

Hoe ver moet de dijkbeheerder gaan met kwelcontrole?

Tijdens de recente rivierhoogwaters van 2011 en 2012 zagen de dijkspecteurs van waterschap Vallei en Veluwe kleine zandmeevoerende wellen in sloten op 100 tot 300 m van zowel de Grebbedijk als de IJsseldijk. De vraag is of deze wellen bij toenemende waterstanden een verhoogd risico op piping betekenen. Het waterschap heeft dit onderzocht om na te gaan tot hoe ver het op dit fenomeen moet controleren.

Het verkennend onderzoek is door het waterschap met ingenieursbureau Witteveen + Bos uitgevoerd binnen de projectoverstijgende verkenning Piping (POV-Piping) van het Hoogwaterbeschermingsprogramma, en heeft hiervoor ook kennisinstututen en andere waterschappen geraadpleegd. We willen weten tot hoe ver in het achterland je moet gaan inspecteren op zandmeevoerende wellen, tot op welke afstand van de dijk zijn ze gevaarlijk en moeten maatregelen uitgevoerd worden? We willen kunnen verklaren of de grondwaterstroming uit de stuwwal in het achterland de factor was die de kleine zandmeevoerende wellen heeft veroorzaakt en of deze zogenaamde regionale kwelstroom de kans verlaagt op het faalmechanisme piping. Daarnaast zou een bruikbare schematisering mogelijk meerdere beheerders helpen die dijken hebben waar invloed van hoog achterland op de grondwaterstroming verwacht mag worden.

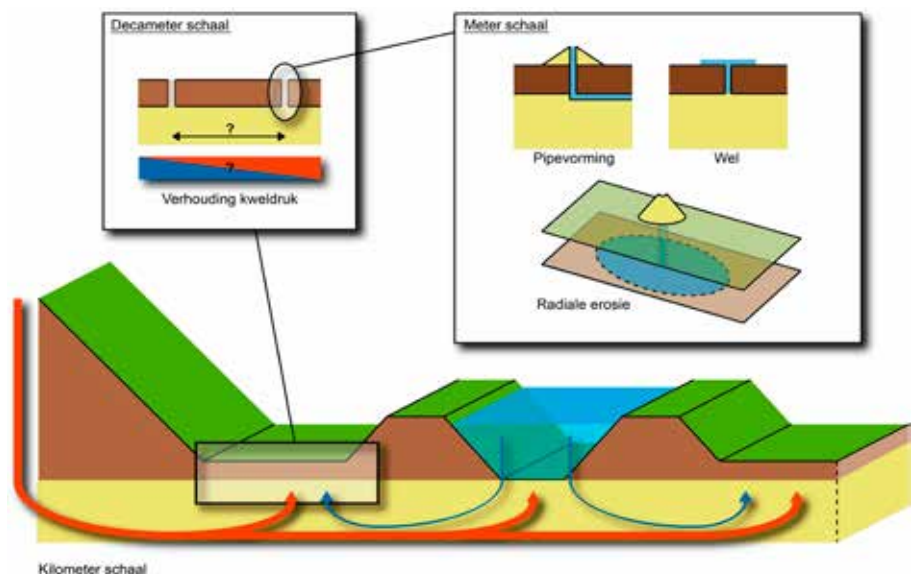
In het onderzoek is samengewerkt tussen



Stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug bij de Grebbedijk te Rhenen. Links de uiterwaarden. (Foto: Royal HaskoningDHV)

geohydrologen en waterbouwkundigen en is ervaring opgedaan in het toepassen van geohydrologische modellen en een theoretische beschouwing van de grondwaterstroming om de invloed van een stuwwal op het ontstaan van zandmeevoerende wellen te bepalen.

Als waterkeringbeheerder kunnen we met een gedetailleerd geohydrologisch model het punt van opbarsten bepalen en vergelijken met de kritische kwelweglengte. De zone waarbinnen een zandmeevoerende wel een risico is voor piping ligt hiermee vast. Buiten deze zone zijn



Regionale kwelstroom (rood) in het achterland, het rivierbed en aan de overzijde rivier. In het grondwatermodel is ingezoomd op drie verschillende schaalniveaus. (Bron: Witteveen+Bos)

IN 'T KORT - Kwelcontrole

Kan een zandmeevoerende wel in sloten op grote afstand van de dijk leiden tot piping?

Deze vraag stond centraal tijdens een onderzoek van Waterschap Vallei & Veluwe

Conclusie: een regionale kwelstroom kan het risico op piping doen toenemen

Onderzoek naar grondwaterstroming aan de overzijde van de rivier is nodig



Inspecteurs controleren op zandmeevoerende wellen. (Foto: Waterschap Vallei en Veluwe)

eventuele wellen niet gevaarlijk en hoeft de dijkspecteur de sloten tijdens hoogwater niet te inspecteren.

Het onderzoek is bruikbaar om als beheerder onderbouwd te beslissen over eventuele maatregelen (zoals intensieve monitoring of opkisten) op basis van kennis over de risico's. Dit sluit aan bij de verantwoordelijkheid van een waterkeringbeheerder in het uitoefenen van zijn zorgtaak. Met het opstellen van een model van de lokale geohydrologie kan ook een beheerdersoordeel gegeven worden zoals dat gevraagd wordt in het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium.

De grootste onzekerheid in de modelberekeningen bleek de deklaagdikte. Die vormt bij bepaling van de kritieke kwelweglengte een grotere onzekerheid dan de kweldruk, terwijl de gedetailleerde informatie over die laagdikte vaak niet beschikbaar is. Daarvoor is binnen de POV piping onderzoek gestart. De Grebbedijk wordt komende jaren verkend als Top 13-project voor het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

Regionale kwelstroom

Een regionale kwelstroom is een grondwaterstroming vanaf hooggelegen gronden in het achterland in de richting van het buitenwater, bijvoorbeeld de rivier. De beheerder is bekend met deze dagelijkse omstandigheden. De vraag is echter wat er gebeurt bij een hoogwatersituatie als de hoofdstroomrichting juist tegengesteld wordt: van rivier naar binnendijks. Neemt de kans op klassieke piping dan af? Deze situatie is in een grondwaterstromingsmodel, een schaalproef en in een theoretische beschouwing uitgewerkt met de Grebbedijk langs de Nederrijn als praktijkvoorbeeld. Bij deze verkenning is uitsluitend het effect onderzocht in het binnendijkse terrein tussen de hoge gronden en de dijk. Het effect aan de overkant van de rivier is nog niet onderzocht. Het onderzoek is uitgevoerd tussen 2014 en 2016. Er is een theoretische beschrijving van

het fenomeen regionale kwelstroom gemaakt met een analyse van het landelijk areaal waar regionale kwelstroom aanwezig kan zijn. Dit betreft vooral het bovenrivierengebied. Een werkwijzer en stappenplan zijn opgesteld voor de beheerder om te begrijpen hoe dit fenomeen is toe te passen in de toetsmethodiek voor waterkeringen. Het praktisch onderzoek bestond uit een schaalmodelonderzoek in het waterbouwkundig Laboratorium van de hogeschool Arnhem-Nijmegen. In die opstelling is visueel gemaakt dat bij tweezijdige grondwaterstroming eerder een opbarsting komt. De lokale situatie bij de Grebbedijk is gebruikt in een numeriek model dat aansluit op het Azure-grondwatermodel van centraal Nederland. Via ModelMaestro (toolbox grondwatermodellering van Witteveen+Bos) konden aanpassingen efficiënt gemaakt worden voor scenarioberekeningen en gevoeligheidsanalyses.

Resultaat

Hoofdconclusie is dat het risico op piping onder invloed van hoge gronden of een stuwwal die op enkele kilometers van de dijk ligt, kan toenemen, doordat opbarsten eerder optreedt bij samenloop met een regionale kwelstroom. Als wordt ingezoomd op de zone direct achter de dijk, blijkt ook dat het ontlastende effect van een wel op de grondwaterdruk in de omgeving gering is. Een zandmeevoerende wel kan als ventiel fungeren, maar dat geeft geen garantie dat in de nabijheid daarvan niet nog een zandmeevoerende wel kan ontstaan. Voor waterkeringbeheerders is een stappenplan opgesteld, waarmee bepaald kan worden waar in het veld de kritische kwelweglengte ligt, zodat de veiligheidseffecten van een (bekende of gekarteerde) zandmeevoerende wel ingeschat kunnen worden.

De inspecteurs in het veld krijgen een beperkt gebied achter de dijk dat ze bij hoogwater controleren op zandvoerende wellen. Hiervoor zal vooraf de kritische lengte bepaald moeten zijn en weergegeven op kaart, bijvoorbeeld

als zone in de inspectiesoftware, zoals de Dijkwachttapp. Daarbij blijft traditionele visuele inspectie het uitgangspunt voor de registratie in de app.

Het stappenplan werkt als volgt: Voor de schematisering van de geohydrologie kies je een model dat naast een gedetailleerde deklaag als invoer ook dynamische grondwaterstroming kan berekenen. Hiermee bereken je de potentiaal (grondwaterdruk) onder de deklaag; vervolgens bereken je de vermoedelijke opbarstlocatie en de afstand tot de dijk. Hierna vergelijk de afstand met de Lkrit (kritieke opbarstlengte) conform de verbeterde rekenregel van Sellmeijer. Vervolgens controleer je of de opbarstlocatie binnen die kritieke lengte ligt, is dit het geval, dan is de volgende stap een 3D-benadering om te analyseren wat de dominante stroomrichting nabij de wel is. Wanneer die vanuit de richting van de dijk komt, zijn maatregelen nodig.

De dikte van de deklaag heeft invloed op de potentiaal en is daarmee de belangrijkste input voor de grenspotentiaal. Alleen wanneer die dikte aantoonbaar nauwkeurig in kaart hebt, kun je de theoretische kritieke lengte verkleinen. Momenteel is het voor de meeste waterkeringbeheerders nog niet mogelijk om de dikte van de deklaag vlakdekkend aan te tonen. Binnen de POV Piping proeftuin Mastenbroek is hier onderzoek naar gedaan. In het vervolgprogramma van de POV Piping zal naar verwachting vervolgonderzoek naar dit aspect opgenomen worden.

Aanbevelingen

Vervolgonderzoek is nodig naar het effect van regionale grondwaterstroming aan de overzijde van de rivier. De conclusie zal voor die situatie anders zijn. Meer kennis over de aanwezige dikte van de deklaag is zeer belangrijk, om de mogelijke locatie van een zandmeevoerende wel te bepalen ten opzichte van andere opbarstlocaties.

De kritieke opbarstlengte zoals die in 2D berekend wordt met de verbeterde formule van Sellmeijer zal vergeleken moeten worden met een benadering in 3D-modellen. Dit geeft extra inzicht in de parameters die variëren in het ruimtelijk vlak. Kennis over de grondwaterstroming in het opbarstkanaal, gericht op het potentiaalverloop onder en boven de deklaag blijkt nog te ontbreken, maar is voor een goed begrip van het faalmechanisme piping van belang.

Reindert Stellingwerff is beleidsadviseur waterkeringen bij Waterschap Vallei en Veluwe. Aan het onderzoek hebben bijgedragen: Joost Borgers en Lisette van den Bos (Vallei en Veluwe) en Hendrik Meuwese, Peter van Tol en Philippe Schoonen (Witteveen+Bos).