



KNW SCRIPTIEPRIJS

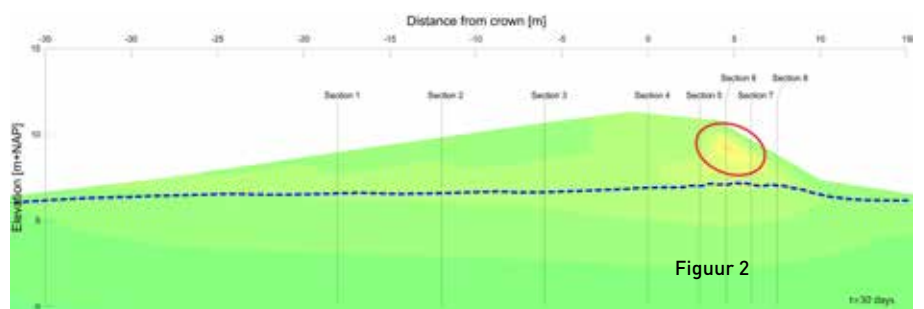
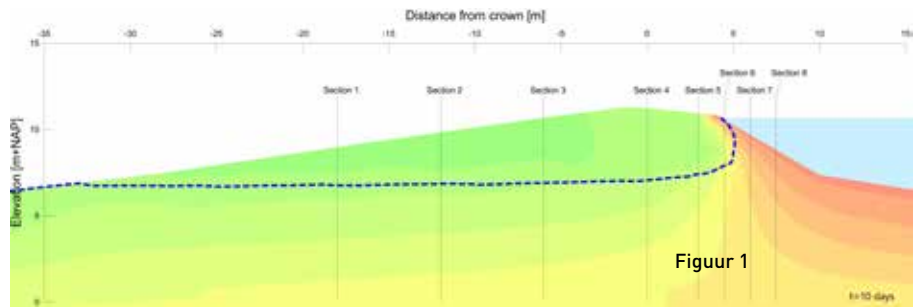
Nick van der Voort (bachelor) en Ties van der Heijden (master) wonnen de KNW Scriptieprijs 2019. De jury maakte de uitslag bekend tijdens het najaarscongres van KNW, vorig jaar. Onderdeel van de prijs is publicatie van een samenvatting van de bekroonde scripties in H₂O.

STOCHASTISCHE MODELLERING VAN EFFECT HOOGWATERGOLF OP DE FREATISCHE LIJN IN DIJKEN

Door Nick van de Voort

Grondmechanische berekeningen voor de bepaling van de sterkte van een waterkering zijn gebaseerd op schematiseringen. Bij het schematiseren van de maatgevende reken-situaties is gebleken dat het (schematiseren van het) verloop van de freatische lijn (= niveau van de waterspiegel) in de dijk en de stijghoogte in het watervoerend pakket onder de dijk zeer bepalend zijn voor de uitkomst van de berekeningen.

Voor de beoordelingsronde 2017-2023 van primaire waterkeringen wordt de adviseur op dit moment verwezen naar het Wettelijk Beoordelings-Instrumentarium (WBI) 2017. De handleiding moet richting geven hoe onzekerheden in bodemeigenschappen vertaald kunnen worden voor het maken van conservatieve (veilige) keuzes in schematisering en parameters.



Op dit moment bestaan er geen eenduidige richtlijnen hoe een grondonderzoek vertaald kan worden naar een representatieve schematisering van de ondergrond en de geohydrologische samenhang. In de praktijk wordt voor geohydrologische berekeningen vaak gebruik gemaakt van deterministische modellen waarin de variatie van bodemeigenschappen buiten beschouwing wordt gelaten. Tevens leidt de subjectieve interpretatie van de adviseur tot onzekerheid bij de keuze van de schematisering. Daardoor kunnen onrealistische resultaten verkregen worden bij de bepaling van grondwaterberekeningen van dijken.

Stochastische modelering

Daartoe neemt deze studie de bodem-onzekerheden in acht bij de analyse van tijdsveranderlijke grondwaterstromingen in dijken. Cases zijn opgezet bestaande uit een set van verschillende typen hoogwatergolven en dijkkernsamenstellingen. De invloedrijkste grondparameter, de doorlatendheid van het kernmateriaal, werd beschouwd als een stochast (= random variabele). Per case

is gekeken naar het effect van de hoogwatergolf op de dynamische verandering van de freatische lijn en hoe stijghoogten doorwerken in het watervoerend pakket en deklaag van de dijk (figuur 1 en 2).

De variatie in de doorlatendheid uit zich in een spectrum van verschillende freatische lijnen. Wat opviel is dat de freatische lijn relatief snel reageert op de buitenwaterstand, uitend in een vlak grondwaterniveau op de lange termijn. Dit is in tegenstelling met de schematisering van de freatische lijn als gevolg van hoogwater voor de stabiliteitsbeoordeling conform WBI 2017. Deze wordt vaak conservatief hoog ingeschat.

Water(over)spanning

Echter, nabij de instroomzijde van dijk blijft een wateroverspanning (of restspanning) aanwezig waardoor de dijk instabiel kan worden (rood omcirkeld in figuur 2). De grootte van de wateroverspanning is afhankelijk van de hoogte en duur van de hoogwatergolf. Voor de praktijktoepassing in de stabiliteitsberekening maakt het WBI onderscheidt tussen drie verschillende piëzometrische lijnen die de stijg-

hoogte per grondlaag representeren, respectievelijk, de stijghoogte in de dijk (gelijk aan de freatische lijn) (PL 1), de stijghoogte aan de onderzijde van de deklaag (PL 2) en de stijghoogte in het watervoerend pakket (=aquifer) (PL 3).

In deze studie is ook de wateroverspanning vertaald naar een piëzometrische lijn in de stabiliteitsberekening terwijl de freatische lijn op een meer realistisch niveau is geschematiseerd middels een statistische analyse. Deze methode van schematiseren van de piëzometrische lijnen gaf significante verschillen voor de berekende veiligheidsfactor in vergelijking met methode WBI.

REFERENTIES

Çalamak, M. (2014). Uncertainty based analysis of seepage through earth-fill dams. Ankara: Middle East Technical University.
Geo-Slope Int Ltd. (2013). Seepage Modeling with SEEP/W. Calgary: Geo-Slope International Ltd.

NICK VAN DE VOORT

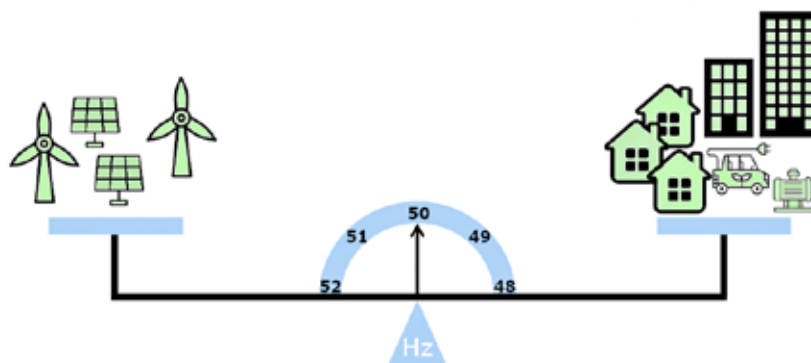


Nick van de Voort (Lunteren, 1997) studeerde civiele techniek in Enschede aan de Universiteit Twente. Het onderzoek was onderdeel van de bachelor-eindopdracht en werd van april tot juni 2019 uitgevoerd bij Sweco Nederland, afdeling Waterkeringen. In februari 2020 startte hij met de master Hydraulic Engineering aan de TU Delft.

FLEXIBEL POMPEN: WIN-WIN-WIN-SITUATIE

Door Ties van der Heijden

Enkele van de grote uitdagingen rond de marktpenetratie van duurzame energie (SDG 7 en 13) zijn het gebrek aan grootschalige opslag en een onderbroken en onvoorspelbare productie van energie. De Neder-



landse waterinfrastructuur kan een bijdrage leveren aan de energietransitie door middel van modelgebaseerde optimalisatie en 'demand response services'.

De Nederlandse energie-mix verandert snel met climate change mitigation (SDG 13, Climate Action), een van de duurzaamheidsdoelen van de Verenigde Naties, als drijvende kracht. Duurzame bronnen worden steeds dominant in de energiemix. Maar de wind waait niet op commando, en zelden op constante snelheid. Dit compliceert de betrouwbaarheid van de energievoorziening. Wanneer energie niet op commando komt, moet de vraag flexibel zijn. In IJmuiden staat de grootste pomp van Europa. Het gemaal bestaat uit 6 pompen, met een gecombineerd piekdebiet van 260 m³/s, ofwel ruim 6 olympische zwembaden per minuut. Het gemaal heeft een piekvermogen van 5 MW, wat per uur net zo veel energie is als het jaarlijkse energieverbruik van twee huishoudens. In het huidige beleid wordt bij IJmuiden voornamelijk gepompt bij lage opvoerhoogte, want dat kost minder energie. Echter, deze energie wordt gekocht op de lange termijnmarkt, waar voornamelijk fossiele energie te verkrijgen is. Duurzame energie leent zich hier minder goed voor vanwege zijn onvoorspelbare aard. We moeten langer wachten voordat we zeker weten wanneer er hoeveel geproduceerd wordt. Hier zijn markten zoals de day-ahead markt (APX) en de intraday markt beter geschikt voor.

Het voordeel van flexibel zijn in energieverbruik is dat onvoorspelbare pieken in productie gebruikt kunnen worden. Wanneer een piek relatief onverwachts op het netwerk komt, daalt de prijs van de energie. Hiermee kan dus op de kosten worden bespaard, en je faciliteert het gebruik van duurzame energie. In de toekomst zullen we zo veel mogelijk flexibel vermogen geïnstalleerd moeten hebben, om het elektriciteitsnetwerk in balans te houden.

Een beslissingsondersteunend systeem van een gemaal is uitstekend in staat om verschillende energiemarkten en balansmechanismen mee te nemen wanneer het besluit om te gaan pompen. Deze flexibiliteit in energieverbruik zorgt voor 1) een verlaging van de energiekosten, 2) hogere consumptie van duurzame energie, 3) het voorkomen dat op een later moment een kolencentrale aan moet en 4) de balans van het elektriciteitsnetwerk. Een win-win-win-win situatie.

TIES VAN DER HEIJDEN



Ties van der Heijden heeft in februari 2019 zijn MSc Watermanagement aan de faculteit Civiele Techniek van de TU Delft behaald.

Sindsdien is hij werkzaam als Water en Energieconsultant op de afdeling Water en Klimaat van HKV. In oktober is hij begonnen met het eerste jaar van zijn PhD bij de TU Delft (afdelingen Watermanagement en Intelligent Electrical Power Grids). Voor het laatste jaar funding zoekt hij nog stakeholders die dat kunnen waarmaken. Contact: T.J.T.Heijden@tudelft.nl