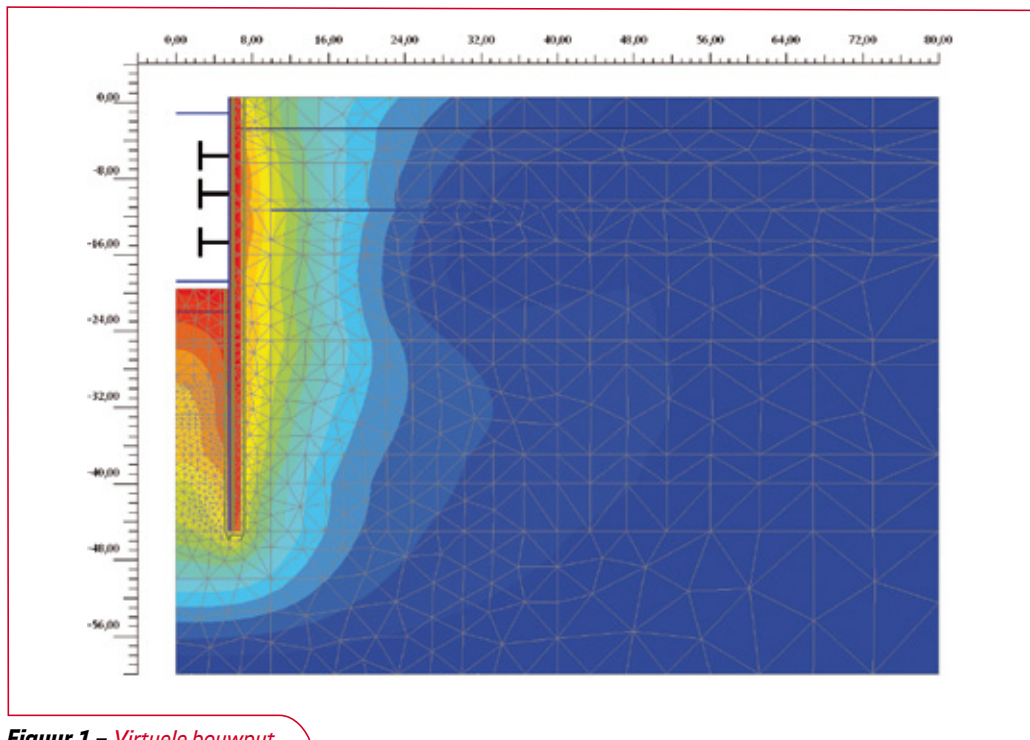


Mooie plaatjes: Magic of misleiding?

Dr. Jurjen van Deen
Deltares



Figuur 1 - Virtuele bouwput.

Numerieke modellen genereren steeds geliktere plaatjes. Glijcirkels onder de dijk, overstromingsdiepten als de dijk doorbreekt, verontreinigingen die zich in het oppervlaktewater verspreiden, vervorming van bouwputwanden, het houdt niet op. Maar geven de plaatjes ook de werkelijkheid weer? En hoe weten we dat? Een pleidooi voor goed kijken – naar de plaatjes maar vooral naar de werkelijkheid.

Iedereen maakt mooie sommen met steeds geavanceerdere software met uitkomsten die vijf cijfers achter de komma nauwkeurig lijken te zijn. De resultaten zien er steeds gelikter uit en omdat het er zo mooi uitziet, zou je het voor waar kunnen houden. Maar de plaatjes zijn niet meer en niet minder dan de geïnterpreteerde uitvoer van rekenmodellen.

Waarom gebruiken we eigenlijk rekenmodellen? We willen voorspellen hoe een constructie die er nu nog niet is zich zal gedragen of een constructie die er wel is zich zal gedragen onder omstandigheden die er nu nog niet zijn. Een dijk die moet

blijven staan als er ooit maatgevend hoog water tegen aan komt te staan, een heipaal die voldoende steun moet vinden in de diepe zandlaag, de ankers van een damwand die voldoende trekkracht moeten kunnen ontwikkelen.

De ICT mogelijkheden om de resultaten van de modellen te presenteren worden steeds uitgebreider. Vandaar de gelikte plaatjes. Waarom slaan die plaatjes zo aan? Eigenlijk zijn die gelikte plaatjes vooral bedoeld om overzicht te krijgen. Het is veel gemakkelijker om in een plaatje te kijken of ergens een grote vervorming optreedt dan in een grote tabel met heel veel getallen. Je geeft gewoon aan dat boven een bepaalde grenswaarde de vervorming rood gekleurd wordt en je ziet meteen in welke hoek het kritieke pad ligt. Bovendien werkt zo'n plaatje heel goed in de communicatie met niet-technici die iets van de situatie/het project moeten vinden. Op een overzichtelijke kaart of nog mooier in een 3D visualisatie zien waar zwakke plekken in de dijk zitten en waar versterkingsmaatregelen het meeste effect sorteren. Of om beslissingen te ondersteunen over noodmaat-

regelen of evacuatie als bij hoog water het model operationeel gebruikt wordt. Daarvoor moet het plaatje dan wel kloppen, of beter gezegd: moet het model achter het plaatje wel de werkelijkheid representeren. Op welke feitelijke data (en kennis) het model gebaseerd is, is op het plaatje in de regel niet te zien, en de beslissers willen dat in een crisissituatie ook helemaal niet zien. Zij willen er van mogen uitgaan dat 'het klopt'.

Model en werkelijkheid

Een model is een afbeelding van de werkelijkheid maar niet de werkelijkheid zelf, en dat laatste wil nog wel eens vergeten worden. De realiteitswaarde van een model is niet meer, maar ook niet minder, dan wat de modelleur in het model gestopt heeft. Om het model rekentechnisch haatbaar te houden wordt de werkelijkheid vereenvoudigd. Niet alle processen in en op de dijk worden meegenomen, maar die keuzes verloopt in de regel impliciet. Zo lang niemand bedenkt dat de waterhuishouding van de dijk belangrijk is voor de stabiliteit, zitten regenval en verdamping niet in het model.

Ook als we alle – relevante – mechanismen in kaart hebben, worden bij het vereenvoudigen van de werkelijkheid in een model nog allerlei aannames gedaan, allereerst over de geometrie. Een dijk is een 3D-object maar wordt geschematiseerd in een verzameling 2D-dwarsdoorsnedes en in die doorsnedes wordt de grondopbouw vereenvoudigd tot een 1D-lagenmodel. En daarbij is de buitenkant van de dijk met moderne technieken redelijk eenvoudig gedetailleerd in beeld te brengen, maar voor de ondergrond geldt dat niet. De bedrieglijk eenvoudige en mooie plaatjes van een geotechnisch profiel of de moderne 3D-ondergrondmodellen zetten de toeschouwer gemakkelijk op het verkeerde been. Pas als je goed kijkt naar de basisgegevens waar het profiel op gebaseerd is wordt duidelijk hoe (weinig) precies het ruimtelijke model van de ondergrondse geometrie eigenlijk is. Allerlei structuren worden geïnterpreteerd op basis van een paar sonderingen – nog afgezien van de kwaliteit van die sonderingen. Zolang de kijker het ondergrondmodel bekijkt met een blik van 'dit zou er kunnen zitten', 'dit soort structuren komt hier voor' is er niets aan de hand, maar als het plaatje deterministisch wordt opgevat 'hier zit dit, daar zit dat' wordt het verraderlijk.



Figuur 2 - Echte bouwput.

De volgende benadering zit in het materiaalmodel. Hoewel grond een buitengewoon ingewikkeld materiaalgedrag vertoont – niet lineair, niet elastisch, spanningsafhankelijk, vervormingsafhankelijk – wordt dat in het materiaalmodel sterk vereenvoudigd met een paar parameters beschreven. Weliswaar worden steeds mooiere materiaalmodellen ontwikkeld met steeds meer parameters, maar daarvan weet niemand hoe je aan die parameters moet komen. Niet voor niets wordt er al zeker 20 jaar over een parametercrisis in de grondmechanica gesproken.¹ De parameters worden afgeleid uit een paar sonderingen en laboratoriumproeven op boringen. Metingen uitvoeren in de geotechniek is echter een vak apart, zoals wel gebleken is bij de ringonderzoeken van de samendrukkingproef en de sondering, gestandaardiseerde proeven met een keurige NEN norm, maar met resultaten die verschrikkelijk van elkaar afwijken.

Verder is grond een natuurproduct en heeft uit dien hoofde sterk variabele eigenschappen. De heterogeniteit van de ondergrond is daarom een belangrijk issue. Waarom ontstaat er op de ene plek wel een zandmeevoerende wel en 10 meter verder niet? In het model wordt een zandlaag verondersteld onder een ondoordlatende toplaag inclusief

de dijk, er wordt een doorlatendheid en een korrelgrootte in het model gestopt en er komt een noodzakelijke berm breedte uit. Maar heterogeniteit bepaalt waar de zwakke plek zit. En je hebt niet veel aan de wetenschap dat die zwakke plek 'ergens' zit want dat maakt dat je de hele strekking van 10 kilometer of meer een grote brede berm moet maken, terwijl hij misschien maar op 1% van die strekking nodig is.

Elk project een prototypeproef?

Als de mooie plaatjes dan maar een deel van de oplossing zijn, omdat we het gedrag van grond slechts heel schematisch in numerieke modellen kunnen vatten, wat kunnen we dan wel doen? Een belangrijke stap zou zijn om veel systematischer dan nu naar het gedrag van constructies als geheel te kijken, direct aansluitend aan de functionele eisen die aan de constructie gesteld worden. Beschouw het construeren van elk bouwwerk als een prototypeproef. Zo gek is dat niet. Bijna elk gebouw, elke civieltechnische constructie, zeker als het wat groter is, is een uniek object. Een prototype. En zoals een nieuw vliegtuig in het begin kinderziektes heeft – zie de recente troubles met de Dreamliner – zo heeft de bouw dat ook. En omdat we blijven bouwen op steeds nieuwe plekken blijven we daarmee geconfronteerd worden

Van dat systematisch analyseren van wat er feitelijk gebeurt is veel te leren. In het ontwerp zijn aannames gemaakt en meetgegevens gebruikt. Er zijn randvoorwaarden gesteld: het gebouw mag niet meer dan zo-en-zoveel scheefzakken, de bouwput mag niet meer dan zo-en-zoveel waterbezwaar hebben. Ga bij elk bouwproject na of de ontwerpuitgangspunten gehaald worden, of ze over- of onderschreden worden, en hoeveel, en waar dat van komt. Het zou onderdeel moeten zijn van het opleveringsprotocol, en na een jaar zou je nog een keer terug moeten komen, maar het begin, de aanlegfase, is vaak de meest kritische. Als je een damwand uitrekent op de belasting die hij in de gebruiksfase moet kunnen hebben, kan het bij het inheien of intrillen nog heel erg mis gaan. Dan komt er een heel andere belasting op de damwandplank waar hij ook tegen bestand moet zijn.

En om de krachten uit te rekenen die op de damwand komen tijdens het inheien, dat is niet zo eenvoudig en daarvoor hebben we eigenlijk geen goede modellen. Dat verklaart het succes van de ervaringsdatabase DeltaBrain Funderingen die sinds een jaar of tien in ontwikkeling is en waar steeds meer ervaringen in worden opgeslagen.

Die terugkoppeling vanuit de praktijk lukt niet altijd. Sommige constructies worden gemaakt voor extreme omstandigheden zoals een waterstand die maar eens in de 1000 of zelfs 10.000 jaar verondersteld wordt voor te komen. Daar moet je gebruik maken van de gelegenheid als hij zich voordoet om te leren over het systeem. Als voorbeeld de pipingproblematiek: er is elk decennium wel een keer hoog water, minder dan maatgevend maar wel hoog. Onder die omstandigheden ontstaan her en der zandmeevoerende wellen en die zijn op twee manieren te gebruiken.

Allereerst is het verstandig op die specifieke plekken te onderzoeken of deze wellen echt tot piping kunnen leiden en vervolgens specifieke maatregelen te ontwerpen en uit te voeren. Als je dat doet op basis van lokaal onderzoek kun je hopen direct ook meer te weten te komen over de mechanismen van piping, wat nu werkelijk het optreden van het fenomeen bepaalt. Leren van de ingrepen. Voor macrostabiliteit is het misschien wat ingewikkelder, maar ook daar geldt: meet systematisch welke vervorming de dijk vertoont bij hoog water. Is dat wat je verwacht uit je sommen? Daarbij moet je dan wel een ander soort (eindige elementen) sommen maken dan nu, waarin de vervormingen meer centraal staan. En de overgang van vervormen naar bezwijken goed in beeld hebben.

Deze concepten sluiten naadloos aan op het gedachtengoed van de Observational Method. Daar wacht je niet tot het eind of de ontwerpuitgangspunten gehaald worden, maar je meet vanaf het begin of de vervormingen conform de verwachting zijn. En omdat het uitgangspunt van de Observational Method is dat je scherper ontwerpt met minder (al dan niet impliciete) veiligheidsmarge, leer je er ook nog meer van want bij de klassieke methode is je ontwerp zo veilig dat er "nooit" iets gebeurt, maar of je dan gewoon goed of (veel) te goed – en dus (veel) te duur – bent zul je nooit weten.

Dit is het verhaal van de geotechniek. We weten het allemaal niet precies, maar we denken er over na en doen ons best te leren van de ervaringen. De onvermijdelijke, oer-Hollandse vraag is dan: wie gaat dat betalen? Uitgaande van de constatering dat het in het merendeel van de gevallen om infrastructuur gaat, is het het ons aller belang. Wij willen allemaal droge voeten, vlakke wegen en schadevrij stedelijk bouwen. Het is dus een algemeen belang, en om dat te behartigen hebben we

ooit de overheid in het leven geroepen. Om het betaalbaar te houden zijn er creatieve oplossingen nodig, en daar kan en moet de overheid een rol spelen door ruimte te geven aan slagvaardige bedrijven, constateert innovatieprofessor Mazzucato recent in de NRC². De overheid moet daarbij koersvast zijn – een langjarig beleid zoals bij voorbeeld voorgestaan in het Deltaprogramma – en investeren als launching customer. Niet op safe spelen en alleen oplossingen accepteren die zich al honderd keer bewezen hebben, maar ruimte creëren voor nieuwe aanpak.

In de huidige situatie vormt de rigiditeit van financieringsbronnen een probleem: investeringsbudgetten, onderhoudsbudgetten en ontwikkelingsbudgetten zijn strikt gescheiden geldstromen. Door het uitwerken van business cases waarin deze geldstromen niet per definitie strikt gescheiden zijn kan een nieuwe aanpak een kans krijgen. Een goede schematisatie van de ondergrond bijvoorbeeld brengt meer kosten met zich mee in de ontwerpfase, maar kan later in het proces voor maatwerk zorgen wat, over het gehele project be-

schouwd, tot een verlaging van de kosten leidt. Mooie plaatjes kunnen een belangrijke rol spelen in de communicatie naar de niet-technici in onze omgeving mits de onzekerheden zichtbaar worden gemaakt en de interpretatie van resultaten op het juiste detailniveau naar voren wordt gebracht. De burger is immers niet gek, die is na de recente aardbevingen in Groningen weer heel erg overtuigd dat 'ze' toch niet alles vertellen. Vertrouwen gaat te paard en komt te voet. Als sector kunnen we vertrouwen winnen door de burgers deelgenoot te maken van de onzekerheid en niet te proberen die onder het vloerkleed te schuiven.

¹ Elk nieuw materiaalmodel zou in samenhang met een nieuwe proefopstelling moeten worden ontwikkeld (Brinkgreve (Geotechniek 15 (2011) no 5 p8).

De ontwikkeling van de K_0 -CRS proef en het isotachen model is daar een voorbeeld van.

² NRC Weekend 2013-02-02, p4.

Reacties zijn welkom:
reactiegeotechniek@geonet.nl ●

creating tools that move your business



a.p. van den berg
 The CPT factory



Nieuw lichtgewicht binnencasing

De binnencasing $\varnothing 36$ kan nu grotendeels vervaardigd worden in aluminium.

Het gewicht wordt met 50% gereduceerd van 18 kg naar maar 8,6 kg! Dit betekent een aanzienlijke vermindering van de fysieke inspanning voor de sondeermeester.

Interesse?
Neem contact met ons op!



A.P. van den Berg Ingenieursburo bv
 Postbus 68, 8440 AB Heerenveen

Tel.: 0513 631355
 Fax: 0513 631212

info@apvandenbergnl
www.apvandenbergnl