

LESSONS LEARNED: 'GRONDWATER ALS SLUIPMOORDENAAR'

door ing. G.J.M. Janssen en A.W. Vos, Fugro Ingenieursbureau BV

Water in grond zorgt niet zelden voor verrassingen. Tenminste, we worden er in de praktijk vaak door verrast terwijl dat misschien niet nodig was. Er kan met het meten, interpreteren en gebruiken van grondwaterstanden, stijghoogten en waterspanningen veel mis gaan.. Dat is voer voor geotechnici en hydrologen en last but not least voor de pers. Hierover publiceren is vaak lastig, zeker wanneer het stadium van bekvechten en juridische procedures nog niet is gepasseerd en de onderste steen het liefst nog dieper wordt begraven dan wordt bovengehaald...

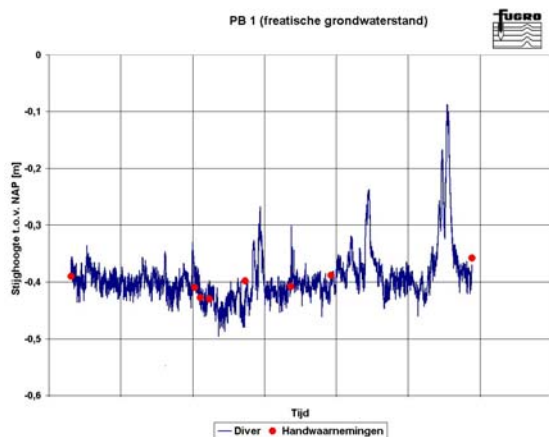
Naast een wat algemene kenschets van herkenbare misverstanden en misinterpretaties wordt een aantal sprekende voorbeelden gegeven. Hierbij is een onderverdeling gemaakt in freatisch grondwater en spanningswater (stijghoogten en waterspanningen).

Freatisch grondwater

Over freatisch grondwater kunnen op veel manieren misverstanden ontstaan. Soms heeft dit alleen consequenties die ongemakkelijk zijn zoals een groter waterbezwaar dan verwacht bij de bemaling van een bouwput of een kleinere ontwateringsdiepte in een nieuwbouwwijk dan waarvan was uitgegaan in het ontwerp. Vaak zijn de consequenties echter meer dan alleen ongemakkelijk. Ernstiger gevolgen zijn het overschrijden van een vergunningplicht, het onder water lopen van verdiept gelegen bouwdelen of het bezwijken van damwanden.

Waarnemingen van grondwaterstanden

Vaak is op constructietekeningen 'de' grondwaterstand vermeld. Deze is meestal gebaseerd op een mededeling van de Gemeente of informatie uit de omgeving. Of deze is vastgesteld tijdens het grondonderzoek met een peiling in een boorgat waarin de grondwaterstand al dan niet een stabiele eindwaarde heeft bereikt. Soms wordt ook in het gat van een sondering de grondwaterstand gepeild. Dit gat is echter in de regel zo diep, dat deze meerdere lagen aansnijdt en je de vraag moet stellen of die waarneming überhaupt nog ergens representatief voor kan zijn. Wanneer zo'n eenmalige waarneming gebruikt wordt voor het berekenen van verticaal evenwicht van de constructie of van de horizontale stabiliteit van een damwand kan het behoorlijk fout gaan. De oplossing hiervoor moet in ieder geval gezocht worden in het credo 'meten is weten'. Veel Gemeenten hebben een eigen peilbuisnet of DINO van TNO-NITG biedt uitkomst. Zijn er geen peilbuiswaarnemingen beschikbaar in de buurt van de locatie, dan is het verstandig vroegtijdig zelf te voorzien in peilbuizen en daarin regelmatig te meten. De volgende vraag is dan echter: hoe frequent is doelmatig?



< 1: Figuur 1: De belangrijkheid van de meetfrequentie geïllustreerd >

Je wilt beschikken over een langjarige reeks om daaruit gemiddelde en gemiddeld hoge en lage waarden te kunnen afleiden. Daarmee heb je niet met zekerheid inzicht in de hoogste en de laagste waarden (want die moeten nog komen...). Om hier toch een redelijke schatting voor te maken kunnen simpele statistische bewerkingen op de reeks worden toegepast of zijn tijdreeksanalyses nodig op basis waarvan voorspellingen gedaan kunnen worden. Hiervoor bestaan verschillende methoden (discrete Box-Jenkins, continu PIRFICT transferruis-model) die gebaat zijn bij een meetinterval dat is toegespitst op dat wat je meet. Met een Kalman-filter, waarmee het modelinterval wordt losgekoppeld van het meetinterval, is ook dat niet nodig maar daarover zijn de geleerden het nog niet eens. Duidelijk is in ieder geval dat wanneer je in het geval van figuur 1 alleen beschikt over de handwaarnemingen, je relevante pieken mist. De beste tool voor de dagelijkse praktijk om input voor rekenmodellen te genereren blijft toch het gezond verstand. De 'roze bril' blijft bij voorkeur in de koker.

Case 1: Terrasverzakking door hoge grondwaterstand?

In een nieuwbouwwijk zijn waterpartijen aangelegd voor het woongenot. De vijvers staan met elkaar in verbinding en hebben verschillende peilen die in stand worden gehouden met behulp van stuwen, uitgevoerd in houten damwand. Bij een woning die grenst aan een stuw is het terras, dat omsloten is door een muur, na enige tijd op meerdere plaatsen verzakt met 0,5 tot 1,0 m. Aan de buitenzijde van de terras- c.q. kademuur (benedenstrooms van de stuw) ligt een grote hoeveelheid zand.



< Figuur 2: De situatie van case 1 >

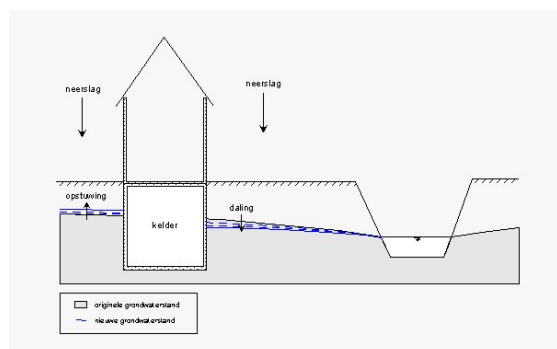
Dat het aangetroffen zand onder het terras vandaan komt is snel duidelijk. Het zand kan zijn weggespoeld door de beperkte lengte van de stuw, die bij de hoek van het terras stopt. Het water kan hierdoor om de stuw en onder het terras door stromen en daarbij zoveel zand meenemen dat het terras verzakt. Een andere oorzaak is het regenwater op het terras. Dat wordt niet afgevoerd via een riolering, maar kan zich in de zandlaag onder het terras verzamelen. Dit leidt tot een hoge grondwaterstand waardoor het zandtransport, in combinatie met de te korte damwand, kan zijn veroorzaakt.

De berekende grondwaterstand

Soms is de input van rekenmodellen afhankelijk van de output van weer andere modellen. Bijvoorbeeld de grondwaterstand die aan de buitenzijde van een damwand wordt berekend als gevolg van de bemaling binnen de damwand. De keuze van hydrologische parameters is dan zeer bepalend voor het effect van die bemaling op de freatische grondwaterstand. Als voor de damwandberekening rekening gehouden wordt met een forse invloed van de bemaling, en die blijkt in de praktijk er niet te zijn, resulteert dit in onvoldoende veiligheid van de damwand en tot de noodzaak van een zwaarder profiel of een geohydrologische ingreep

De beïnvloede grondwaterstand

Ook als we wel goed inzicht hebben in de bestaande grondwaterstand zegt dit nog niets over de toekomstige situatie. Door allerlei omstandigheden (geohydrologisch, meteorologisch en waterhuishoudkundig), maar ook door bijvoorbeeld een bouwwerk zelf, kan de grondwaterstand worden beïnvloed. Door dit laatste geval bijvoorbeeld, de zogenaamde barrièrewerking, kan aanzienlijke wateroverlast rond en in het bouwwerk ontstaan. Dit is een bekend verschijnsel waaraan nog te vaak weinig of geen aandacht wordt besteed. Het achteraf oplossen van een dergelijk probleem is altijd vele malen duurder dan het probleem (eenvoudig) voorkomen.



< Figuur 3: Barrièrewerking van ondergrondse bouwdelen >

Grondwaterstanden zijn te beheersen. Soms maakt een beheerssysteem onderdeel uit van het constructieve ontwerp. Dit houdt dan wel in dat de grondwaterstand ook in de toekomst beheerst moet worden. De initiatiefnemer of bouwer van een project zijn over het algemeen niet dezelfde als diegene die het werk vervolgens in exploitatie neemt of beheert. Hierdoor gaat er door onbekendheid met het ontwerp door bijvoorbeeld een slechte overdracht of onvoldoende instructies, nogal eens wat mis bij diepdrainages en ondergrondse bouwdelen volgens het polderprincipe. Bijvoorbeeld door uitvallen van de (onvoldoende beveiligde) installatie of gebrekkige controle en onderhoud aan de installatie. De gevolgen kunnen variëren van wateroverlast tot constructieve schade.

Spanningswater (Stijghoogten en waterspanningen)

De problematiek met betrekking tot stijghoogten van (dieper) grondwater is in veel gevallen analoog aan die met betrekking tot grondwaterstanden. Ook hier geldt '1 waarneming is geen waarneming' en dat met gezond verstand, ondersteund door modelmatige analyses, een goede inschatting gemaakt moet worden van de aan te houden maatgevende waarden. In een aantal opzichten onderscheidt de problematiek van de stijghoogte zich ten opzichte van de grondwaterstand

Grondwaterstanden worden veelal sterk beïnvloed door beheerste open waterpeilen. Stijghoogten van dieper grondwater kunnen onder invloed staan van rivierwaterstanden en/of van getijde. Rivierwaterstanden kunnen een zeer grote variatie vertonen door neerslagvariaties in het stroomgebied maar ook doordat ze in meer of minder open verbinding staan met de Noordzee. De variatie in de stijghoogte die hierdoor ontstaat ontdek je niet of alleen bij toeval met een 'standaard' meting van twee keer per maand (TNO-NITG-cyclus).

Continue meting, bijvoorbeeld met behulp van dataloggers, gedurende een voldoende lange tijd om naast de dagelijkse variatie ook de seizoensfluctuatie waar te nemen, biedt daarvoor uitkomst. Dit inzicht is nodig voor het beoordelen van de noodzaak van spanningsbemaling en de stabiliteit van waterkeringen. Bijvoorbeeld het mechanisme van opdrijven zoals met de praktijkproef van Bergambacht succesvol is aangetoond en piping (zie voorbeeld van case 2). Het gebruik van voorspellingsmodellen is hierbij onontbeerlijk omdat de risico's vaak vele malen groter zijn dan bij misinterpretaties van grondwaterstanden.

Case 2: Dijkdoorbraak waterbassin in glastuinbouwgebied

Ten behoeve van de glastuinbouw worden veel waterbassins aangelegd. In dit geval betreft het een zeer groot bassin, dat is gecreëerd door ontgraving onder maaiveld en door de aanleg van een ringdijk. Het bassin, met een nuttige inhoud van 137.000 m³, is echter nooit geheel gevuld geweest. Tijdens het voor de eerste maal vullen van het bassin is 's nachts, op het moment dat het bassin bijna geheel gevuld was, de ringdijk doorgebroken. De waterschade bij de omliggende percelen en kassen was aanzienlijk.



< Figuur 4: Foto van gat in de dijk om het bassin >

De oorzaak is in eerste instantie waarschijnlijk een lek in de bekleding van het talud geweest. Dit leidde tot piping door de dijk die was opgebouwd uit zand. Mogelijk is de piping geïnitieerd of bevorderd door een drainageleiding of één van de aanwezige persleidingen in de ringdijk. Door het steeds groter wordende verval over de dijk tijdens het vullen, heeft dit vervolgens geleid tot een progressive collapse. De vraag is of de betrouwbaarheid van de bekleding van het talud nu werkelijk het probleem is geweest, het is maar een onderdeel van de faalmechanismen, die tijdens het ontwerp een rol spelen. Ook met een lekkende bekleding zou de ringdijk de belasting van het water en de mogelijke stroming van het water door de dijk, hebben moeten kunnen weerstaan.

Het niet of niet tijdig onderkennen van de noodzaak van spanningbemaling kan opbarsten van een bouwput veroorzaken die daardoor in het ergste geval onherstelbaar beschadigt. In het gunstigste geval is er alleen sprake van overmatige welvorming en zijn de consequenties, afgezien van financieel, van geohydrologische aard -veel hogere waterbezwaren omdat de stijghoogte tot onder ontgravingsniveau verlaagd moet worden- en van bestuurlijke aard –er is nu mogelijk sprake van vergunningplicht ingevolge de grondwaterwet.



<Figuur 5: Door tijdig een stalen buispaal over de wel aan te brengen kon hier erger worden voorkomen>

Door het aanbrengen van een belasting op pakketten met spanningswater, zullen de waterspanningen toenemen. Dit kan gevolgen hebben voor de stabiliteit van de omgeving en is dan bijzonder interessant wanneer dat nabij een primaire waterkering gebeurt zoals hierna geschetst in case 3.

Case 3: Dijkverzakking nabij stortplaats

Een oude dijk die onderdeel uit maakt van de primaire waterkering, vertoont grote scheuren en lokale verzakkingen van het binnen- en buitentalud. Nabij de dijk bevindt zich een stortplaats die in de loop der jaren is uitgebeid en verhoogd. Hierdoor zijn de verticale belastingen op de ondergrond aan de binnenzijde van de dijk toegenomen.



<Figuur 6: Foto van scheuren in primaire waterkering >

De verticale belastingen en de aanwezigheid van een waterdicht folie onder de stortplaats hebben een toename van de waterspanningen onder de stortplaats veroorzaakt. Bovendien is hierdoor het grondwater horizontaal afgestroomd richting de dijk. Uit metingen blijkt dat de freatische

grondwaterstanden in de dijk sterk verhoogd zijn en sterk fluctueren, hetgeen de stabiliteit van de dijk nadelig beïnvloedt. De problemen zullen hier waarschijnlijk verder toenemen omdat het voornemen bestaat om de stortplaats verder te verhogen.

Lesson learned

Welke lessen trekken we uit de enorme dosis ervaring van onze geotechnische en geohydrologische experts in Nederland, want daar was het op de Geotechniekdag 2003 en in dit artikel toch om begonnen:

- Hoewel verrassingen onvermijdelijk blijven, moet je toch minimum eisen stellen aan de basisinformatie voordat je een ontwerp kunt maken. Anders wordt het Russische roulette (gaat 5 van de 6 keer goed);
- Ontwerpen is een wedstrijd. Er is in toenemende mate sprake van ‘competitive engineering’: de goedkoopste/snelste/slimste/beste? variant wint en meestal in genoemde volgorde. Elke ontwerpbeslissing heeft consequenties voor de risico’s die je loopt. Een vuistregel zou kunnen zijn: liever een taai ontwerp dan een bros/kwetsbaar ontwerp;
- Het is verstandig om vooraf wat scenario’s uit te werken (‘What If’) en te bedenken of het belangrijk is om tijdens het proces te weten in welke situatie je terecht bent gekomen en te voorzien in adequate monitoring;
- Grondwater laat zich niet, of veel minder dan grond, beperken door de grenzen van de projectomgeving. Het invloedsgebied is groter dan dat. Daarnaast is grondwater zo mogelijk nog minder voorspelbaar dan grond.

Als uitsmijter kreeg ik van een collega de zogenaamde ‘tiendenregel’ mee (omgezet naar Euro’s werkt die ook:) Een probleem oplossen kost, afhankelijk van de fase waarin je verkeert, steeds een factor 10 meer dan de voorgaande fase:

- Voorontwerpfase : 1 eurocent
- Ontwerpfase : 1 dubbeltje
- Uitvoeringsfase : 1 euro
- Gebruiksfase : 10 euro

Ergo: wat extra nadenken over het ontwerp kan in het algemeen geen kwaad en betaalt zich al snel terug.