

# Hydrologen zorgen voor duurzaam gebruik van grondwater in India

**Sinds 2007 werkt Deltares samen met ICCO, TNO en de Indiase NGO Gram Vikas aan het project Barefoot Hydrologist. Het richt zich op het verbeteren van de drinkwater- en sanitatievoorzieningen in rurale gebieden in de staat Orissa in India. Het project wordt gefinancierd door bovenstaande organisaties en het ministerie van Buitenlandse Zaken. Gram Vikas werkt sinds 1994 aan verbetering van water- en sanitatievoorzieningen in rurale gebieden in Orissa. De aanpak kenmerkt zich door een duidelijke nadruk op vergroting van betrokkenheid en eigenwaarde van de lokale bevolking. Wat zijn de resultaten tot nu toe en hoe ziet de toekomstige rurale drinkwatervoorziening in India er uit?**

**H**et doel van de Nederlandse organisaties is Gram Vikas op weg te helpen met duurzaam waterbeheer. Zoals vele non-gouvernementele organisaties is ook deze organisatie opgericht door maatschappelijk opgeleide initiatiefnemers: een goede basis voor een organisatie die zich inzet voor armoedebestrijding, sociale gelijkheid van mannen en vrouwen en eerlijke kansen voor kastelozen. De opkomst van water- en sanitatieprogramma's brengt echter een nieuw dilemma met zich mee. Veel ngo's, zoals Gram Vikas, hebben zelf geen kennis over de ondergrond en watersystemen, terwijl enige basiskennis voor het slagen van deze programma's toch onontbeerlijk is. Steun vanuit de overheid is marginaal. Juist in gebieden zoals Orissa zullen de gevolgen van klimaatverandering bovendien een grote

impact hebben op voedselzekerheid en drinkwatervoorziening. In de afgelopen tien jaar is in de periode voorafgaand aan de moesson een significante grondwaterstanddaling gemeten van 0,23 meter. Deze daling is het gevolg van toegenomen droogte en hogere temperaturen in combinatie met menselijke ingrepen.

Een deel van Gram Vikas' staf is inmiddels opgeleid tot *barefoot* hydrologen: de kennis die zij opdoen, is sterk gericht op praktische aspecten van grondwaterbeheer. Ondersteuning van belangrijke beslissingen over het gebruik van grondwatervoorraden en inzicht in mogelijke beïnvloeding daarvan door menselijke activiteiten staan hierin centraal. Het doel is hen zelf onderbouwde beslissingen te laten nemen over locaties van nieuwe waterputten en toiletten, zonder dat deze

elkaar negatief beïnvloeden. Ook moeten ze zelf de drinkwaterkwaliteit kunnen controleren en beheren. Hiervoor is een meetkist samengesteld met alle gereedschappen voor eenvoudige monitoring van chemische en microbiologische waterkwaliteit en -kwantiteit. In vrijwel alle gevallen wordt hiermee voor het eerst de waterkwaliteit bepaald.

## Weinig data

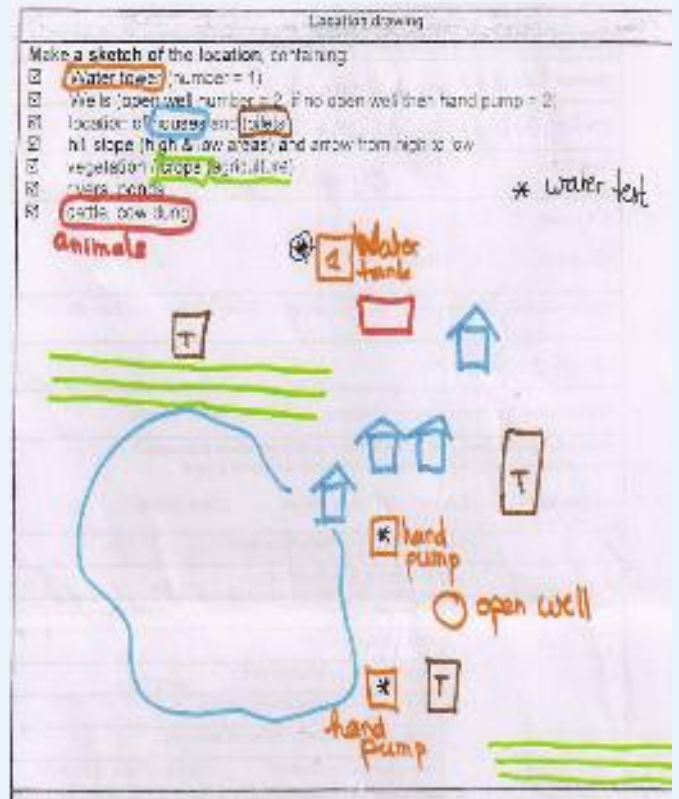
Al vanaf de eerste kennismaking in India werd duidelijk dat duurzame drinkwatervoorziening in India in alle aspecten verschilt van de ervaringen in Nederland. De staat Orissa met een oppervlak van 155.842 km<sup>2</sup>, circa vier maal zo groot als Nederland, grenst aan de Baai van Bengalen en kenmerkt zich door een oppervlak van hard gesteente (72%) en pakketten rivier- en kustsedimenten (28%). De precieze verbreiding van

*Een grote open put vormt vaak de watervoorziening in een dorp.*





De hydrologen in Dunguruguda.



geologische pakketten en het voorkomen van breuken is op lokale schaal niet gedocumenteerd. Er zijn daarnaast nauwelijks gegevens beschikbaar over de kwaliteit van het grond- en drinkwater.

Om een goed beeld te krijgen van de lokale situatie zijn tijdens de trainingen gebiedsgegevens verzameld uit eigen observaties in combinatie met de *barefoot* metingen. Drinkwaterwinning in de dorpen gebeurt met drie soorten putten: grote ondiepe, vaak open putten met een diameter tot circa tien meter, ondiepe boorputten met een handpomp en diepe boorputten met een elektrische pomp. De keuze van het soort put is sterk afhankelijk van wie de put aanlegt: de overheid kiest voor handpompen, Gram Vikas voor elektrische pompen die water vanuit de open put of boorput naar een watertoren pompen. Indien mogelijk kiest Gram Vikas voor op een helling gelegen putten waaruit onder vrij verval water wordt aangevoerd naar een lager gelegen watertoren. Ook de bereikbaarheid van de putlocatie, de beschikbaarheid van financiering uit fondsen of lokale arbeid, en de adviezen van wichelroedelopers spelen een belangrijke rol. Alles eigenlijk, behalve de grondwaterstand, mogelijke verontreinigingsbronnen, de geologische situatie en kennis over bestaande putten. Wat draagt Nederland hieraan bij?

Het demonstratieproject Campus richt zich op het in beeld brengen van de ondergrond van het kantoor- en woonterrein van Gram Vikas, de circa 140 hectare grote campus. Een belangrijk doel is om grondwater zichtbaarder te maken. Om een beeld te krijgen van de lokale geohydrologie werden grondwaterstanden, neerslag en verdamping

en grondwaterkwaliteit gemeten vanaf 2007 tot en met 2010. Daarnaast zijn geo-elektrische en elektromagnetische metingen uitgevoerd en aangevuld met veldobservaties. Ook is een digitaal hoogtebestand gebruikt, afkomstig van satellietbeelden, met een gridgrootte van circa 90 bij 90 meter.

De ondergrond van de campus is representatief voor gebieden met een ondergrond van harde gesteenten, waaruit een groot deel van India is opgebouwd. Onderzoek van het Indo-French Centre for Groundwater Research wijst uit dat de geologische ondergrond zeer heterogeen is, maar in grote lijnen bestaan de aquifers uit een gelaagd systeem met een kenmerkend verweringspatroon, van onder naar boven: niet verweerd gesteente (schist, gneiss, graniet) met incidenteel aanwezige diepe verticale breukstructuren, matig verweerde spleetrijke laag met een hoge doorlatendheid maar lage bergingscapaciteit én een sterk verweerde toplaag met hoge bergingscapaciteit maar lage doorlatendheid. Geofysische metingen bevestigen het voorkomen van dit gelaagde systeem binnen het campusterrein. Het meeste grondwater wordt aangetroffen op de grens van de toplaag en de spleetrijke laag, veelal op een diepte van minder dan 50 meter beneden maaiveld.

Om een verklaring te vinden voor verschillen in het gedrag van de grondwaterstand in de putten zijn met een waterdichte camera opnamen gemaakt van de binnenkant van de boorput. Opvallend daarin was de grote hoeveelheid wortels die vanuit de toplaag, net onder de PVC-beschermkoker, de put waren binnengedrongen, tot een diepte van

meer dan tien meter. Vermoedelijk zijn oorspronkelijke breuken in de spleetrijke laag door deze wortels dichtgegroeid, wat een sterke afname van grondwatertoestroming naar de put veroorzaakte. Het toont ook aan hoe belangrijk het is om de overgang van de koker naar het diepere, harde gesteente goed te cementeren. De camera toonde ook ijzerafzetting in de watertoevoerende breuken. Dit wordt veroorzaakt door het gehanteerde pompregime. Het is namelijk gebruikelijk om watertorens in korte tijd aan te vullen. Dat veroorzaakt tijdelijke sterke grondwaterstandverlaging met als gevolg ijzeroxidatie.

Belangrijk is het ook om bij het plaatsen van nieuwe putten een schone locatie te kiezen. Waterkwaliteitsmetingen in de diepe putten doen vermoeden dat de aanwezige breuken en wortelgangen snelle verbindingen kunnen vormen voor verontreinigd water vanaf maaiveld naar grote dieptes, waardoor we hoge concentraties nitraat (50-250 mg/l) en *E. coli*-bacteriën op deze dieptes hebben aangetroffen. Voor Gram Vikas was het ook een opmerkelijk gegeven dat natuurlijke bronnen vaak een betere waterkwaliteit bezaten dan de duur betaalde diepe boorputten. Deze natuurlijke bronnen liggen meestal in een helling met natuurlijke begroeiing.

### Hard water in Dunguruguda

Het dorp Dunguruguda is één van de locaties waar de hydrologen hebben geoefend met het zoeken van een locatie voor een nieuwe grondwaterput. De bewoners hadden daar problemen met het bereiden van dahl, waarschijnlijk als gevolg van een zeer hoge waterhardheid. De hydrologen leerden een schets te maken van de lokale situatie en de

waterkwaliteit in bestaande putten in het dorp te analyseren. Het dorp staat model voor wat we zagen in vele andere dorpen. Het dorp bevindt zich op een lichte helling. Tussen de huizen loopt vee, vindt opslag plaats van mest en zijn toiletten aangelegd met een open bezinkput, direct in contact met de ondergrond.

Het effect hiervan zien we terug in de metingen: water uit een handpomp bovenstrooms van het dorp bevat geen nitraat en heeft een lage EC van 335  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . De watertoren en de handpomp staan aan de rand van het dorp en grenzen aan een bosrijke helling, zonder landbouw of bewoning, een ideale schone locatie voor de nieuwe put. Benedenstrooms vertoont de diepe boorput duidelijke invloed van verontreiniging: een hoge nitraatconcentratie van 250 mg/l, ver boven de gezondheidslimiet van 50 mg/l (WHO) en een EC van 1210  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Aanvullend op een schone locatie is een goede installatie en afdichting van de put natuurlijk nodig om verontreiniging van bovenaf tijdens moessonperioden te voorkomen.

### Verzilting in Niladripur

In Niladripur lijkt de situatie meer op die in Nederland. Het dorp bevindt zich in het kustgebied, vlak langs een circa 1.200 m brede duingordel. De bevolking kreeg buikpijnklachten als gevolg van brak tot zout grondwater. Uit literatuur en waarnemingen is bekend dat het kustgebied bestaat uit een dik pakket zand en klei-afzettingen van voormalige transgressie- en regressieperioden. Het harde gesteente bevindt zich, door vroegere verschuiving langs een breuklijn parallel aan de kust, op grote diepte. De waterput van Niladripur is een open put met een diameter van zes meter en een diepte van 5,5 meter beneden maaiveld. Bij aanleg van de put was het grondwater zoet, maar na enkele jaren vond verzilting

van de put plaats en steeg het chloridegehalte van 650 mg/l in 2007 tot meer dan het dubbele in 2009. Helaas staat de put aan de rand van de duinen, dichtbij een kanaal, waar de zoetwaterlens dun is. Uit geofysische metingen weten we dat de zoetwaterlens ter plaatse waarschijnlijk een maximale dikte heeft van 30 meter.

Met Gram Vikas is besproken dat nieuwe putten in het midden van de duinenrij meer zekerheid biedt op zoet grondwater. Ook is besproken dat meerdere ondiepe putten, evenwijdig aan de kust, de voorkeur genieten boven een diepe put; de boorkosten zijn gelijk, maar de kans op het aantrekken van zout water wordt er sterk door verminderd. Dit is, zeker gezien toekomstige zeespiegelstijging en toenemende droogte, een belangrijke factor om rekening mee te houden. Deze langgerekte duingordel met een grotendeels natuurlijke begroeiing bezit uitstekend grondwater dat nauwelijks wordt gebruikt, omdat transport meestal een knelpunt vormt.

### Groeiende perspectieven voor toekomstige waterveiligheid

De afgelopen jaren is een begin gemaakt met het creëren van bewustzijn over het belang van bescherming van het beschikbare grondwater, zowel op het gebied van beschikbaarheid als de waterkwaliteit. Hoe gaat het nu verder? Naast de technische benadering van metingen en trainingen zijn contacten gelegd met onderzoeksinstituten, overheden en ngo's die zich in India met dit onderwerp bezighouden. In mei 2010 leidde dit tot een eerste brede bijeenkomst tussen deze waterorganisaties. Deze bijeenkomst over duurzame drinkwatervoorziening in Orissa was gericht op kennisuitwisseling en acties ten aanzien van duurzame water- en sanitatievoorzieningen in rurale gebieden.

Daaruit trokken de betrokkenen drie conclusies:

- Bestaande kennis zou veel meer gedeeld moeten worden, binnen de overheidsgelederen, maar ook met kennisinstellingen en ngo's;
- Monitoring van grondwaterkwaliteit en -kwantiteit is nodig voor een beter begrip van het natuurlijke systeem om daarmee waterveiligheid en waterbeschikbaarheid voor de toekomst te kunnen veiligstellen;
- Behoeft bestaat aan een georganiseerd forum om de samenwerking tussen de waterorganisaties, universiteiten, overheid en ngo's te versterken en kennis te kunnen uitwisselen.

Grondwaterbescherming en de relatie met drinkwater en sanitatie staat in India nog in de kinderschoenen. Zeker niet onbelangrijk hierbij is de uitgestrektheid en de sterke isolatie van veel rurale gebieden. Van vele waterputten is nog nooit een waterkwaliteitsmeting uitgevoerd en in de best bemeeten districten in Orissa (Ganjam en Koraput) is maximaal 15 procent van alle waterputten ooit de waterkwaliteit gecontroleerd. Er is dus nog een lange weg te gaan. Maar er gaat iets veranderen. De Wereldbank en de Europese Unie benadrukken de ernst van nitraat en biologische verontreinigingen en de gevolgen voor de toekomst. Bij Gram Vikas en de Indiase overheid komt grondwater en waterkwaliteit steeds hoger op de agenda te staan. Een goede basis voor samenwerking, met groeiende perspectieven voor toekomstige waterveiligheid en -zekerheid.

**Marijn Kuijper en Roelof Stuurman (Deltares)**

Afb. 1: Putwaterkwaliteit boven- en benedenstrooms van Dunguruguda.

