



# Geo-Impuls

## “Internationale Samenwerking”

verslag verkenningmissie VS

werkgroep 11

4 oktober 2011

Paul Cools, Rijkswaterstaat-DI  
Peter van den Berg, Deltares

---

# Inhoudsopgave

---

1.	Samenvatting	3
2.	Aanbevelingen	11
3.	Bespreekverslagen	12

---

# 1. Samenvatting

---

## Inleiding

Per 1 januari 2010 is het Geo-Impulsprogramma van start gegaan. Een van de twaalf werkgroepen houdt zich bezig met "Internationale Samenwerking" (werkgroep 11).

Het projectplan van deze werkgroep, dat inmiddels is goedgekeurd door de Stuurgroep, ambieert oprichting van een International Review Board en een kennisuitwisseling met landen die vergelijkbare geotechnische problemen hebben als Nederland. De Verenigde Staten is een van die landen.

Van 18 tot en met 21 april 2011 hebben Paul Cools (RWS Dienst Infrastructuur) en Peter van den Berg (Deltares) een bezoek gebracht aan 4 gerenommeerde universiteiten, bedrijven en instituten in de VS, die zich bezig houden met geotechniek. Deze instituten bevinden zich in Washington, Maryland, Cambridge/Boston en Atlanta.

Bij de voorbereiding van de reis is contact geweest met Eric Boessenkool, coördinator Internationale Zaken bij Staf DG van RWS en Pex Langenberg, verkeersattaché op de Nederlandse ambassade in Washington en met een van zijn medewerkers Nell Neill op de verkeersafdeling.

Bij het voorbereiden van het reisprogramma is ook gebruik gemaakt van de contacten die Dr. Martin van Staveren, werkzaam bij VSRM en voorheen Deltares, heeft opgebouwd tijdens het schrijven van zijn proefschrift.

Ook is gebruik gemaakt van de contacten, die er vanouds bestaan tussen Deltares (voorheen GeoDelft) en instituten en universiteiten in de VS.

Het lag in de bedoeling om ook het USACE te bezoeken. Paul Cools heeft bij een eerder bezoek in maart 2007 gesproken met de teamleider Geo-engineering, David Pezza.

De invalshoek was toen kennisuitwisseling over geotechnische vraagstukken in het algemeen, gezien vanuit de optiek van RWS als opdrachtgever, terwijl de huidige missie zich concentreert rond de Geo-Impuls en namens alle deelnemende partijen wordt gevoerd.

---

David Pezza bleek inmiddels met pensioen te zijn en het lukte niet om zijn opvolger, Dr. Joseph Koester, tijdig te traceren en een bezoek te arrangeren.

De contacten met USACE lopen binnen RWS overigens via Hans Pietersen van de Waterdienst, die de relatie en MOU met de USACE vanuit RWS coördineert als opvolger van Marco Hofman.

### **Lijst van gesprekspartners/bezoeken**

Er is met de volgende universiteiten, bedrijven en instituten gesproken:

1. Prof. Gregory Baecher, University of Maryland
2. Silas Nichols, FHWA
3. Dr. Robert Bachus, Geosyntec
4. Prof. Herbert Einstein, MIT

De hoofdlijnen van deze gesprekken worden hierna weergegeven en geëvalueerd. Een samenvatting van elk individueel gesprek staat in de deelverslagen.

### **Discussieprogramma**

Voorafgaand aan de reis is ter voorbereiding van onze gastheren een 'position paper' opgesteld, waarin de doelstelling en structuur van de Geo-Impuls worden beschreven. Vervolgens wordt ingezoomd op de werkgroep "Internationale Samenwerking" met de opbouw en doelen.

Ook is de publicatie van Paul Cools over het Geo-Impulsprogramma meegezonden die is gepresenteerd op het ISGSR-congres van juni 2011 in Munchen.

Daarnaast is een powerpoint-presentatie gemaakt die in elk gesprek is gepresenteerd door Paul Cools, alvorens over te gaan tot een nadere discussie.

De agenda van deze discussie was niet vooraf vastgelegd maar verliep min of meer spontaan. De volgende onderwerpen kwamen aan bod:

- definities van geotechnisch falen
- geotechnische problemen in de VS
- risicomangement
- contractvormen in de VS
- grondonderzoek
- Standards
- Observational Method

- 
- veiligheidsfilosofie
  - kennisuitwisseling/samenwerking
  - positie vakgebied geotechniek
  - Geo-Impulsprogramma
  - deelname aan International Review Board
  - USACE

Hierna zal per onderwerp een samenvatting worden gegeven van de discussies met onze gesprekspartners.

### **Definities van geotechnisch falen**

Bij geotechnische risico's wordt met "falen" bedoeld als een vooraf vastgesteld criterium van vervormingen wordt overschreden. Men onderscheidt hierbij geotechnisch falen in bezwijken ('collapse') en vervormen ('deformation').

Bij bezwijken is sprake van een veiligheidsprobleem ('safety') en bij vervormen van een verminderde dienstverlening ('serviceability') als je infrastructuur niet voldoet aan de vereiste prestatie ('performance') door achterstallig onderhoud.

Een andere indeling voor geotechnisch falen is naar oorzaak: natuurlijk of menselijk. Bij 'geo-hazards' is sprake van natuurlijk falen, terwijl bij menselijk falen zaken fout gaan in het ontwerp of de uitvoering.

Bij 'geo-hazards' (ook wel 'natural hazards' genoemd) kan gedacht worden aan aardbevingen, overstromingen, tsunami's, landslides e.d.. Bij 'hazards' wordt alleen de kans op falen uitgerekend, terwijl bij 'risks' ook de gevolgen worden meegenomen.

Tot slot kan geotechnisch falen in alle projectfasen optreden: ontwerp, uitvoering en beheer.

### **Geotechnische problemen in de VS**

De meeste geotechnische problemen in de VS zijn 'geo-hazards', met name liquefactie, Karst en 'landslides'.

Er spelen momenteel een aantal problemen in de VS waar de geotechniek een belangrijke rol inneemt zoals:

- vereiste dijkversterkingen rond San Francisco (1.800 km) tegen stormvloed
- rivierdijkversterkingen rond Sacramento tegen hoogwaterafvoeren als gevolg van smeltwater in de bergen
- ontginning van de droge woestijngebieden in het westen van de VS

- 
- landverschuivingen ('landslides') langs de Washington State University
  - 'rockslides' in bergachtige gebieden
  - bezwijken van dijken in New Orleans tijdens 'Katrina'
  - corrosie van stalen damwanden

### **Risicomanagement**

Voor zover bekend bestaat er geen expliciet geo risico management systeem in de VS. Ook RISMAN kent men niet. Bij doorvragen blijkt echter dat wel de bekende RISMAN-stappen worden gevolgd van inventariseren en classificeren van de risico's tot uiteindelijk het beheersen van de risico's. Men hanteert de methode dus wel. Ook de risicomatrix met kansen en effecten wordt gehanteerd, waarbij grote risico's worden gereduceerd of verzekerd.

Het zwaartepunt van de literatuur gaat over risico-analyse (kans op falen) en veel minder over risicomanagement (analyseren en beheersen van de risico's).

De risicomatrix is een goed conceptueel model, wat echter zijn beperkingen heeft. Het kan je helpen om de grote van de kleine risico's te scheiden. De risico's hier tussenin zijn veel lastiger te classificeren. Over het verzekeren van risico's bij een lage kans en groot gevolg speelt een discussie. In Japan waren de gevolgen van de recente aardbeving en tsunami verzekerd, maar het is de vraag of dit in de toekomst zo blijft.

Een risico analyse wordt in de VS steeds meer gebruikt in de vorm van kostenrisico's en faalrisico's. De analyse van kostenrisico's wordt al zo'n 5-7 jaar uitgevoerd in de VS. De analyse van faalrisico's is nog niet erg gebruikelijk in de VS.

### **Contractvormen in de VS**

In de VS worden de specificaties op verschillende manieren in een contract vastgelegd:

- op basis van 'performance'
- op basis van de gebruikte methode van werken

Er wordt veel gewerkt met standaard-richtlijnen van ASHTOO.

FHWA werkt regelmatig met D&C-contracten. Het blijkt echter veel werk te zijn om de geotechnische specificaties hierin op te nemen.

Er worden steeds meer projecten gefinancierd met de hulp van publiek private financiering ('PPP'). Alliantie-achtige contracten zijn nog relatief onbekend. Men ziet mogelijkheden hiervoor bij complexe projecten. Ook FHWA maakt steeds vaker onderscheid in hun aanpak tussen relatief

---

eenvoudige standaardprojecten en de meer complexe unieke projecten ("80-20 regel").

Wat betreft het verdelen van de risico's wordt opgemerkt dat de FHWA steeds vaker gebruik maakt van 'baseline reporting'. Wij in Nederland hebben deze werkmethode overgenomen van de VS en verwerkt in onze RV-G systematiek.

### **Grondonderzoek**

De grootste onzekerheid in een project is het goed karakteriseren van de ondergrond.

Er wordt verwezen naar de bekende curve waarbij de aanlegkosten toenemen tijdens ontwerp, uitvoering en beheer en de kosten voor gevolgen en beheersmaatregelen de omgekeerde trend volgen. De opdrachtgevers van een werk realiseren zich niet dat de eerste uitgegeven dollars veel meer waard zijn dan de laatste. Voor grondonderzoek geldt een vergelijkbaar verhaal.

Uit Life Cycle Assessments blijkt overigens ook dat het voor banken niet waard is om een grote investering te doen om de levensduur van een project te verhogen van bijv. 40 naar 50 jaar.

### **Standards**

De AASHTO-richtlijnen geven een standaardontwerp van bruggen, wegen etc.. Deze richtlijnen worden regelmatig aangepast. De LFRD-methode is in 2007-2009 toegevoegd. Geotechniek staat in deel 10. De ASSHTO stelt ontwerpcriteria op en schrijft niet in detail voor. Bij afwijkingen dient de aannemer aan te tonen dat zijn nieuwe ontwerp voldoet aan deze criteria. Hierdoor blijft innovatie mogelijk.

Toch gebeurt innovatie nog te weinig omdat men bang is voor juridische stappen als men afwijkt van de standaard. Afwijken kost meestal extra geld. Overigens zijn aannemers met een eigen ontwerp bureau vaak innovatiever dan aannemers die een consultant inhuren. In de VS bestaat een grote kloof tussen aannemers en consultants.

### **Observational Method**

FHWA maakt ook gebruik van de Observational Method (OM). Er loopt momenteel een case rond de evaluatie van de Philadelphia bridge.

Er wordt veel gebruik gemaakt van 'back analysis'. Hierbij wordt het gedrag eerst voorspeld, daarna wordt er gemeten en wordt het gebruikte model zo nodig bijgesteld.

---

Prof. Einstein is een groot voorstander van de Observational Method. OM moet een onderdeel uitmaken van de ontwerpfase. Dan moet worden vastgesteld hoe gemonitord moet worden en welke waarden verwacht worden. Ook moet vooraf bedacht worden wat er gedaan moet worden als er tijdens de bouw afwijkingen worden geconstateerd. Dit geldt ook voor de analyse van de geotechnische risico's met betrekking tot de kans van optreden en de mogelijke gevolgen en beheersmaatregelen.

### **Veiligheidsfilosofie**

De veiligheidsfilosofie van een project in de VS is gebaseerd op een voldoende hoge veiligheidsfactor, die is gedefinieerd als sterkte/belasting en die gemiddelden zijn. In werkelijkheid zijn dit echter stochastische grootheden met een spreiding. Het overlapgebied tussen beiden is de kans op bezwijken.

De LRFD-methode, dat staat voor 'Load & Resistance Factor Design' gaat een stapje verder. Indien men meer informatie heeft over de parameters wordt de spreiding kleiner en is de kans op bezwijken kleiner. In dat geval mag men een hogere belasting hanteren.

### **Kennisuitwisseling/samenwerking**

Ook de VS doet veel aan kennisoverdracht in de wegebouw. Er bestaat hiervoor een nationaal opleidingsinstituut het National Highway Institute, waar alle partijen kunnen deelnemen van overheid, aannemers en ingenieurbureaus. Bij dit instituut lopen momenteel 28 cursussen op het gebied van de geotechniek.

Kennisoverdracht en kennisborging vindt bij Geosyntec op verschillende manieren plaats, zoals interne cursussen, symposia en projectevaluaties.

De symposia worden jaarlijks gehouden en gaan over 'lessons learnt'. Iedereen geeft een postersessie van zijn project en vertelt wat het probleem was en hoe het is opgelost. De symposia zijn meestal geconcentreerd rond een COP.

Projectevaluaties kunnen worden vastgelegd volgens een bepaald protocol, DIGGS genaamd, dat in VK is bedacht. Met deze software kunnen projecten systematischer worden geëvalueerd en de leer- en verbeterpunten worden vastgelegd. De geotechnische informatie wordt op een uniforme wijze in een digitaal bestand verwerkt en toegankelijk gemaakt.

In de VS wordt echter bijna uitsluitend met AGS gewerkt dat een Amerikaans systeem is ('not invented here'). Er wordt voorlopig alleen op kleine schaal geëxperimenteerd met deze aanpak door FHWA.



---

## **Positie vakgebied geotechniek**

Zo'n 15 jaar geleden is bij MIT vastgesteld dat geotechniek geen 'high tech' vakgebied meer is, niet uitdagend meer is en afgebouwd kan worden. Prof. Baecher is het hier uitdrukkelijk niet mee eens. Hij noemt een aantal belangrijke problemen in de VS waar de geotechniek een belangrijke rol speelt rond San Francisco, Sacramento en de droge woestijngebieden in het westen van de VS.

Dr. Bachus is van mening dat er momenteel te weinig geotechnici op beleidsposities zitten, waardoor er te weinig aandacht is voor geotechnische problemen.

In de VS bestaat momenteel een groot tekort aan nieuwe studenten in civiele techniek in het algemeen en geotechniek in het bijzonder. Hij wijt dit met name aan de relatief lage salarissen.

Er wordt geen college gegeven over geo risico management bij MIT. Ook risico management in het algemeen wordt niet bij Civil engineering gedoceerd. Er zijn wel vakken bij MIT School of management die zich bezighouden met 'business-risks'.

De opleidingen over geo risico management zouden al op de universiteit moeten starten en later met cursussen in de bedrijven zelf.

## **Geo-Impulsprogramma**

Prof Baecher vindt de Geo-Impuls een boeiend en belangrijk programma. Hij is verbaasd dat het regelmatig misgaat wat betreft geotechnisch falen, omdat Nederland een goed reputatie heeft op het vakgebied. Hij heeft in eerste instantie de neiging om meer technologisch onderzoek te laten verrichten om de problemen op te lossen, maar erkent dat een verandering van "houding en gedrag" ook essentieel is.

Silas Nichols onderschrijft onze inschatting dat de helft van alle faalgevallen grondgerelateerd zijn. Einstein vindt onze raming van 10% faalkosten wat veel, maar onderschrijft dat de helft van alle falen grondgerelateerd is. Ook Einstein ziet hierbij als belangrijkste oorzaak het niet toepassen van bestaande kennis.

Silas Nichols geeft aan dat de FHWA de komende tijd moet krimpen in omvang. De risicogestuurde werkwijze zal echter een groot issue worden in de nieuwe organisatie. Hij is dan ook erg benieuwd naar de voortgang van het Geo-Impulsprogramma en wil graag betrokken blijven en meedenken.

---

Prof. Bachus stelt dat er veel onbegrip bestaat tussen de constructeurs en de geotechnici. Deze zouden vaker met elkaar moeten communiceren. Ook prof. Einstein meent dat er in de VS een grote kloof bestaat tussen aannemers en consultants.

### **US Army Corps of Engineers (USACE)**

Prof. Baecher kent o.a. David Pezza, de teamleader van de geotechnici, die onlangs met pensioen is gegaan en Eric Halpin, die hij hoog inschat als het gaat over riskmanagement en hierin carrière maakt. USACE telt zo'n 5.000 geotechnici over heel de VS. Hun budget is de laatste jaren overigens alleen maar toegenomen.

Dr. Bachus kent USACE goed, o.a. David Paul die begin mei in Nederland is komen praten over 'cutoff walls' (onderloopsheidschermen). In New Orleans wil men schermen van 60 feet lang en 18 inches breed gaan toepassen. David Paul werkt bij het Risk Management Center (RMC) in Denver, Colorado. Dit RMC is een samenwerkingsverband tussen USACE, US Bureau of Land Reclamation en FERC en houdt zich vooral bezig met energiecentrales.

---

## 2. Aanbevelingen

---

### **International Review Board (IRB)**

Gezien de hoofddoelstelling van de Board om de opzet en resultaten van het impulsprogramma inhoudelijk te beoordelen, ligt deelname vanuit de academische wereld het meest voor de hand.

Prof. Baecher een uitstekende kandidaat voor de International Review Board gezien zijn overzicht van het veld en zijn netwerk. Desgevraagd staat hij hier voor open.

Aanbevolen wordt om Prof. Baecher van University of Maryland te vragen om deel te gaan nemen aan de IRB,

### **Vervolgmissie**

Het is op deze missie niet gelukt om contact te leggen met het USACE. In Denver, Colorado, ligt het Risk Management Center van het Corps, dat veel kennis in huis heeft over geo risico management. In Vicksburg werken een aantal geotechnische topspecialisten zoals Michael Sharp en Joseph Koester, de leader van de COP Geo-engineering.

Tijdens het bezoek van de DG-RWS Jan Hendrik Dronkers aan USACE begin 2011, is ook het Geo-Impulsprogramma aan de orde geweest en heeft het Corps grote belangstelling getoond voor verdere samenwerking.

Daarnaast is het in dit tijdsbestek niet mogelijk geweest om andere belangrijke hoogleraren en universiteiten te bezoeken, zoals prof. Briaud van de Texas A&M University en prof. Seed van de University of Berkely.

Aanbevolen wordt om in de loop van 2012 een vervolgmmissie voor te bereiden en uit te voeren naar het USACE en relevante universiteiten.

---

## 3. Bespreekverslagen

---

### Samenvatting gesprekken

#### 1. Prof. Greg Baecher, University of Maryland

Op 18 april 2011 gesproken met Prof. Gregory Baecher, Professor of Engineering, University of Maryland, College Park, Department of Civil and environmental engineering,

Prof. Greg Baecher adviseert bij veel grote civiele projecten in de VS met name op het gebied van de waterveiligheid, zoals New Orleans. Hij heeft een uitgebreid netwerk op het vakgebied van de geotechniek en komt regelmatig in Nederland. Hij kent o.a. prof. Vrijling en heeft goede contacten met Deltares, o.a. met Jos Dijkman en Bas Jonkman. Hij komt de Nederlands bureaus steeds vaker tegen zoals Royal Haskoning en Arcadis. Fugro zit al veel langer in de VS.

Bij USACE kent hij o.a. David Pezza, de teamleader van de geotechnici, die onlangs met pensioen is gegaan en Eric Halpin, die hij hoog inschat als het gaat over riskmanagement en hierin carrière maakt. USACE telt zo'n 5.000 geotechnici over heel de VS. Hun budget is de laatste jaren overigens alleen maar toegenomen.

Prof. Baecher kent prof. Bachus van GeoSyntec niet persoonlijk, maar wel Georgia Tech waar Bachus vandaan komt. Hij ziet Georgia Tech als het meest gerenommeerde instituut in de VS op het gebied van de geotechniek. Ook prof. Paul Maine komt van Georgia Tech en is een internationaal boegbeeld op het gebied van de bepaling van grondparameters.

Prof. Herbert Einstein van MIT is een zeer goede vriend van prof. Baecher. MIT was in het verleden hét toonaangevende instituut op het gebied van grondmechanica, met zo'n zeven hoogleraren op het gebied van de geotechniek (o.a. prof. Lamb), maar momenteel zijn er nog maar twee: Einstein en Andrew Whittle (beiden kent Peter van den Berg erg goed uit het verleden). Zo'n 15 jaar geleden is bij MIT vastgesteld dat geotechniek geen high tech vakgebied meer is, niet uitdagend meer is en afgebouwd kan worden.

Prof Baecher is het hier uitdrukkelijk niet mee eens. Hij noemt een aantal belangrijke problemen in de VS waar de geotechniek een belangrijke rol speelt zoals:

- 
- vereiste dijkversterkingen rond San Francisco (1.800 km) tegen stormvloeden
  - rivierdijkversterkingen rond Sacramento tegen hoogwaterafvoeren als gevolg van smeltwater in de bergen
  - ontginning van de droge woestijngebieden in het westen van de VS

Rond Washington DC gebeurt niet zoveel op geotechnisch gebied. Er is een wet die verbiedt om gebouwen neer te zetten die hoger zijn dan het Witte Huis. De funderingen zijn in het algemeen ondiep.

In de VS bestaat momenteel een groot tekort aan nieuwe studenten in civiele techniek in het algemeen en geotechniek in het bijzonder. Hij wijt dit met name aan de relatief lage salarissen.

Hij beveelt ons de volgende experts aan om kennis mee te maken:

- Ed Link van de universiteit van Maryland, die veel contacten heeft met USACE
- Allen Marr van Geocomp
- John Christian afkomstig van MIT.

Met John Christian heeft hij een boek geschreven (en is met een tweede bezig) over risico analyse. Greg is deskundige in het analyseren van risico's en minder in het beheersen van de geotechnische risico's (risicomangement). Hij kent de RISMAN-methode niet en wil hier graag meer over weten.

Prof Baecher vindt de Geo-Impuls een boeiend en belangrijk programma. Hij is verbaasd dat het regelmatig misgaat wat betreft geotechnisch falen, omdat Nederland een goed reputatie heeft op het vakgebied. Hij heeft in eerste instantie de neiging om meer technologisch onderzoek te laten verrichten om de problemen op te lossen, maar erkent dat een verandering van "houding en gedrag" ook essentieel is.

Hij wil graag op de hoogte blijven van de ontwikkelingen. Hij bezoekt gemiddeld eens per jaar Nederland en wil graag in contact met ons blijven.

Gezien zijn overzicht van het veld en zijn netwerk is prof. Baecher een uitstekende kandidaat voor de International Review Board. Desgevraagd staat hij hier voor open.

---

## 2. Silas Nichols, FHWA

Op 19 april 2011 gesproken met Mr. Silas Nichols, Principal Bridge Engineer – Geotechnical, Federal Highway Administration FHWA Washington DC en Mr. Khalid Mohamed, senior geotechnical engineer.

FHWA is een overheidsorganisatie (geen agency) die VS-breed opereert en het hoofdwegennet beheert. Er werken 2.800 mensen, waarvan 600 constructeurs en 28 geotechnici. Nelda Bravo werkt op de afdeling voor internationale zaken, maar was vandaag verhinderd.

Onno Tool van DVS is sinds 1 maart gedetacheerd bij FHWA en TRB als opvolger van Hans van Saan. De TRB is de Transportation Research Board, die te vergelijken valt met onze SWOV. Onno is graag bereid om ons te helpen indien nodig.

Silas Nichols geeft aan dat de FHWA ook volop te maken heeft met geotechnisch falen, zoals:

- landverschuivingen ('landslides') langs de Washington State University
- 'rockslides' in bergachtige gebieden
- bezwijken van dijken in New Orleans tijdens 'Katrina'
- zwakke rivierdijken bij Sacramento en smeltwater
- karstproblemen
- corrosie van stalen damwanden

FHWA beheert 600.000 bruggen in de VS; jaarlijks bezwijken er zo'n 1.200.

Silas Nichols onderschrijft onze inschatting dat de helft van alle faalgevallen grondgerelateerd zijn. De definitie van falen is niet helemaal helder. Als je wegennet niet voldoet aan de vereiste prestatie ('performance') zou je dit ook falen kunnen noemen. Wij zouden dit eerder achterstallig onderhoud noemen.

In de VS worden de specificaties op verschillende manieren in een contract vastgelegd:

- op basis van 'performance'
- op basis van de gebruikte methode van werken

Er wordt veel gewerkt met standaard-richtlijnen van ASHTOO.

FHWA werkt regelmatig met D&C-contracten. Het blijkt echter veel werk te zijn om de geotechnische specificaties hierin op te nemen.

Er worden steeds meer projecten gefinancierd met de hulp van publiek private financiering ('PPP'). Alliantie-achtige contracten zijn nog relatief

---

onbekend. Men ziet mogelijkheden hiervoor bij complexe projecten. Ook FHWA maakt steeds vaker onderscheid in hun aanpak tussen relatief eenvoudige standaardprojecten en de meer complexe unieke projecten ("80-20 regel").

FHWA maakt ook gebruik van de Observational Method. Er loopt momenteel een case rond de evaluatie van de Philadelphia bridge.

Silas Nichols is zeer geïnteresseerd naar de nieuwe detectiemethoden voor het opsporen van bentoniet-insluitingen in diepwanden. Hij wil graag meer weten van het promotie-onderzoek van Rodriaan Spruit en de toepassing in de Spoorzone Delft.

Wat betreft het verdelen van de risico's wordt opgemerkt dat de FHWA steeds vaker gebruik maakt van 'baseline reporting'. Wij hebben deze werkmethode overgenomen van de VS en verwerkt in onze RVG-systematiek.

Ook de VS doet veel aan kennisoverdracht in de wegenbouw. Er bestaat hiervoor een nationaal opleidingsinstituut het National Highway Institute, waar alle partijen kunnen deelnemen van overheid, aannemers en ingenieurbureaus. Bij dit instituut lopen momenteel 28 cursussen op het gebied van de geotechniek.

Specifiek voor projecten wordt geëxperimenteerd met DIGGS. Met deze software afkomstig van de UK, kunnen projecten systematischer worden geëvalueerd en de leer- en verbeterpunten worden vastgelegd.

Silas Nichols geeft aan dat de FHWA de komende tijd moet krimpen in omvang. De risicogestuurde werkwijze zal echter een groot issue worden in de nieuwe organisatie. Hij is dan ook erg benieuwd naar de voortgang van het Geo-Impulsprogramma en wil graag betrokken blijven en meedenken.

---

### 3. Dr. Robert Bachus, Geosyntec

Op 21 april gesproken met Dr. Robert (Bob) Bachus, Principal bij Geosyntec, Kennesaw, Georgia.

Dr. Bachus is ons aanbevolen door Silas Nichols van FHWA voor wie hij een aantal richtlijnen heeft opgesteld.

Geosyntec is in 1984 opgericht door twee ingenieurs en uitgegroeid tot een consultant met 800 medewerkers, 45 vestigingen in de VS en een in Maleisië en VK. De werknemers zijn gezamenlijk eigenaar van het bedrijf, tot een maximum aandeel van 5%, dat moet worden terugverkocht aan Geosyntec bij vertrek of pensionering.

Geosyntec is begonnen met het adviseren over geotextielen voor stortplaatsen, maar adviseert inmiddels over meerdere onderwerpen inclusief geo-engineering. De bedrijfsfilosofie is die van een netwerkorganisatie in de vorm van Communities of Practice (COP's). Deze COP's zijn ingericht naar voor de klanten herkenbare problemen en niet naar kennisgebieden.

In de VS hebben de meeste aannemers geen eigen ontwerpafdeling. Zij huren hiervoor een ingenieursbureau, op basis van de laagste prijs ('squeeze them out'). Geosyntec doet hier niet aan mee en komt pas in beeld als de aannemer een probleem heeft met zijn consultant.

Dr. Bachus kent USACE goed, o.a. David Paul die begin mei in Nederland komt praten over 'cutoff walls' (onderloopsheidschermen). In New Orleans wil men schermen van 60 feet lang en 18 inches breed gaan toepassen. David Paul werkt bij het Risk Management Center (RMC) in Denver, Colorado. Dit RMC is een samenwerkingsverband tussen USACE, US Bureau of Land Reclamation en FERC en houdt zich vooral bezig met energiecentrales.

Ook Geosyntec heeft een Risk Management Center (RMC) die offertes beoordeeld op de risico's voor het bedrijf. Zij hanteren hierbij een aantal criteria, zoals:

- is het een woningbouwproject? Zo ja, dan wordt niet getenderd. De marges voor geotechnische adviezen zijn te laag.
- is het een overheidsproject (federal)? Ook dan wordt niet getenderd. Als het misgaat kan de overheid in de VS niet worden gedagvaard ('immunity').

Het RMC gaat over bedrijfsrisico's. Geo-risico's komen hier slechts zijdelings aan de orde. In het RMC zitten de CEO, CFO, verzekeringspecialist en een technisch specialist. Deze laatste kan een



---

'peer en senior review' vragen aan experts binnen het bedrijf over de geotechnische risico's van het te tenderen project. De focus van de RMC is steeds "waar zijn we het bangst voor?".

Kennisoverdracht en kennisborging vindt bij Geosyntec op verschillende manieren plaats

- Interne cursussen.

- Jaarlijks symposium over 'lessons learnt'. Iedereen geeft een postersessie van zijn project en vertelt wat het probleem was en hoe het is opgelost. De symposia zijn meestal geconcentreerd rond een COP.

- Projectevaluaties kunnen worden vastgelegd volgens een bepaald protocol, DIGGS genaamd, dat in VK is bedacht. De geotechnische informatie wordt op een uniforme wijze in een digitaal bestand verwerkt en toegankelijk gemaakt. In de VS wordt echter bijna uitsluitend met AGS gewerkt dat een Amerikaans systeem is ('not invented here'). Er wordt voorlopig alleen op kleine schaal geëxperimenteerd met deze aanpak door FHWA.

De veiligheidsfilosofie van een project is gebaseerd op een voldoende hoge veiligheidsfactor, die is gedefinieerd als sterkte/belasting en gemiddelden zijn. In werkelijkheid zijn dit stochastische grootheden met een spreiding. Het overlapgebied tussen beiden is de kans op bezwijken. Ook het SBW-onderzoek hanteert deze filosofie. De LRFD-methode, dat staat voor 'Load & Resistance Factor Design' gaat een stapje verder. Indien men meer informatie heeft over de parameters wordt de spreiding kleiner en is de kans op bezwijken kleiner. In dat geval mag men een hogere belasting hanteren.

De meeste geotechnische problemen in de VS zijn 'geo-hazards' zoals liquefactie, karst en 'landslides'. Geo-hazard is een vorm van geotechnisch falen maar er zijn meer oorzaken te noemen.

De heiers en de aannemers van geboorde palen zijn mondiaal georganiseerd in het DFI (Deep Foundation Institute). Europees is dit het EFFC en in Nederland de NVAF. In de VS bestaat daarnaast het ADSC (Association of drilled shaft contractors) en de PDCA (Pile driving contractors association).

De AASHTO-richtlijnen geven een standaardontwerp van bruggen, wegen etc. Deze richtlijnen worden regelmatig aangepast. De LRFD-methode is in 2007-2009 toegevoegd. Geotechniek staat in deel 10. De AASHTO stelt ontwerpcriteria op en schrijft niet in detail voor. Bij afwijkingen dient de aannemer aan te tonen dat zijn nieuwe ontwerp voldoet aan deze criteria. Hierdoor blijft innovatie mogelijk.

Dr. Bachus kent geen expliciet geo risico management systeem in de VS. RISMAN kent hij ook niet. Bij doorvragen blijkt echter dat hij wel de

---

bekende RISMAN-stappen volgt van inventariseren en classificeren van de risico's tot uiteindelijk het beheersen van de risico's. Hij hanteert de methode dus wel. Ook de risicomatrix met kansen en effecten wordt gehanteerd, waarbij grote risico's worden gereduceerd of verzekerd.

Nog enkele interessante uitspraken van Dr. Bachus:

- Dr. Bachus is van mening dat er momenteel te weinig geotechnici op beleidsposities zitten, waardoor er te weinig aandacht is voor geotechnische problemen.
- De grootste onzekerheid is het goed karakteriseren van de ondergrond.
- Geo-engineering wordt vooral bepaald door lokale omstandigheden. Geosyntec richt zich dan ook bijna uitsluitend op de VS.
- Er wordt veel gebruik gemaakt van 'back analysis'. Hierbij wordt het gedrag eerst voorspeld, daarna wordt er gemeten en wordt het gebruikte model zo nodig bijgesteld.
- Er bestaat veel onbegrip tussen de constructeurs en de geotechnici. Deze zouden vaker met elkaar moeten communiceren.
- De opleidingen over geo risico management zouden al op de universiteit moeten starten en later met cursussen in de bedrijven zelf.

Dr. Bachus is graag bereid om in de toekomst mee te denken over het Geo-Impulsprogramma.

---

#### 4. Prof. Herbert Einstein, MIT

Op 22 april 2011 gesproken met Professor Herbert Einstein, Professor in Civil Engineering, MIT, Cambridge/Boston.

Prof. Baecher van de University of Maryland was een van de studenten van prof. Einstein. Hij kent Boemer van RWS en Martin van Staveren van MSRM. Peter van den Berg heeft tijdens zijn promotie een tijd gestudeerd op MIT bij prof. Andrew Wittle. Einstein en Wittle zijn momenteel de twee laatste hoogleraren bij MIT op het gebied van Geo-engineering.

Einstein merkt op dat risico analyse steeds meer gebruikt wordt in de VS in de vorm van kostenrisico's en faalrisico's.

De analyse van kostenrisico's wordt al zo'n 5-7 jaar uitgevoerd door Washington State Transport Agency. Zij houden regelmatig workshops waar de factoren worden vastgesteld die de kosten kunnen verlagen of verhogen. Einstein heeft een PhD-student, Philip Roberts die binnenkort promoveert op de analyse van kostenrisico's. Einstein zal het proefschrift opsturen. Het is overigens een bekend fenomeen dat infrastructurele projecten altijd duurder uitpakken dan begroot, onafhankelijk van falen.

De analyse van faalrisico's is nog niet erg gebruikelijk in de VS. Einstein weet dat hier op twee plaatsen aan wordt gewerkt.

De New York City Transport Agency neemt sinds kort de geotechnische risico's systematisch mee in hun ontwerp. Zij hebben de afgelopen jaren zo'n 12-15 miljard dollar geïnvesteerd in metro- en treintunnels. Einstein is consultant voor de NY-Agency. De MTA, wat staat voor Metropolitan Transport Authority, heeft zo'n 60-100 contracten lopen waarin de geotechnische risico's worden vastgesteld en gemanaged. Dit wordt volledig uitbesteed aan Risk Consultants van alle grote ingenieurbureaus zoals ARUP, die dit op een consistente wijze oppakken.

De andere plaats is USACE, die sinds Katrina de stabiliteit van dijken op basis van risico's beoordeeld. Baecher heeft hierover een belangrijk rapport geschreven.

Einstein noemt de natural hazards of geo-hazards als apart aandachtspunt. Hij denkt hierbij aan aardbevingen, overstromingen, tsunami's, landslides e.d.. Verschillende instanties houden zich hiermee bezig zoals USACE, Geological Survey en State Transport Agencies (de highway departments). Deze laatste zit vooral op instabiliteit van hellingen, met name van gesteente. Bij 'hazards' wordt alleen de kans op falen uitgerekend, terwijl bij 'risks' ook de gevolgen worden meegenomen.

---

Einstein is betrokken bij het International Center of Geo-hazards van het NGI in Noorwegen (Farrokh Nadim). Er wordt onderzoek verricht binnen het project 'safe land', wat wordt betaald door Noorwegen en de EG. Het onderzoek richt zich niet specifiek op risico management, maar op de instabiliteit van hellingen.

Bij geotechnische risico's bedoelt Einstein met falen als een vooraf vastgesteld criterium van vervormingen wordt overschreden. Einstein onderscheidt hierbij geotechnisch falen in bezwijken ('collapse') en vervormen ('deformation'). Bij bezwijken is sprake van een veiligheidsprobleem ('safety') en bij vervormen van een verminderde dienstverlening ('serviceability') door achterstallig onderhoud.

Een andere indeling voor geotechnisch falen is naar oorzaak: natuurlijk of menselijk. Bij geo-hazards is sprake van natuurlijk falen, terwijl bij menselijk falen zaken fout gaan in het ontwerp of de uitvoering. Ook Einstein ziet hierbij als belangrijkste oorzaak het niet toepassen van bestaande kennis.

Voor Einstein kan geotechnisch falen in alle projectfasen optreden: ontwerp, uitvoering en beheer.

Hij is een groot voorstander van de Observational Method (OM). OM moet een onderdeel uitmaken van de ontwerpfase. Dan moet worden vastgesteld hoe gemonitord moet worden en welke waarden verwacht worden. Ook moet vooraf bedacht worden wat er gedaan moet worden als er tijdens de bouw afwijkingen worden geconstateerd. Dit geldt ook voor de analyse van de geotechnische risico's met betrekking tot de kans van optreden en de mogelijke gevolgen en beheersmaatregelen.

Hij memoreert aan de bekende curve waarbij de aanlegkosten toenemen tijdens ontwerp, uitvoering en beheer en de kosten voor gevolgen en beheersmaatregelen de omgekeerde trend volgen. De opdrachtgevers van een werk realiseren zich niet dat de eerste uitgegeven dollars veel meer waard zijn dan de laatste. Voor grondonderzoek geldt een vergelijkbaar verhaal. Uit Life Cycle Assessments blijkt overigens ook dat het voor banken niet waard is om een grote investering te doen om de levensduur van een project te verhogen van bijv. 40 naar 50 jaar.

Einstein kent de RISMAN methode niet. Hij beaamt dat het zwaartepunt van de literatuur over risico-analyse (kans op falen) gaat en veel minder over risicomangement (analyseren en beheersen van de risico's). Hij vindt de risicomatrix (kansen en gevolgen) een goed conceptueel model, wat echter zijn beperkingen heeft. Het kan je helpen om de grote van de kleine risico's te scheiden. De risico's hier tussenin zijn veel lastiger te classificeren. Over het verzekeren van risico's bij een lage kans en groot gevolg verwijst hij naar de verzekeraars. In Japan waren de gevolgen van

---

de recente aardbeving en tsunami verzekerd, maar het is de vraag of dit in de toekomst zo blijft.

Wat betreft onderwijs over geo risico management merkt Einstein op dat er geen college hierover wordt gegeven. Ook risico management in het algemeen wordt niet bij Civil engineering gedoceerd. Er zijn wel vakken bij MIT School of management die zich bezighouden met 'business-risks'.

De AASHTO-richtlijnen bieden inderdaad mogelijkheden voor innovatie. Toch gebeurt het nog te weinig omdat men bang is voor juridische stappen als men afwijkt van de standaard. Afwijken kost meestal extra geld. Overigens zijn aannemers met een eigen ontwerp bureau vaak innovatiever dan aannemers die een consultant inhuren. In de VS bestaat een grote kloof tussen aannemers en consultants.

Einstein vindt onze raming van 10% faalkosten wat veel, maar onderschrijft dat de helft van alle falen grondgerelateerd is.

Hij is zeer bereidwillig om in de toekomst vragen over de Geo-Impuls te beantwoorden.