

# Barefoot Hydrogeologen in Odisha, India

Ongeveer 8 uur vliegen naar Delhi, dan een korte nacht en de volgende ochtend ca 2,5 uur doorvliegen naar Bhubaneswar aan de oostkust van India. Dan nog 5 uur rijden naar één van onze samenwerkingspartners: Gram Vikas, die we helpen bij het slaan van waterputten.

– *The words lie buried, Underneath the boulders of the mind* – (Varavara Rao, in *Captive Imagination*)



De bodemopbouw in het hardrockgebied. Van boven naar beneden: verweerd gesteente op boulderzone, op gespleten hardrock. De bodem is vaak kleilig verweerd, waardoor bij hevige neerslag interflow door de wortelzone naar lager gelegen gebieden plaatsvindt.

Tussen 2007 en januari 2011 legden wij deze route regelmatig af voor het Barefoot Hydrologist project. Dit richtte zich op het verbeteren van de drinkwater- en sanitatievoorzieningen in het landelijke gebied van de staat Odisha in India. Deltares werkte hierin samen met ICCO (een interkerkelijke organisatie voor ontwikkelingssamenwerking), TNO en de Indiase NGO Gram Vikas. Het werd gefinancierd door deze projectpartners en, ter ondersteuning van de millenniumdoelstellingen (MDG 7), door het ministerie van Buitenlandse Zaken.

### Projectdoel

Deltares is bij dit project betrokken geraakt om Gram Vikas de kennis te verschaffen voor duurzaam waterbeheer. Gram Vikas probeert watervoorziening en sanitatie te realiseren voor bijna 1000, vaak afgelegen, dorpen. Het is een organisatie die zich bezighoudt met thema's als armoedebestrijding, sociale gelijkheid van mannen en vrouwen, en eerlijke kansen voor dalits en kastelozen. Maar voor water- en sanitatieprogramma's is enige basiskennis over ondergrond en watersystemen noodzakelijk, iets wat Gram Vikas, zoals vele NGOs, niet bezit.

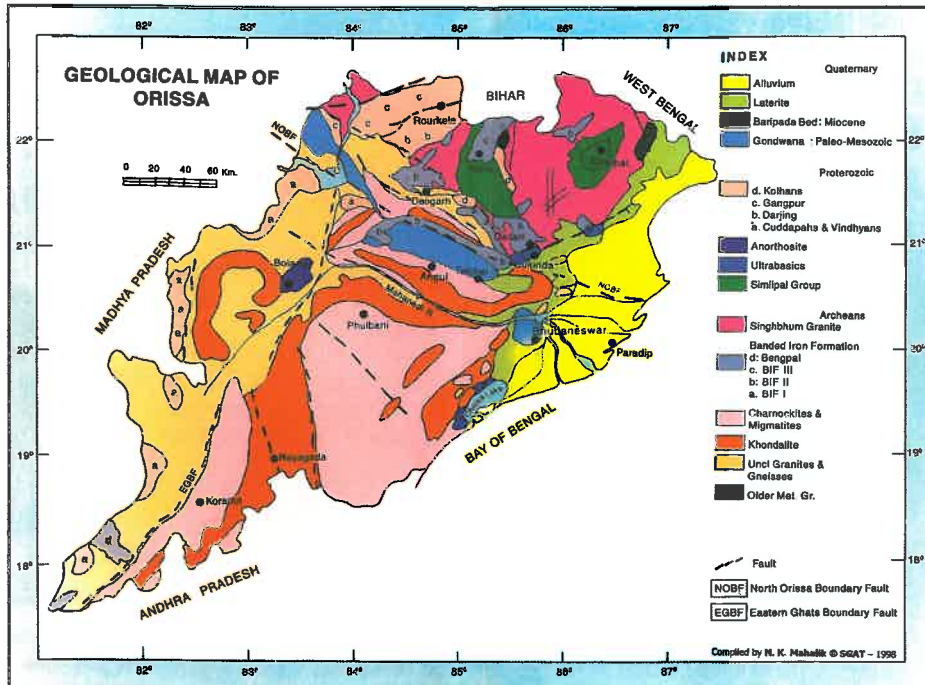
Onze bijdrage lag in het leveren van die basiskennis en het leggen van contacten binnen India. Een onderdeel hiervan was de opleiding van Barefoot-hydrologen: geschoolde NGO-medewerkers die de putlocaties uitkiezen, de putten beheren en toelieten aanleggen. Een belangrijk onderdeel was een tweedaagse bijeenkomst, "Safeguarding future rural drinking water supply in Odisha", waar alle belanghebbenden (overheid, NGO's, Unicef, kennisinstellingen) bij elkaar kwamen (verslag en andere info: <http://public.deltares.nl/display/BFH>).

### Odisha

Odisha, dat grenst aan de Golf van Bengalen, is één van de armste staten van India.



De geologische kaart van India



De geologische kaart van Odisha

Ongeveer 45% van de 36 miljoen inwoners leeft onder de armoedegrens (< 1 dollar/dag). De staat is 3,7 maal groter dan Nederland. De belangrijkste inkomstenbronnen zijn landbouw (rijst) en mijnbouw. De staat bezit een vijfde van de steenkool-, een vierde van de ijzererts-, een derde van de bauxiet- en bijna 100% van de chroomvoorraad van India. Door vrouwen en kinderen wordt er ook veel werk in de steengroeves verricht. Hier is de zogenaamde 'rode corridor', een langgerekt gebied aan de oostzijde van India waar (maoïstische) naxalieten een gewelddadige strijd voeren om de levensomstandigheden op het platteland te verbeteren. Gelukkig hebben ze het vooralsnog niet gemunt op buitenlandse waterdeskundigen.

Ongeveer 65% van de bevolking heeft geen toegang tot veilig drinkwater. Dit heeft o.a. grote invloed op kindersterfte. In India sterven per jaar ca. 400.000 kinderen onder de 5 jaar aan diarree. In Odisha bezit minder dan 15% van de bevolking op het platteland een toilet. Tijdens de moesson valt hier in ca. drie maanden 1500 mm neerslag. De rest van het jaar is het droog. De jaarlijkse verdamping is ca. 2500 mm. De grondwateraanvulling wordt geschat op 100-150 mm/jaar, maar deze getallen zijn erg onzeker. Het meeste regenwater stroomt in de regenperiode naar zee.

### Een uitdaging

India is niet gezegend met goed doorlatende watervoerende lagen zoals in Nederland. Het grootste deel van het land bestaat uit weinig grondwater bevattende vulkanische

of metamorfe gesteenten. Alleen langs de kust en in het noorden komen watervoerende sedimentaire afzettingen voor. Deze worden dan ook overmatig gebruikt, met verzilting en enorme dalingen van de grondwaterstand als gevolg. Ongeveer driekwart van het oppervlak van Odisha bestaat uit gneis, graniet, anorthosiet, een kwart uit pakketten rivier- of kustsedimenten. Er zijn enkele grote breuksystemen, o.a. bij Taptapani waar een heilige warmwaterbron is. De geologie is niet op lokale schaal gedocumenteerd en er zijn nauwelijks gegevens beschikbaar over grondwater en drinkwaterkwaliteit. Een uitdaging dus om met zo weinig gegevens een basistraining te verzorgen voor Barefoot-hydrogeologen.

### Keuze van de put

In de dorpen worden drie soorten putten geslagen: ondiepe, vaak open, putten met een diameter tot circa 10 meter, ondiepe boorputten met een handpomp en diepe boorputten met een elektrische pomp. De overheid kiest meestal voor handpompen; Gram Vikas voor elektrische pompen: het water wordt vanuit de boorput naar een watertoren gepompt. Als de gegraven waterput hoger ligt, dan kan het water onder vrij verval naar de lager gelegen watertoren stromen. Vele zaken spelen een rol bij de putaanleg – bereikbaarheid, financiering – alles behalve relevante zaken als de grondwaterstand, mogelijke verontreinigingsbronnen, de geologische situatie en toekomstige druk door menselijke en klimatologische veranderingen. De putlocatie wordt meestal door wicelroedelopers aangewezen.



## Hard gesteente en weinig grondwater

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 diepe verticale breukstructuren;
- Matig verweerde spleetrijke laag ('fissured layer') met een hoge doorlatendheid, maar lage bergingscapaciteit. Deze doorlatendheid neemt met de diepte snel af, waardoor grondwaterverlagingen bij onttekingen vaak exponentieel toenemen;
- Sterk verweerde toplaag ('saprolite layer') met hoge bergingscapaciteit, maar lage doorlatendheid.

Het meeste grondwater wordt aangetroffen op de grens van de toplaag en de spleetrijke laag, veelal op een diepte van minder dan 15 meter, maar altijd ondieper dan 50 meter. Traditioneel gegraven putten gaan tot deze laag. De overheid boort vaak ongeveer 25 meter diepe putten in deze laag. Gram Vikas boort meestal veel dieper, tot 100-125 meter, bijna altijd op advies van wichelroedelopers. Het vertrouwen in hydrogeologen is nihil. Vaak worden deze zeer diepe boringen doorgezet tot diep in het onverweerde, spleetloze gesteente omdat dat de opdracht was of op advies van de wichelroedeloper. Hiermee gaat veel geld verloren. Wij zouden dan ook graag aantonen dat het opgepompte water uit de bovenste zone afkomstig is. Dan zouden er voor hetzelfde geld tweemaal zoveel dorpen van grondwater kunnen worden voorzien.

## Geen boorbeschrijvingen

Ondanks honderden boringen is er weinig bekend over de ondergrond. Boorresultaten



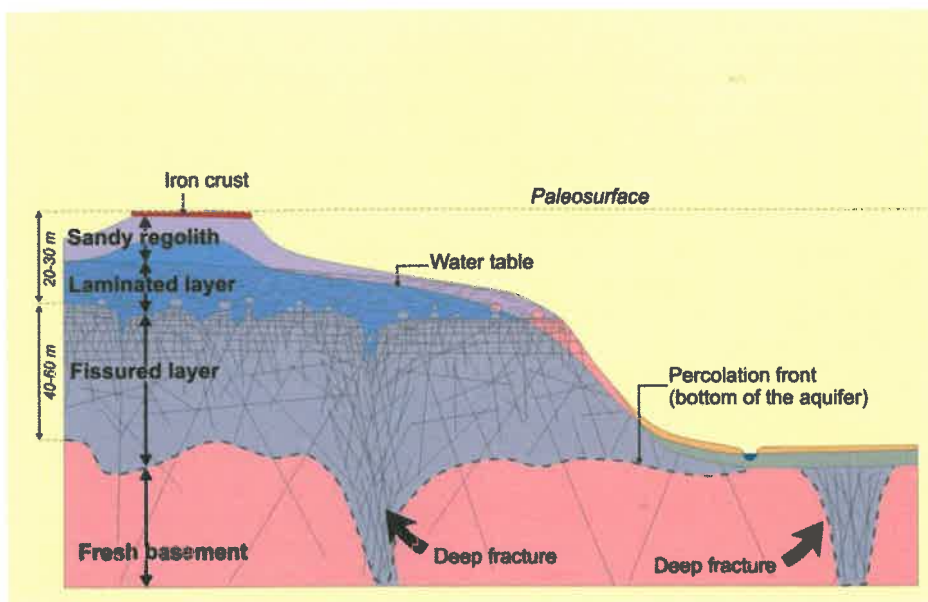
Een waterbemonstering van een waterput op strand. De waterput wordt gebruikt door de bewoners uit het vissersdorp dat is gebouwd op het hogere deel van het strand.

worden bijna nooit beschreven, bestudeerd of opgeslagen. Wij proberen daar verandering in te brengen, want een groot deel van de geboorde waterputten produceert direct of kort na oplevering weinig water. Wij hebben tijdens ons laatste bezoek een onderwatercamera meegeezeld naar Odisha. Daarmee konden wij tot 100 meter onder het grondwaterniveau de boorput inspecteren en beschrijven. Alleen de bovenste 10 tot 15 meter van de putten hebben een pvc-casing (het verweerde traject). Daaronder hebben we het gesteente kunnen bestuderen, zoals het aantal en de toestand van

wateraanvoerende spleten. Een van de putten bleek volledig dicht te zitten door boomwortels die precies op de overgang van de pvc-casing met het harde gesteente de buis in waren gegroeid. Een goede (gecementeerde) aansluiting had dat kunnen voorkomen. Wij konden ook zien dat veel spleten waren gesedimenteerd met ijzerafzettingen. Wij vermoeden dat dit te maken heeft met een ondeskundig ontwerp en gebruik van de put. Het is namelijk gebruik om watertoren in een korte periode aan te vullen. Daardoor zakt het waterniveau tijdelijk zeer snel, waardoor de hogere spleten droogvallen en het uittredende ijzerrijke grondwater kan oxideren. Omdat het aantal en de grootte van spleten met de diepte snel afnemen, kan dit grote gevolgen hebben voor de toekomstige putcapaciteit. Onder deze omstandigheden is het beter om gedurende een langere periode minder water op te pompen, zodat de verlaging minder wordt.

## Zeldzame elementen

In het kustgebied lijkt het op het eerste gezicht eenvoudiger om grondwater te winnen. Het is in hoofdstructuur vergelijkbaar met Nederland: jonge duinen, strandwallen, strandvlakten en recent verlande of nog actieve getijde-inlaten. Alleen het veen ontbreekt en de strandwal-duinzone is relatief smal en kwetsbaar voor hoog water als gevolg van de regelmatig optredende hurricanes. Het land achter en tussen de strandwallen kan bij stormvloed plaatselijk overstromen. De zandafzettingen (afkomstig uit het vulkanische achterland) zijn vaak kalkarm, maar leveren, gelukkig voor Odisha maar helaas voor de kustgeomorfo-



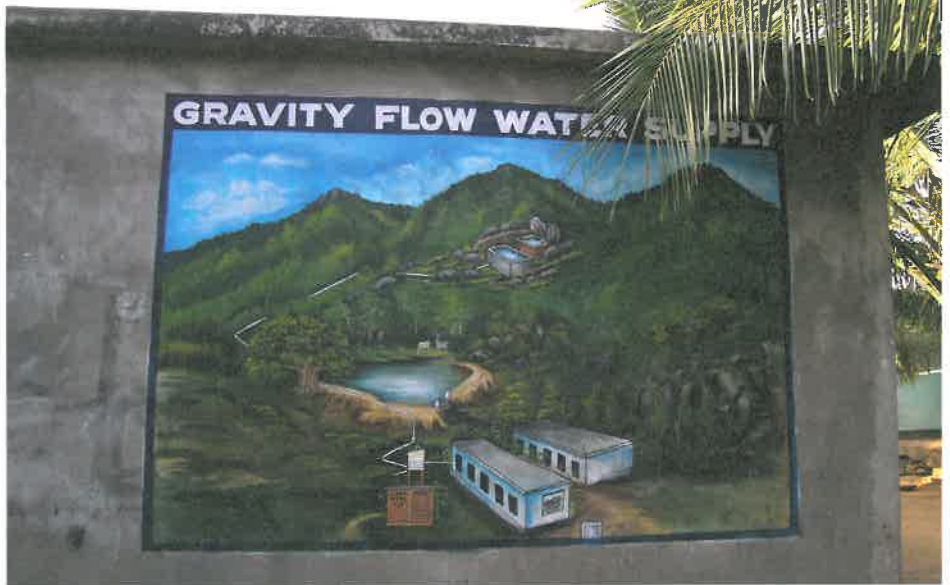
Een schematisch hydrogeologisch profiel voor het hardrockgebied | bron: Indo-French Centre for Groundwater Research/brgm



logie, de ecologie en kustbescherming, ook zeldzame elementen op. Hier worden, niet belemmerd door MER-procedures, ca. 100.000 ton/jaar ilmeniet (ijzertitaniumoxide), en kleinere hoeveelheden rutiel (titaniumoxide), granaat, sillimaniet (aluminiumsilicaat) en monaziet (cesium-, thorium- of uraniumhoudend fosfaat) gewonnen. Recentelijk heeft Toyota besloten om gezamenlijk met Indiase partners de monazietproductie op te voeren. Monaziet wordt vooral gewonnen voor zijn uranium- en thoriumgehalten. Deze langgerekte gordel van relatief smalle duinen en strandwallen is zeer geschikt voor grondwaterproductie. Tot nu toe wordt ze echter alleen plaatselijk gebruikt in kleine dorpjes. Ook op het strand bevinden zich waterputten in de vissersdorpen.

### Verziltende zoetwaterlenzen

Helaas wordt, ondanks de gunstige grondwateromstandigheden, ook hier, in het kustgebied, de watervoorziening bemoeilijkt door tradities en onbetrouwbare adviezen van wichelroedelopers. Net als in Nederland zijn deze duinwatersystemen kwetsbaar voor verzilting. Door de toenemende zoetwatervraag wordt dan te veel water uit een enkele (open) ondiepe, gegraven waterput betrokken. In één put steeg het chloridegehalte binnen een jaar van ca. 700 naar ca. 1800 mg/l. Ons advies luidde om meerdere ondiepe putten op veilige afstand langs de waterscheiding aan te leggen. Hier is de zoetwaterlens het dikst zodat er genoeg water gewonnen kan worden zonder verzilting. Maar dat advies bleek niet opgevolgd. Er waren twee 20 meter diepe putten geboord bij een in



**Gram Vikas maakt graag gebruik van hoog boven dorpjes gelegen bronnen of beekbeddingen. Hier worden waterputten gegraven, waaruit onder vrij verval, zonder gebruik van elektriciteit, het water via een buis naar de bij het dorp gelegen watertoren kan stromen.**

het duin aanwezige Hindoetempel waar al twee schoon water producerende putten waren en waar de overheid ook nog twee 25 meter diepe boorputten gezet had. Je kunt zitten wachten op verzilting door upconing.

Een vergelijkbaar probleem was in een nabij gelegen dorp op een strandwal. Wij schatten dat de zoetwaterbel hier midden op de strandwal 30-40 meter dik is. Hier werden ca. 100 meter diepe grondwaterputten op een door een wichelroedeloper aangewezen locatie geplaatst. Niet hoger op de strandwal, maar vaak juist aan de rand omdat zich

daar voor de wichelroedelaars zichtbaar open water bevindt. Op deze strandwallen is het goedkoper en duurzamer om ondiepe putten te graven of te boren in zones waar het maaiveld niet vervuild wordt.

### Verslechtering door verbetering

Hopelijk wordt bovenstaande niet negatief geïnterpreteerd. Er is door de overheid en Gram Vikas veel bereikt. Veel tribale dorpen hebben nu een grondwaterput. Ook al zijn ze vaak verontreinigd, ze produceren altijd beter water dan het oppervlaktewater dat eerder werd gebruikt. Helaas is er een nieuwe bedreiging: sanitatie! In veel ontwikkelingsprogramma's wordt aandacht geschonken aan zowel drinkwatervoorziening, als de aanleg van toiletten. Deze twee zaken worden meestal niet op elkaar afgestemd. De focus ligt op zoveel mogelijk geïnstalleerde systemen: kwantiteit voor kwaliteit. Bij toiletten wordt meestal gebruik gemaakt van beerputten, waarbij het toiletwater kan uitzakken naar het grondwater. Omdat (verweerde) graniet geen organische stof bevat en de grondwaterstand meestal diep ligt wordt de urine geoxideerd tot nitraat waardoor wij vaak zeer hoge nitraatgehalten in het drinkwater vonden. Omdat de verweerde ondergrond vaak zeer goed doorlatend is kunnen ook bacteriën makkelijk de waterput bereiken. Helaas hanteert men niet de simpele vuistregel dat drinkwaterputten altijd stroomopwaarts van toiletten moet worden geïnstalleerd. Mede daarom troffen wij veel putten aan met bacteriologische en nitraatvervuiling. Wij hopen dat onderzoek en bewustwording hier een verbetering in aan zal brengen.



**Handpompen die gebruikt worden door de overheid van India.**

Roelof Stuurman en Marijn Kuijper