorbuis teruggetrokken (afbeelding 2). Bij het terugtrekken van de boorbuis blijft de boorkop achter en is verloren. Tijdens het boren kan met behulp van een zeefanalyse de samenstelling van het bodemmateriaal worden vastgesteld. Per kamer kan de korrelgrootte van het filtermateriaal aangepast worden aan de samenstelling van de grond. De boorbuis kan worden gebruikt voor een volgende boring.

Nadat het filter is aangebracht, wordt de volgende drain aangelegd. Per drainstreng kan over een afstand van 300 meter geboord worden, zodat met twee boringen een totale lengte van 600 meter bereikt wordt.

De bouwkuip biedt de mogelijkheid in meerdere richtingen te boren. Het zo ontstane onttrekkingsstelsel, een horizontaal geboorde put (HOGEB-put) met strengen van 300 meter, concentreert de onttrekking van acht drains in één punt. In vergelijking met een horizontale put is de totale filterlengte aanzienlijk groter: 2400 meter voor de HOGEB-put tegen 720 meter voor de HOPU (boring in acht richtingen á 90 meter). Voor de Amsterdamse Waterleidingduinen betekent dit dat de capaciteit van de huidige drains mogelijk vervangen kan worden door vier horizontaal geboorde putten (afbeelding 3).

Het spoelmiddel

Voor beide technieken geldt dat het boren alleen kan indien het spoelmiddel de doorlatendheid van de bodem rondom het filter en de waterkwaliteit niet beïnvloedt. Het meest gebruikte middel bij boringen is bentoniet, een op klei gebaseerd spoelmiddel. Na het boren blijft echter een dun kleilaagje aan de buitenkant van het boorgat over, hetgeen de wateronttrekking belemmert. Het gebruik van een natuurlijk afbreekbaar spoelmiddel bestaande uit anionische polymeren is bij beide technieken mogelijk. Na twee tot drie weken is het middel afgebroken en beïnvloedt het de doorlatendheid van de bodem rondom de drain niet. Voor het spoelmiddel zal echter een verklaring van geen bezwaar voor waterwinning verkregen moeten worden.

Vergelijking boortechnieken

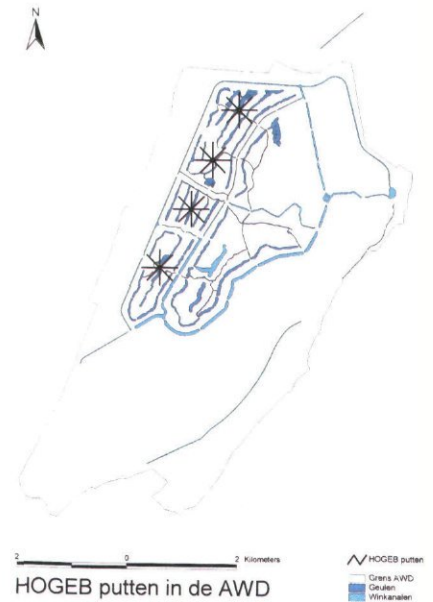
In tabel 1 worden de twee boortechnieken op een aantal punten met elkaar vergeleken.

Te zien is dat het ruimtebeslag van een bouwkuipboring aanmerkelijk geringer is dan bij een boring vanaf het maaiveld. Tevens wordt minder zwaar materieel gebruikt. De verstoring van het maaiveld lijkt in eerste instantie groter bij de bouwkuipmethode, maar de bereikbaarheid van het in- en uitpunt bij de maaiveld-variant vereist een stalen platenbaan in het duingebied voor zwaar verkeer dat tijdens het boren door het duingebied rijdt. Verder is te zien dat de boornauwkeurigheid van de bouwput methode groter is.

De kosten zijn voor de maaiveld boring gebaseerd op een boring over een afstand van 700 meter met een effectieve drainlengte van 550 meter. De prijs is exclusief de aanleg van een verzamelput. De prijs van de bouwkuipboring is gebaseerd op het boren van twee drains met een lengte van 300 meter, inclusief de kosten van 600 meter geperforeerde HDPE buis met een doorsnede van 315 mm. In eerste instantie lijken de kosten voor wat betreft de aanleg in het voordeel te spreken van de maaiveldboring. Hierbij kan echter opgemerkt worden dat de effectieve lengte en de diameter van de drain bij de bouwkuip methode groter is, zodat per drainstreng meer water onttrokken kan worden. De stalen boorbuis met een doorsnede van 914 mm kost eenmalig 495 duizend gulden. Hergebruik van de buis is mogelijk en zal de kosten bij meerdere boringen drukken. Het boren van meerdere strengen vanuit de bouwkuip levert bovendien een aanzienlijke reductie van transport- en graafkosten op ten opzichte van de maaiveld-techniek.

Duurzaamheid van het filter en regeneratie

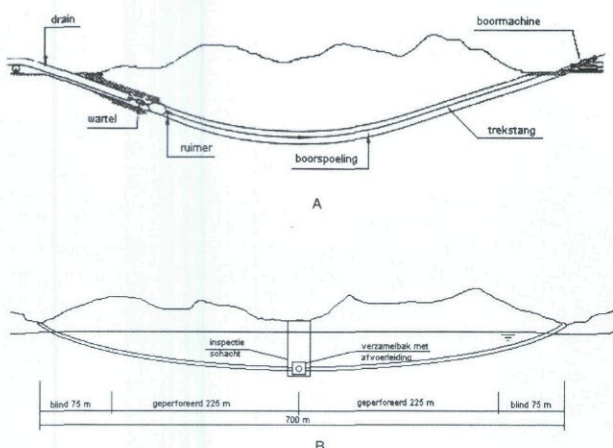
Verwacht wordt dat de levensduur van de drains bepaald wordt door de kwaliteit van het filter en niet door het materiaal waaruit de drain vervaardigd is. De drains die nu in de



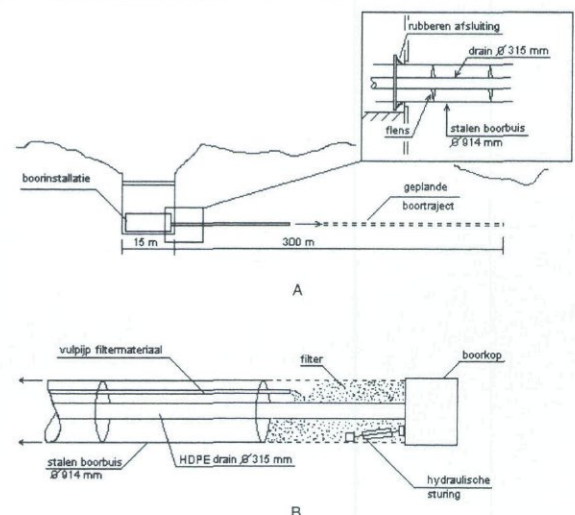
Afb. 3: HOGEB-putten in de Amsterdamse Waterleidingduinen.

Waterleidingduinen liggen, onttrekken al ruim 40 jaar water. In deze periode is geen onderhoud gepleegd en problemen ten aanzien van verstopping van het filter zijn nog niet geconstateerd. Dit is waarschijnlijk te danken aan de zorgvuldige wijze waarop ze zijn aangelegd: met de hand is rondom de betonnen buizen een drielaags filter aangebracht. Met de hierboven genoemde boortechnieken kan echter geen drielaags filter aangelegd worden. De maaiveldboring heeft een filter met een dikte van 100 mm bestaande uit polypropyleen vezels welke als een mat om de drain zijn gewikkeld. Met de bouwkuiptechniek kan een grindfilter van 300 mm dik worden aangelegd. Het filtermateriaal kan worden aangepast aan de samenstelling van het weggeboorde materiaal. Dit dikkere, aan de samenstelling van de ondergrond aan te

Afb. 1: Principe van de maaiveld-boring (A) en de voltooide kruising met verzamelbak (B).



Afb. 2: Principe van een bouwput-boring (A) en het aanbrengen van het filter (B).



passen filter, zal naar verwachting een grotere levensduur hebben dan het prefab polypropyleenfilter.

Onderzoek bij verstopping van horizontale putten bij een tweetal Duitse waterleidingbedrijven wees uit dat op putverstoppings-gevoelige locaties de verstopping bij horizontale putten kleiner is dan bij verticale putten. Verder is door het grote oppervlak van de filters de intredesnelheid bij horizontale onttrekking lager dan bij verticale putten en zijn de verlagingen meer gespreid en daardoor kleiner dan bij verticale putten. De gehalten oxiderende stoffen zijn hierdoor lager dan bij verticale putten, waardoor minder ijzeroxiden neerslaan. Deze voordelen gelden ook voor de drains. Voor het regenereren van horizontale

putten zijn twee technieken mogelijk, die ook toepasbaar zijn voor de geboorde drains. Ten eerste mechanische regeneratie waarbij water onder hoge druk in de drains wordt gespoten. De regeneratie-interval bedraagt voor HOPU's tegenwoordig anderhalf tot twee jaar. De andere techniek, chemische regeneratie met zoutzuur of citroenzuur, is in ontwikkeling. Mogelijk kan hiermee het regeneratie-interval verhoogd worden naar vier tot vijf jaar.

Hoe verder?

Het boren vanuit een bouwput is voor het vervangen van de gehele drainwinning in de Amsterdamse Waterleidingduinen de meest interessante oplossing wanneer de noodzaak zich zou voordoen. De mogelijkheid tot het concentreren van de winning middels

HOGEB-putten reduceert de graaf- en transportkosten. De bouwputmethode wordt financieel aantrekkelijker naarmate meer drains geboord moeten worden. Het grindfilter kan aangepast worden aan de samenstelling van de ondergrond en is naar verwachting duurzamer dan het prefabfilter van de maaiveldvariant. Aangezien er nog geen ervaring is met het boren van drains voor de waterwinning, waarbij altijd een langdurige onttrekking centraal staat, zal een proefboring uit moeten wijzen of het filter op de gewenste manier aangelegd kan worden, de boorspoeling daadwerkelijk volledig afgebroken wordt en geen restproduct achterlaat en de overlast voor het duingebied beperkt is.

Uit dit onderzoek is gebleken dat het HOGEB-systeem bij grote freatische onttrekkingen concurrerend is ten opzichte van horizontale putten. 

Tabel 1: Vergelijking van de twee boortechnieken

	maaiveld	bouwkuip
maximale effectieve filterlengte	550 meter	2400 meter (acht strengten)
ruimtebeslag boorinstallatie	2400 m ²	circa 625 m ²
gewicht boorinstallatie	250 ton	35 ton
verstoring maaiveld bij aanleg	in- en uitreepunt boring. Platenbaan voor bereiken van deze punten	graven bouwkuip van 15 bij 15 meter
nauwkeurigheid	horizontaal circa 5 meter verticaal circa 2 meter	circa 0.10 meter circa 0.10 meter
duur van de aanleg	3 - 4 weken	circa 11 weken (twee strengten)
kosten	1.200.000 gulden	1.660.000 gulden (twee strengten)

LITERATUUR

- Appeldoorn P en M. Wensing (2000). Toekomstscenario's voor de Amsterdamse Waterleidingduinen in 2030. Horizontaal gestuurd geboorde drains als onderdeel van de waterwinning. Gemeentewaterleidingen Amsterdam.
- Huisman L. (1985). Kunstmatige infiltratie in de Nederlandse duinen. H₂O nr. 3.
- Schrama E. en J. Kooiman (1999). Toepassing horizontale putten onder Nederlandse omstandigheden. Haalbaarheidsstudies: pompstation Laren (WMN) en winning rivierwater (WG). Kiwa Onderzoek en Advies. KOA 99.033.

advertentie

Uitzenden

Werving & Selectie

Detacheren

Interim Management

De meest actuele
milieu
ontmoetingsplaats op
internet

ECO-job bv
Frederik Hendriklaan 48
2582 BD Den Haag
Telefoon: 070-354 64 54
Fax: 070-351 43 08
E-mail: info@ecojob.nl

Regiokantoren: Groningen | Deventer



E C O J O B

MILIEUPERSONEEL

www.ecojob.nl