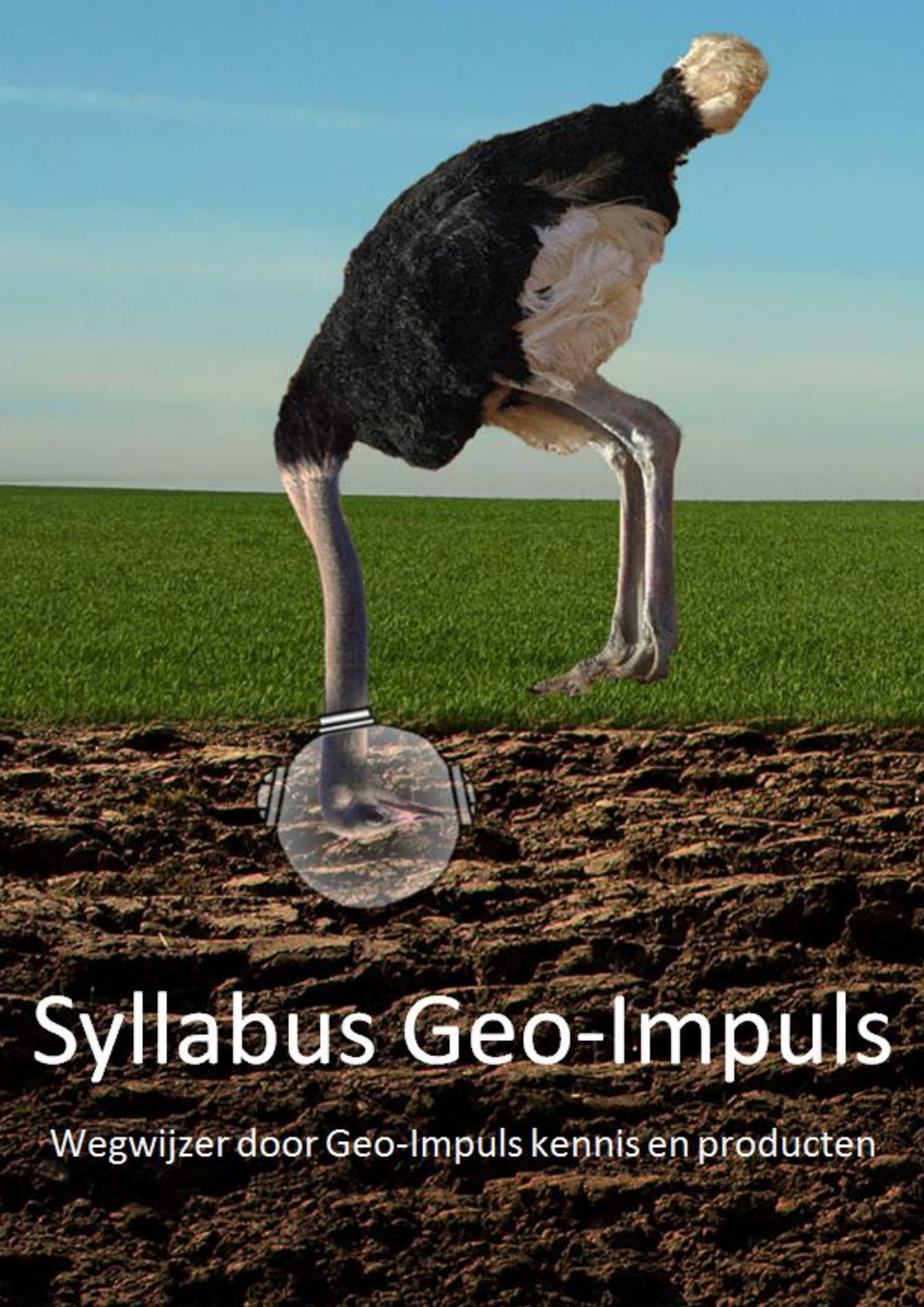


Syllabus Geo-Impuls

Wegwijzer door Geo-Impuls kennis en producten

Redactieraad:

- Joost van der Schrier, hoofdredacteur, Royal HaskoningDHV
- Esther Rosenbrand, redacteur, Deltares
- Mandy Korff, redactielid, Deltares
- Martin van Staveren, redactielid, VSRM Van Staveren Risk Management
- Arny Lengkeek, redactielid, Witteveen & Bos
- Dirk Pereboom, redactielid, Deltares

Met belangrijke inhoudelijke bijdragen van:

- Arjan Venmans, Deltares
- Martin van Staveren, VSRM Van Staveren Risk Management
- Paul Litjens, Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur
- Marije Nieuwenhuizen, Gryffin, Redactie, vormgeving, multimedia

Nijmegen, November 2016 (Rev. Oktober 2020).

OVER DE SYLLABUS

Met de afronding van het Geo-Impuls programma in 2015 is een brede verzameling aan kennis en producten ter beschikking gekomen die zijn ontwikkeld om het risico op faalkosten in bouw- en infrastructuurprojecten te reduceren.

Deze syllabus is gemaakt om bij te dragen aan de overdracht van Geo-Impuls kennis aan diegene die daadwerkelijk een stap wil zetten op het gebied van faalkostenreductie. De syllabus is tot stand gekomen dankzij financiële bijdragen vanuit het Geo-Impuls programma en vanuit de afdeling KIVI Geotechniek.

Binnen de syllabus staat georisicomanagement; het expliciet managen van geotechnische risico´s binnen de (project) risicomanagementstructuur, centraal. De inhoud laat zien dat het managen van geotechnische risico's actie vraagt vanuit verschillende invalshoeken, waaronder techniek, communicatie & omgeving en contract. De syllabus geeft een integraal overzicht van de materie, laat zien welke gereedschappen zijn ontwikkeld, en geeft de essenties voor toepassing weer.

De syllabus biedt een basis voor de eerste toepassing binnen de eigen projectomgeving of organisatie. De aangereikte stof kan worden gebruikt door managers, als hulpmiddel bij het toepassen, door specialisten vanwege de inhoudelijke invulling, en ook in het onderwijs, als integrale leerstof of als handreiking voor het toepassen van georisicomanagement in project gestuurd onderwijs.

Hoewel de syllabus zo goed als mogelijk is afgestemd op doel en doelgroep wordt tegelijkertijd onderkend dat het werkveld volop in beweging en ontwikkeling is. Voor een overzicht van de meest recente ontwikkelingen, maar ook om deelproducten integraal te downloaden, wordt daarom verwezen naar de website van het Geo-Impuls programma Website Geo-Impuls. Daarnaast zijn de producten ook hier terug te vinden op de Website van het KIVI (Koninklijk Instituut voor Ingenieurs).

Het Geo-Impuls programma heeft ook geleid tot een aantal nieuwe of vernieuwde vakinhoudelijke cursussen. Het wordt zeker aanbevolen om gebruik te maken van de cursus mogelijkheden die de professionele opleidingsmarkt op dit punt biedt.

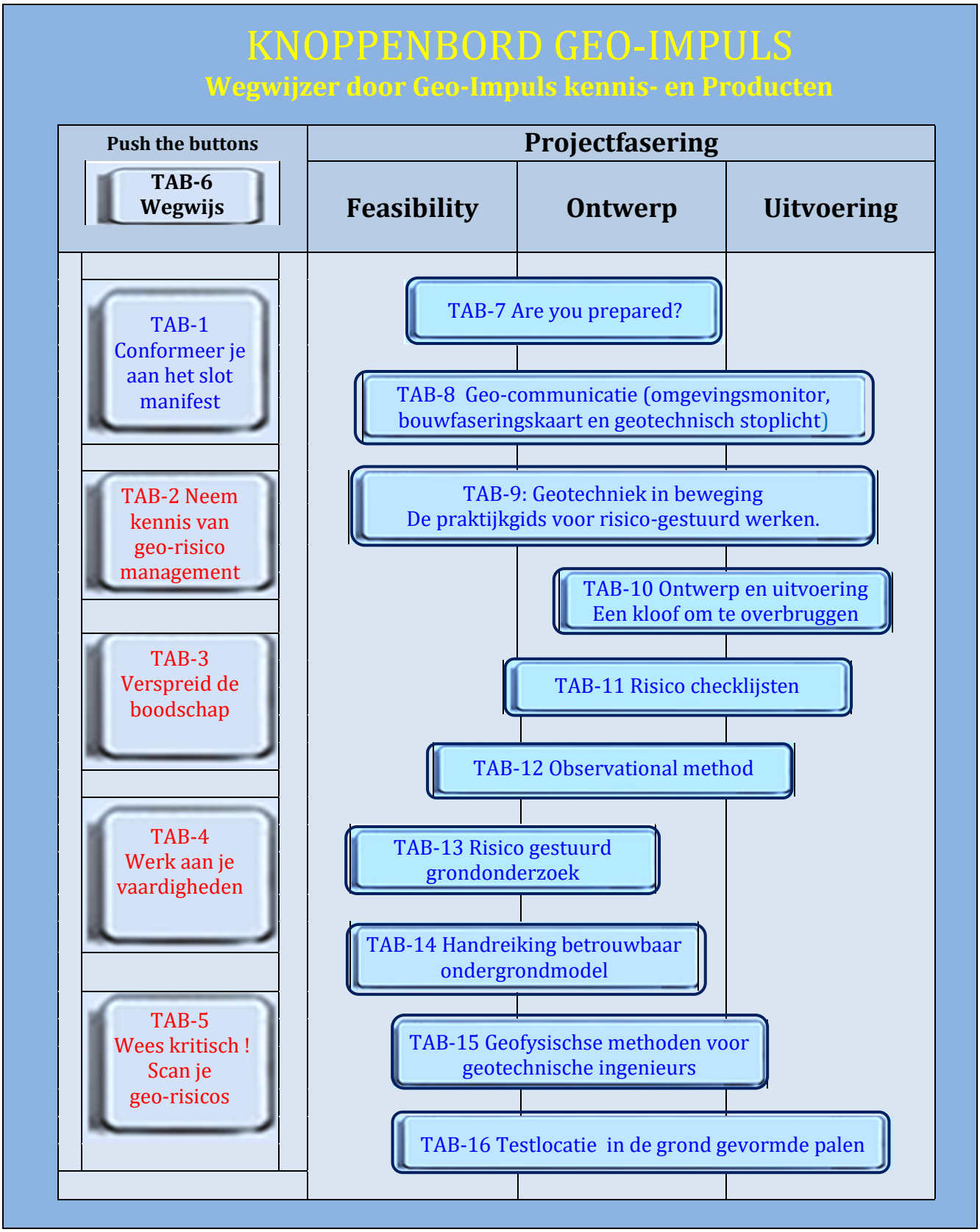
Ten slotte, dit product was ook niet tot stand gekomen zonder de hulp van al die mensen die direct dan wel indirect - via Geo-Impuls of anderzijds - zo enthousiast hebben bijgedragen aan het vervaardigen van dit product.

Wij wensen u veel plezier en succes toe bij het gebruik van deze syllabus,

Namens de redactie,

Joost van der Schrier en Esther Rosenbrand.

Onderstaand Knoppenbord Geo-Impuls" biedt de mogelijkheid om te springen tussen verschillende Geo-Impuls kennis- en Producten. Vanuit de onderdelen kan vervolgens worden teruggekeerd naar het knoppenbord via de "back toets".
Hoe de Syllabus het best kan worden gebruikt is toegelicht "onder de Wegwijs toets".



TAB-1

DE VRIJBLIJVENDHEID IS VOORBIJ

Meer dan 30 partijen hebben op 23 april 2015 het Geo-Impuls slotmanifest (Figuur 1-1) ondertekend en hebben zich aan de doelstelling van het programma gecommitteerd. Hiermee is de vrijblijvendheid voorbij, iedereen dient zijn verantwoordelijkheid te nemen voor het toepassen van georisicomanagement als onderdeel van het projectmanagement. Sterker nog, binnen veel grotere projecten is dit nu vereist (Figuur 1-2).

Georisicomanagement vereist een multidisciplinaire en integrale aanpak. Deze syllabus biedt de lezer de ontwikkelde Geo-Impuls kennis en producten om hieraan verdere invulling te geven.

SLOTMANIFEST

De ondergrond kent van nature grote variaties en vormt hierdoor een onzekere factor bij het ontwerpen, uitvoeren en onderhouden van civiele projecten, met potentieel grote gevolgen. Er hebben zich in het verleden vaak incidenten en calamiteiten voorgedaan, die financiële consequenties hebben gehad en het imago van de bouwsector negatief hebben beïnvloed. In 2009 is daarom het vijf jaar durende programma Geo-Impuls gestart. Geo-Impuls is een samenwerking van opdrachtgevers, aannemers, kennisinstituten en ingenieursbureaus, met als doel het aantal incidenten als gevolg van geotechnisch falen in vergelijking met 2009 te halveren in 2015. Twaalf werkgroepen hebben zich de afgelopen jaren ingespannen voor het beter beheersen van de drie geotechnische toprisico's: verzakkingen of instortingen (Techniek), afwijkende grondgesteldheid (Contracten) en verlies aan draagvlak (Omgeving).

De ondertekenaars van dit manifest zijn bijzonder trots op de bereikte resultaten:

- Het aantal geotechnische incidenten, gepubliceerd in de Cobouw, is de afgelopen jaren geleidelijk afgenomen en inmiddels al meer dan gehalveerd t.o.v. 2009 (zie Geotechniek, april 2014)
- Er heeft een cultuurverandering plaatsgevonden, waarbij het besef van het belang van geotechnische risico's is toegenomen, met name bij projectmanagers, directieleden en bestuurders.
- Geotechnische risico's worden vroegtijdig gesignaleerd, besproken en proactief opgepakt
- Er is een groot aantal tools ontwikkeld die met succes zijn getest in bouwprojecten. De producten en ervaringen zijn terug te vinden op de nieuwe website www.geoimpuls.org
- Georisicomanagement (GeoRM) is als leidend principe ontwikkeld en sluit naadloos aan op het bestaande projectrisicomanagement
- Er is een protocol voor een Geo Risico Scan beschikbaar, waarmee de kwaliteit van GeoRM in een specifieke projectfase op praktische wijze kan worden getoetst

Wij zijn ervan overtuigd dat georisicomanagement een onlosmakelijk onderdeel van een project is en dat de principes in alle stappen van het project toegepast dienen te worden. Gezien de grote potentiële schades die hiermee voorkomen kunnen worden, zijn alle partijen erbij gebaat om hieraan een bijdrage te leveren.

Wij zullen elkaar hier blijvend op aanspreken!

Utrecht, 23 april 2015

FIGUUR 1-1 GEO-IMPULS SLOTMANIFEST

FIGUUR 1-2 RIJKSWATERSTAAT VERPLICHT GEORISICOMANAGEMENT (COBOUW 2-11-2013)

GEORISICOMANAGEMENT VEREIST EEN MULTIDISCIPLINAIRE INTEGRALE AANPAK

Het omgaan met grond gerelateerde risico's, beschouwd vanuit een breed perspectief, vereist een multidisciplinaire aanpak en een benadering vanuit verschillende invalshoeken (technisch, juridisch, financieel, sociaal, politiek, etc.). Het georisicomanagement is niet alleen een taak van de geotechnische specialist; het behoort een integraal onderdeel te zijn van het project en deel uit te maken van het integrale project kwaliteitssysteem.

Binnen Geo-Impuls zijn producten ontwikkeld in de vier thema's: techniek, contract, mens en omgeving die gezamenlijk bijdragen aan effectief georisicomanagement (Figuur 1-3).

FIGUUR 1-3 GEORISICOMANAGEMENT BOUWT OP EEN MULTIDISCIPLINAIRE INTEGRALE AANPAK.

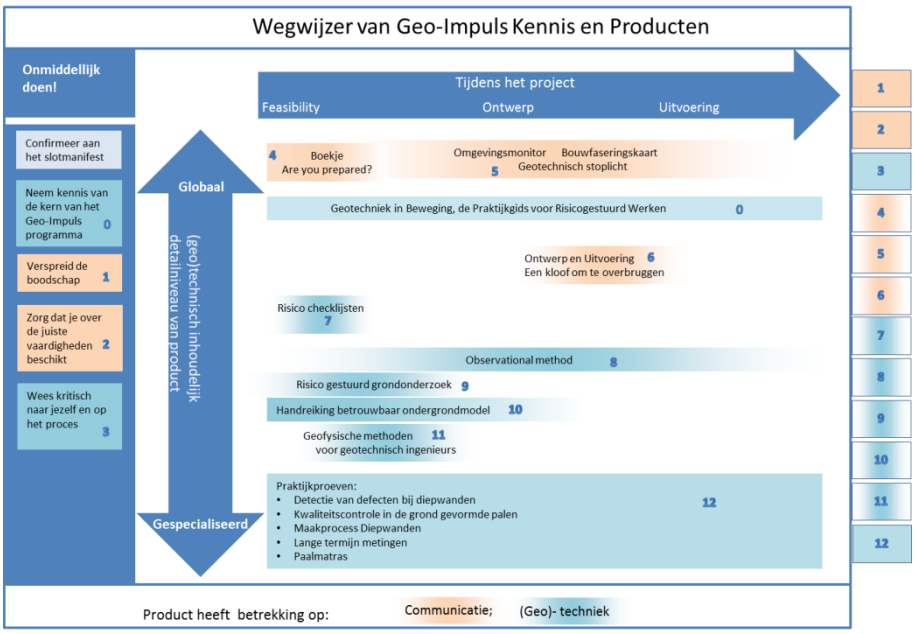
TAB-6

HOE DE SYLLABUS TE GEBRUIKEN

Deze syllabus behandelt de producten en kennis die tijdens het Geo-Impuls programma ontwikkeld zijn. Met de syllabus kan worden beoordeeld *welke* producten, *wanneer* kunnen worden toegepast, en *hoe* toegang tot deze producten kan worden gekregen voor verdere toepassing. Er is gekozen voor een technisch detail niveau dat de ruimte biedt om alle onderwerpen aan de orde te stellen en om ten minste de principes voor de toepassing van producten te kunnen behandelen. Wanneer de lezer een product toe wil passen in een specifiek project, kan dit product vaak integraal en gratis worden gedownload van de website van het Geo-Impuls programma (Spring naar website Geo-impuls). Voor de geïnteresseerde lezer zijn per product ook referenties naar verdiepende achtergrondinformatie opgenomen.

DE WEGWIJZER VAN GEO-IMPULS KENNIS EN PRODUCTEN

De ingang tot de syllabus is Figuur 1-4, hierin zijn producten overzichtelijk gerangschikt naar technisch detail niveau en de projectfase waarop zij betrekking hebben. De figuur is bedoeld als voorblad met achterliggende tabbladen. Het voorblad geeft aan onder welke TAB de verschillende producten behandeld worden. De figuur heeft als leidraad gediend voor het Knoppenbord Geo-Impuls, zoals nu toegepast in de syllabus, te bereiken via de Back-toets. De TAB bladen zijn hierin vervangen door “knoppen” die je door de syllabus heen leiden.



FIGUUR 1-4 DE WEGWIJZER VAN GEO-IMPULS KENNIS EN PRODUCTEN

Geo-Impuls producten die onmiddellijk bijdragen aan het creëren van een cultuur waarin het toepassen van georisicomanagement vanzelfsprekend is zijn in de linker kolom in Figuur 6-3 weergegeven. Relatief kleine acties, die met relatief weinig inspanning al resultaat opleveren. Het advies luid: ‘begin hier onmiddellijk mee’.
Het artikel ‘GeoRM: Risicogestuurd werken als eindresultaat van Geo-Impuls’ (van Staveren & Litjens, 2012) geeft een uitstekende introductie tot de principes van het risicogestuurd

werken, de RISMAN methode, en het belang van de rol van georisicomanagement als onderdeel van het projectrisicomanagement. Dit artikel is integraal opgenomen onder TAB-2 (Spring naar artikel).

Producten die vooral in de loop van een project ingezet kunnen worden zijn gerangschikt in matrixvorm in Figuur 1-4. De verticale as betreft het technisch detailniveau van het product, terwijl producten langs de horizontale as naar projectfase gerangschikt zijn.

De rol van contracten en risicoverdeling is in Geo-Impuls onderzocht. Hieruit zijn verschillende publicaties voortgekomen, die veel inzicht bieden, maar nog niet direct toepasbare producten. Daarom wordt de geïnteresseerde lezer verwezen naar de literatuurlijst aan het einde van deze syllabus waar documenten op thema gerangschikt staan.

GEBRUIK VAN DE SYLLABUS IN HET ONDERWIJS

Deze syllabus kan integraal gebruikt worden als rode lijn in een cursus georisicomanagement, maar men kan er ook voor kiezen om alleen die hoofdstukken te gebruiken die direct van toepassing zijn op een voorbeeldproject in projectmatig onderwijs.

GEBRUIK VAN DE SYLLABUS DOOR DE ADVISEUR EN/OF UITVOERDER

Voor de adviseur zijn alle producten relevant.

Uit Figuur 1-4 kan direct worden afgeleid welke producten van toepassing zijn op welke projectfase. Voorts geeft Figuur 1-4 direct inzicht in het detailniveau van de aangeboden producten. De producten lager in de matrix zijn vooral relevant voor geotechnisch adviseurs terwijl de hoger gelegen producten ook toepasbaar zijn voor een bredere doelgroep.

Voor de adviseur en/of de uitvoerder is het belangrijk om te weten dat de ‘state of the art’ kennis (2015) het onderwerp was van de Fifth International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR) dat in Rotterdam plaatsvond. Op dit symposium zijn meerdere Geo-Impuls publicaties gepresenteerd en het is zinvol om hiervan kennis te nemen. Een compleet overzicht van de publicaties gekoppeld aan het Geo-Impuls programma, is, gerangschikt naar thema, opgenomen in de literatuurlijst aan het einde van deze syllabus.

GEBRUIK VAN DE SYLLABUS DOOR LEIDINGGEVENDEN, PROJECTMANAGERS EN BELEIDSMAKERS

Leidinggevenden, projectmanagers en beleidsmakers spelen een cruciale rol in het creëren van een risicobewuste cultuur. Producten die betrekking hebben op implementatie van georisicomanagement binnen organisaties zijn in de linker kolom ´Onmiddellijk doen´ in Figuur 1-4 opgenomen.

Het zijn de leidinggevenden, de projectmanagers, de beleidsmakers, en ook de politici, die een belangrijke rol hebben bij het creëren van draagvlak voor georisicomanagemnt en zij dragen specifiek verantwoordelijkheid als het gaat over een correcte implementatie.

TAB-2

NEEM KENNIS VAN GEORISICOMANAGEMENT

Het boek *´Praktijkgids voor Risicogestuurd Werken´* ook bekend onder de naam ´het gele boekje´ is een nuttig en belangrijk hulpmiddel bij het stapsgewijs en systematisch toepassen van georisicomanagement in alle projectfasen beschouwd vanuit een breed perspectief. Aangeraden wordt om dit boekje integraal te gebruiken bij de toepassing van georisicomanagement in een project (downloadbaar van www.geoimpuls.org).

Een goed overzicht van wat er onder meer in het gele boekje aan de orde komt is verwoord in het artikel 'GeoRM: Risicogestuurd werken als eindresultaat van Geo-Impuls'. Zowel de kern van het Geo-Impuls programma, de toegevoegde waarde, en de context worden in dit artikel goed weergegeven, reden waarom het lezen van dit artikel ook in de kolom 'Onmiddellijk doen!' is opgenomen.

Hieronder is het artikel 'Risicogestuurd werken als eindresultaat van Geo-Impuls' integraal overgenomen.

GEORM: RISICOGESTUURD WERKEN ALS EINDRESULTAAT VAN GEO-IMPULS

Dr. ir. Martin van Staveren MBA
Adviseur Stuurgroep en Kernteam Geo-Impuls
Adviseur risicomanagement
Van Staveren Risk Management

Ir. Paul Litjens
Secretaris Kernteam Geo-Impuls
Trekker kennisveld Geo-Engineering
Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur

Samenvatting
Geotechniek en risicomanagement vormen op het eerste gezicht misschien een niet direct voor de hand liggende combinatie. Niets is echter minder waar. Wie op de één of andere manier betrokken is bij het bouwen op, in en met grond weet dat de onzekerheden in de ondergrond groot kunnen zijn. Vanuit het sectorbrede programma Geo-Impuls wordt gewerkt aan de brede toepassing van risicomanagement, om risico's die voortkomen uit deze onzekerheden te beheersen. Daarom is GeoRM, dat staat voor GEOtechnisch RisicoManagement, als risicogestuurde werkwijze door Geo-Impuls omarmd. Alle ondergrondgerelateerde risico's worden hierdoor op een transparante en expliciete manier onderdeel van projecten. Via acht GeoPrincipes worden de verschillende spelers binnen projecten in de gelegenheid gebracht om per project maatwerk af te leveren. De ambitieuze doelstelling van Geo-Impuls – 'Halvering van Geotechnisch Falen in projecten in 2015' – komt daarmee een stap dichterbij.

Inleiding

Wanneer financiële middelen onder druk staan, is het nog zeker belangrijk, om bouw- en infraprojecten zo effectief en efficiënt mogelijk te ontwerpen, realiseren en onderhouden. In onze sector ligger er nog volop mogelijkheden om hierbij te optimaliseren. Dit vanwege faalkosten, die met gemiddeld zo'n 10 % van de omzet de financiële rendementen van vele private organisaties fors overtreffen. Daarnaast is het voor publieke organisaties nog altijd erg lastig uitleggen wanneer projecten duurder worden en langer duren. Hier is menige wethouder al over gestruikeld. De gemiddelde bouwopgave wordt er in onze grotendeels drassige grond ook niet eenvoudiger op. Dit geldt met name voor de projecten in verstedelijkte gebieden, met veel bestaande gebouwen, infrastructuur en omwonenden, die zich luid laten horen bij overlast.

Het goede nieuws is dat, op initiatief van Rijkswaterstaat, meer dan 30 partijen uit geotechnisch Nederland de handen ineen hebben geslagen. Dit met als ambitieus doel om het geotechnisch falen in projecten in 2015 te halveren. Het heeft geleidt tot het Geo-Impuls programma (Cools, 2011). In dit artikel willen we alvast een doorkijkje geven naar het beoogde eindresultaat: de brede toepassing van een risicogestuurde werkwijze binnen het vakgebied geotechniek (GeoRM). Daarbij leggen we uit wat het is en hoe je zelf in je eigen praktijk risicogestuurd kan werken. Tenslotte geven we aan hoe we de brede toepassing van risicogestuurd werken binnen de geotechniek in de resterende jaren van Geo-Impuls gezamenlijk willen bereiken.

Wat is risicogestuurd werken?

Dit lijkt een voor de hand liggende vraag. Echter, hoewel meestal *impliciet* aandacht gegeven wordt aan specifieke risico's, is binnen de huidige praktijk de combinatie van geotechniek en risicomanagement nog niet vanzelfsprekend. Een voorbeeld daarvan is het uitvoeren van een zettingsberekening, om een idee te krijgen of aan de langsvlakheidseis van een weg kan worden voldaan. Bij de *expliciete* werkwijze wordt wel degelijk ook een berekening uitgevoerd, echter aangestuurd vanuit het *zettingsrisico*. Met andere woorden, eerst wordt expliciet gemaakt welke gevolgen het niet voldoen aan de langvlakheidseis (het risico) heeft voor de toekomstige weggebruikers en de wegbeheerder. Aspecten als veiligheid en comfort spelen hierbij een rol. Voor de wegbeheerder betekent het niet voldoen aan de langsvlakheidseis dat er meer tijd en geld voor onderhoud gereserveerd dient te worden. Wat kunnen betrokken partijen, zoals opdrachtgever, bouwer, ontwerper tijdig voor maatregelen nemen, om dit risico kosteneffectief te beheersen?!

De grootte van dit risico wordt bepaald door de kans van optreden en de gevolgen. De kans van optreden wordt gebaseerd op een inschatting, waarbij kennis en ervaring in combinatie met rekenmodellen een hoofdrol speelt. Gevolgen worden uitgedrukt in diverse factoren, zoals langere realisatietijd met hogere kosten tijdens de uitvoering, vanwege extra voorbelastingen of andere technische maatregelen om aan de langsvlakheidseis te voldoen. Andere gevolgen zijn hogere onderhoudskosten voor de wegbeheerder, extra verkeershinder voor weggebruikers door een hogere onderhoudsfrequentie en reputatieschade voor de opdrachtgever, bijvoorbeeld als een pas opgeleverde weg bij het niet voldoen aan de langsvlakheidseisen dient te worden afgesloten voor renovatie.

Onder risicogestuurd werken verstaan we dus een werkwijze waarbij een expliciet risicogestuurd werkproces wordt doorlopen, in alle fasen van het project. Kenmerken van een dergelijk werkproces zijn structuur, communicatie en continuïteit in alle projectfasen, vanaf de initiatieffase tot en met beheer en onderhoud. Het centrale doel is het zo effectief en efficiënt mogelijk realiseren van de projectdoelen voor de betrokken partijen. Dit betekent dus dat die projectdoelen wel bekend dienen te zijn.

Wat maakt een risico een geotechnisch risico?!

Binnen de Geo-Impuls hanteren we de ISO3100 risicodefinitie (NEN, 2009), waarbij een risico het effect van onzekerheid op het behalen van een doelstelling is. Een risico heeft daarbij vijf kenmerken:

1. het is een mogelijke ongewenste gebeurtenis
2. het heeft één of meerdere oorzaken, die vaak met elkaar samenhangen en bijvoorbeeld van technische, menselijke, of organisatorische aard zijn
3. een risico heeft een kans van optreden
4. een risico heeft één of meerdere gevolgen, op het gebied van veiligheid, kwaliteit, tijd, geld, hinder en reputatie voor één of meer betrokkenen
5. een risico is dynamisch, waarmee wordt bedoeld dat de kans van optreden en de bijbehorende gevolgen in de tijd veranderen, doordat interne en externe omstandigheden van projecten constant aan wijzigingen onderhevig zijn.

In geval van het eerder genoemde zettingsrisico geldt het niet voldoen aan de langsvlakheidseis als ongewenste gebeurtenis (1), veroorzaakt door het optreden van ontoelaatbare zettingsverschillen (2). De gevolgen (4) hebben betrekking op afname van veiligheid en comfort van de weggebruiker en toename van onderhoudsperiode en – budget voor de wegbeheerder. Zettingsberekeningen worden in dit specifieke geval uitgevoerd om de kans van optreden te kunnen inschatten (3). Tot slot kunnen bijvoorbeeld toekomstige wegverbredingen de kans van optreden en de gevolgen van het risico veranderen (5).

Een *geotechnisch* risico is een bijzonder soort risico met minimaal één *geotechnische* oorzaak, een kans van optreden en minimaal één gevolg voor de doelstellingen van een bouw- of infrastructuurproject. Een geotechnisch risico ontstaat vanuit geotechnische onzekerheid. Dit is een gebrek aan geotechnische informatie en / of onbetrouwbare geotechnische informatie. Voor de geotechniek zijn vier soorten onzekerheid van belang, die elk met geotechnische informatie te maken hebben:

1. randomness, willekeur of gebrek aan patronen in geotechnische informatie
2. fuzziness of gebrek aan eenduidigheid in geotechnische informatie
3. incompleetheid van geotechnische informatie
4. onjuistheid, ofwel feitelijk foute geotechnische informatie
5. [*Toegevoegd door de redactie: onzekerheid in modellen*]

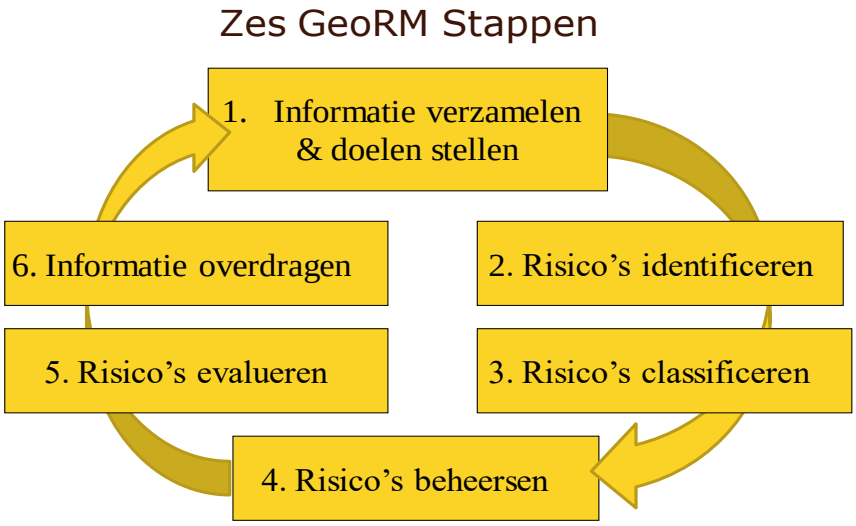
Het eerder genoemde voorbeeld van niet voldoen aan een langsvlakheidseis voor een weg is dus een geotechnisch risico en ontstaat bijvoorbeeld door een gebrek aan grondonderzoek in

een geologische gecompliceerd gebied. Vanuit de Geo-Impuls willen we het op deze wijze expliciet maken van geotechnische risico's stimuleren, om ze op daarmee tijdig en afdoende te kunnen beheersen.

GeoRM als risicogestuurde werkwijze binnen de geotechniek

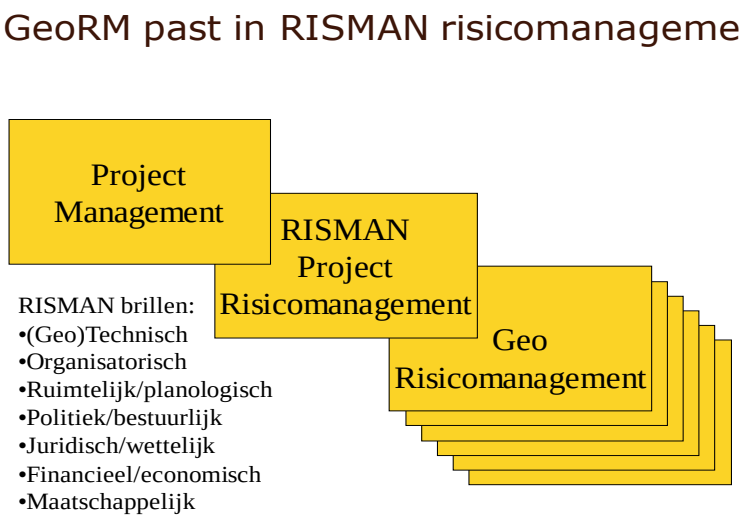
Binnen de Geo-Impuls definiëren we GeoRM als een *cyclisch* werkproces, waarbij continue, expliciet, gestructureerd en communicerend wordt omgegaan met risico's. Dit alles om de projectdoelen zo effectief en efficiënt mogelijk te realiseren. Aansluitend op het breed in de sector toegepaste RISMAN-proces (Van Well e.a., 2003) bestaat GeoRM uit zes achtereenvolgende stappen (Figuur 1):

1. verzamelen van informatie en bepalen doelstellingen
2. identificeren van geotechnische risico's
3. classificeren van geotechnische risico's
4. selecteren en uitvoeren van preventieve en / of correctieve risicobeheersmaatregelen
5. evalueren of de risicobeheersmaatregelen de beoogde reductie van het geotechnische risico opleveren
6. overdracht van alle relevante geotechnische risico informatie binnen de projectorganisatie en naar de volgende projectfase.



FIGUUR 1 GEORM-STAPPEN

Eveneens in overeenstemming met RISMAN dienen deze zes stappen in elke projectfase minimaal één keer te worden doorlopen. Daarmee is de risicogestuurde werkwijze vanuit de Geo-Impuls dus niets anders is dan een geotechnische verdieping van het gangbare RISMAN proces, zoals weergegeven in Figuur 2.

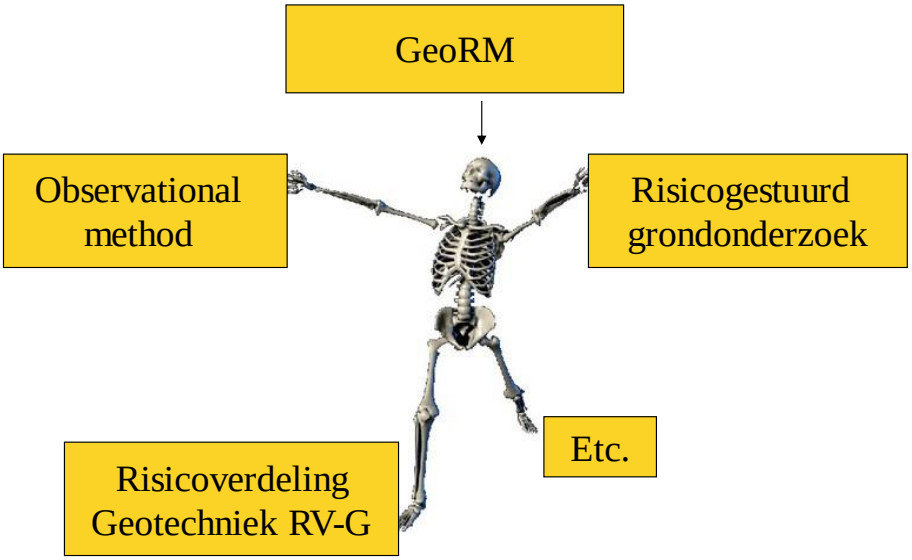


FIGUUR 2 GEORM & RISMAN

In het meer generieke RISMAN proces worden geotechnische risico's vaak beknopt en weinig specifiek aangegeven, zoals "zettingen" of "deformaties". Door dergelijke geotechnische risico's te ontleden als ongewenste gebeurtenissen vanuit de inherente *geotechnische* onzekerheid, met meerdere oorzaken, een in te schatten kans van optreden en meerdere gevolgen voor meerdere partijen, wordt het mogelijk om geotechnische risico's in het projectbrede risicodossier te verdiepen. Hierdoor krijgen ze de aandacht die nodig is om ze effectief en efficiënt te kunnen beheersen. De Geo-Impuls wil de brede toepassing van GeoRM als de wijze van werken in de GWW-sector als eindresultaat opleveren.

Zelf risicogestuurd werken: acht GeoPrincipes en bijbehorende activiteiten

Het toepassen van de beschreven risicogestuurde werkwijze blijkt in de praktijk geen spontaan proces (Van Staveren, 2009). Dit terwijl veel van de benodigde kennis en instrumenten al jaren beschikbaar is (Van Staveren, 2006). Beschikbaarheid van geotechnische kennis en instrumenten blijkt hierop geen uitzondering (van Tol, 2007). De grootste uitdaging van de Geo-Impuls is dus niet het (door)ontwikkelen van kennis en instrumenten, maar het stimuleren van de brede toepassing van reeds bestaande kennis en instrumenten. Dit vormt het vlees op de botten van het GeoRM skelet (Figuur 3).



FIGUUR 3 BESTAANDE KENNIS EN INSTRUMENTEN VOOR TOEPASSING GEORM

Toepassing van GeoRM biedt dus een uitgelezen kans om het hoofd te bieden aan de inherente geotechnische onzekerheid in een veeleisende omgeving, met alles wat daar in de dagelijkse geotechnische praktijk bijhoort, zoals tijdgebrek, te weinig budget, te weinig grondonderzoek, niet heldere contracten, verschillende belangen binnen organisatie of tussen partijen, politieke spelletjes, en zo voort. Houding en gedrag, van zowel professionals als managers, binnen organisaties en hun projecten zijn daarbij van doorslaggevend belang. De kunst is immers om binnen deze vaak onvermijdelijke randvoorwaarden toch zoveel mogelijk expliciet met geotechnische risico's om te gaan.

Hiervoor hebben we acht GeoPrincipes met bijbehorende acties ontwikkeld. De GeoPrincipes zijn afgeleid uit de ISO31000 richtlijn voor risicomanagement (NEN, 2009). Het idee achter deze principes is een ontwikkeling van ""rule-based" naar "principle-based" risicogestuurd werken. Bij rule-based werken gaat het om het letterlijk toepassen van een aantal "rules" of wetten. Het probleem is echter dat dit steeds lastiger wordt, doordat de context per project verschilt en gedurende de vaak lange tijdsduur van een project ook nog eens verandert. Bij principle-based werken wordt uitgegaan van algemene principes, die per situatie en afgestemd op juist die situatie kunnen worden toegepast. Daarmee wordt het eenvoudiger om binnen verschillende projecten vanuit een vergelijkbare houding specifieke risicogestuurde activiteiten te ondernemen. Het bijbehorend gedrag wordt daarmee over projecten heen uniform.

Omdat principes per definitie vaag en abstract zijn is een vertaling naar concrete activiteiten nodig. Hiermee is binnen de Geo-Impuls in 2011 een begin gemaakt. Op basis van een workshop met vertegenwoordigers van de deelnemende Geo-Impuls partijen zijn de elf oorspronkelijk risicomanagement principes uit ISO 31000 vertaald in acht GeoPrincipes, met suggesties voor bijbehorende acties. Voor deze acties is onderscheid gemaakt tussen drie niveau's: (1) acties op het inhoudelijke niveau van de geotechniek (micro), te nemen door de geotechnicus, (2) acties op projectmanagement niveau (meso) en dus uit te voeren doormanagers en tenslotte (3) acties op het overkoepelende niveau van de sector (macro), te initiëren vanuit directieniveau van de betrokken organisaties. In Figuur 4 zijn de resultaten hiervan weergegeven. Per actie kan in een bepaalde fase van een project door de betrokkenen

worden aangegeven of die actie al dan niet al is uitgevoerd. Vanuit de principle-based benadering kunnen per geval uiteraard aanvullende acties worden gedefinieerd, of acties achterwege worden gelaten die niet van toepassing zijn. Alles is wat dat betreft toegestaan, zolang het bijdraagt aan het effectief en efficiënt beheersen van geotechnische risico's, voor alle betrokken partijen en in alle fasen van een project. De GeoPrincipes sluiten goed aan op leerervaringen, die zijn opgedaan bij het uitvoeren van GeoRisicoScans binnen een groot aantal projecten van Rijkswaterstaat (Bles e.a., 2009). Met deze scans is zowel het proces als de inhoud van de toepassing van GeoRM in projecten in kaart gebracht.

Hoe verankeren we GeoRM in de sector?

Na de eerste introductie van GeoRM is het van groot belang dat risicogestuurd werken binnen het breed scala aan bouwprojecten verankerd wordt. Vanuit Geo-Impuls wordt hier een bijdrage aan geleverd door middel van:

- Bewustwording in Verdiepingssessies. In 2011 hebben deze plaatsgevonden voor de projecten Zuid-As Amsterdam, Spoorzone Delft en A2 Traverse Maastricht. In 2012 zal geprobeerd worden dit voort te zetten voor organisaties en ook voor kleinere projecten, om duidelijk te maken dat risicogestuurd werken ook in kleinere projecten past en vanuit organisaties opgepakt dient te worden.
- Kennisverspreiding, door middel van publicaties, presentaties en inpassing in bestaande onderwijsprogramma's voor studenten én professionals.
- De doorontwikkeling van benodigde kennis en instrumenten langs de drie pijlers van de Geo-Impuls: 'Geo-Engineering in Contracten', 'Mens & Omgeving: GeoCommunicatie' en 'Geo-Engineering & Techniek'. Daarmee wordt het mogelijk om specifieke doelgroepen met instrumenten voor de toepassing van GeoRM te bedienen (van Tol e.a., 2011).

Uiteindelijk zal een succesvolle verankering van GeoRM afhankelijk zijn van de manier waarop alle spelers binnen de bouwsector, binnen hun eigen organisaties, de mogelijkheid krijgen én nemen om daadwerkelijk op een transparante en expliciete manier om te gaan met ondergrondgerelateerde risico's. Daarbij is de organisatiecultuur van groot belang (van Staveren 2011). Ofwel, breed gedragen overtuigingen en daaruit volgend gedrag van zowel de geotechnische professionals als hun leidinggevenden, die het effectief toepassen van GeoRM stimuleren.

Conclusies

De laatste jaren is voldoende gezegd over geotechnisch falen en bijbehorende kosten. Nu is het tijd voor oplossingen! GeoRM is daarbij van essentieel belang als werkproces met drie onderscheidende kenmerken:

1. Expliciet risicogestuurd werken. Dit betekent dat alle betrokken partijen gestructureerd, open communicerend, continue en lerend omgaan met de inherente geotechnische onzekerheid en daaruit voortkomende risico's
2. Toepassing van de geo-principes. Deze principes worden per type en fase van een project, en per rol, taak en verantwoordelijkheid, specifiek ingevuld
3. Benutting van de specifieke kennis en instrumenten.

Tot slot: voor een effectieve beheersing van geotechnische risico's via GeoRM is lef nodig om deze risico's tijdig recht de ogen te kijken, er over te communiceren, in goed overleg te kiezen voor de meest passende maatregelen en die vervolgens ook uit te voeren. Dit is een steeds

weer veranderend samenspel tussen contract, omgeving en techniek, met een hoofdrol voor de geotechnische professional.

Referenties en relevante publicaties

- Bles, T.J., Staveren, M.Th. van, Litjens, P.P.T., Cools, P.M.C.B.M. (2009). Geo Risk Scan – Getting grips on geotechnical risks, IS-Gifu Geotechnical Safety and Risk, pp 339 – 346
- Cools, M. C.B.M. (2011). Geo-Impuls: "Halvering geotechnisch falen in projecten in 2015". Geotechniek, jaargang 15, oktober 2011.
- NEN (2009). NEN-ISO 31000 (nl): Risicomanagement Principes en Richtlijnen. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Van Staveren, M.Th. (2006). Uncertainty and Ground Conditions: A Risk Management Approach. Elsevier, Oxford.
- Van Staveren, M.Th. (2009). Risk, Innovation and Change: Design Propositions for Implementing Risk Management in Organization. Lambert Academic Publishing, Keulen.
- Van Staveren, M.Th. (2011). Geotechniek in Beweging: Praktijkgids voor Risicogestuurd Werken. 3e druk, Geo-Impuls i.s.m. KIVI NIRIA Geotechniek, Deltares en VSRM.
- Van Well-Stam, D., Lindenaar, F., van Kinderen, S., van den Bunt, B. (2003). Risicomanagement voor Projecten: De RISMAN-methode toegepast. Spectrum, Houten.
- Van Tol, A.F. (2007). Schadegevallen bij Bouwputten, Cement 2007.
- Van Tol, A. F. & van Wijck, A. (2011). De Opmars van de Geotechnisch Adviseur, GeoTechniek – special Geotechniekdag 2011, december 2011.

TAB-9

GEOTECHNIEK IN BEWEGING
DE PRAKTIJKGIDS VOOR RISICOGESTUURD WERKEN

Een van de meest bekende naslagwerken op het gebied van geotechnisch risicomanagement is de publicatie "Geotechniek in beweging, de Praktijkgids voor Risicogestuurd Werken.

Opmerking

Geotechniek in Beweging, de Praktijkgids voor Risicogestuurd Werken, is kosteloos te verkrijgen via het programmabureau van Geo-Impuls (Spring naar publicatie).

Back

GEOPRINCIPES vertaald in ACTIES om Micro-, Meso- en Macroniveau										
Micro niveau: individu (Geotechnische professional)	Acties uitgevoerd		Meso niveau: project (Projectmanager)	Acties uitgevoerd		Macro niveau: organisatie & sector (Directield)	Acties uitgevoerd		GEO-PRINCIPES	
	Ja	Nee		Ja	Nee		Ja	Nee	Nr.	Beschrijving
Maak alle geotechnische risico's inzichtelijk, inclusief gevolgen			Neem geotechnische risico beheersing op als EMVI criterium			Classificeer geotechnici op basis van bewezen kennis en ervaring			1	GENEREER EN BESCHERM WAARDE
Maak inzichtelijk hoe gevolgen van geotechnische risico's worden beheerst						Classificeer gww-projecten op basis van het geotechnisch risicoprofiel				
Maak vanaf de start van het project een ondergrond dossier			Betrek vanaf het begin een geotechnicus in het project			Maak het geotechnisch risicoprofiel onderdeel van kritische beslissingen			2	PARTICIPEER IN BESLUITVORMING IN ALLE PROJECTFASEN
Pas geotechnisch risicomanagement toe, als basis voor besluitvorming in alle projectfasen			Zorg ervoor dat geotechnisch risicomanagement expliciet wordt opgenomen in de standaard werkwijze							
Voer geotechnische gevoeligheid-analyses uit en presenteer berekeningsresultaten in bandbreedtes			Neem effecten van geotechnische gevoeligheidsanalyses en band-breedtes op in projectrapportages						3	MAAK GEOTECHNISCHE ONZEKERHEID EXPLICIET
Ontwerp voldoende robuust of zorg dat geotechnische wijzigingen op basis van nieuwe informatie mogelijk zijn			Gebruik het risicodossier om consequenties van geotechnische wijzigingen aantoonbaar te beheersen							
Volg de risicomanagement stappen in de juiste volgorde en maak gebruik van de daarbij behorende instrumenten			Zet geotechnisch risicomanagement expliciet in de planning en maak er middelen en capaciteit voor vrij						4	WERK SYSTEMATISCH, GESTRUCTUREERD EN OP TIJD
Maak gebruik van historische projectrelevante informatie			Neem een geo-paragraaf op in het projectdossier / -contract / -oplevering			Zorg voor toegankelijke en betrouw-bare geotechnische informatie (DINOloket, BIM)			5	BENUT ALLE BESCHIKBARE INFORMATIE
Werk van grof naar fijn, van geologie naar geotechnische monitoring										
Bepaal de invloed van de ondergrond op de kritische succesfactoren			Vertaal de belangen van de betrokkenen in succesfactoren						6	WERK TRANSPARANT SAMEN MET ALLE BETROKKENEN
Communiceer helder over geotechnische risico's met alle betrokkenen			Eis open en duidelijke communicatie over risico's met de betrokkenen							
Signaleer en communiceer raakvlakken van geotechniek met andere disciplines			Organiseer risico sessies waarin de betrokkenen partijen deelnemen							
			Organiseer sessies waarin de project betrokkenen elkaar en elkaars organisaties leren kennen			Zorg dat verschillen in organisatie-cultuur van de betrokken partijen zichtbaar en hanteerbaar worden			7	BESCHOUW DE ROL VAN DE MENSELIJKE FACTOR IN DE ORGANISATIECULTUUR
Gebruik de relevante geotechnische projectevaluaties			Gebruik de relevante geotechnische projectevaluaties			Zorg voor geotechnische projectevaluaties				
Neem deel aan relevante geotechnische opleidingen, trainingen en communities of practice			Zorg dat professionals deelnemen aan geotechnische opleidingen, trainingen en communities of practice			Zorg voor de beschikbaarheid van geotechnische opleidingen, trainingen en communities of practice			8	BENUT LEERERVARINGEN VOOR VERBETERINGEN

FIGUUR 4: UITWERKING GEO-PRINCIPES IN ACTIES OP MICRO-, MESO- EN MACRO-NIVEAU.

TAB-3

VERSPREID DE BOODSCHAP: TOELICHTING ‘REDUCTIE VAN KOSTEN DOOR GEORISICOMANAGEMENT’

De intentie is dat men ook *zelf* de Geo-Impuls boodschap verder uit kan dragen onder een breed publiek. Bijgesloten presentatie ´Verspreid de boodschap´ kan hiervoor worden gebruikt en is voorzien van een toelichting bij iedere slide, waarin de boodschap specifiek staat uitgeschreven. Het gaat er om dat georisicomanagement wordt toegepast in een brede (project-) context, beschouwd vanuit vele invalshoeken, om zo (faal)kosten te reduceren. De presentatie kan worden gebruikt door een geotechnisch ingenieur om collega’s in aanpalende disciplines en projectleiders van het belang van georisicomanagement te overtuigen; maar ook door een leidinggevende om project teams te motiveren om kennis te nemen van de Geo-Impuls producten en deze toe te passen. Hierin staat de gebruiker vrij om naar eigen inzicht delen van de presentatie te gebruiken en om er project eigen elementen aan toe te voegen.

Aan het einde van het progamma is aan symposium gehouden waarin alle producten nog eens over het voetlicht zijn gehouden. De downloadlink naar alle presentaties vindt u hier (onder de link ‘download presentaties’).

BEHAAL WINST MET GEORISICOMANAGEMENT

De presentatie ´Verspreid de boodschap´, bijgesloten, schetst de context van het Geo-Impuls programma, geeft een globaal overzicht van de inhoud, en benadrukt het belang van een integrale aanpak van georisicomanagement binnen het project risicomanagement. De mogelijkheden om winst te behalen door effectieve toepassing van geo-risicomanagement worden uitgelicht:

- ✓ *Onderzoek uit 2010 geeft aan dat in bouwend Nederland bijna één miljard euro per jaar te besparen is door geo-gerelateerde projectrisico’s beter te managen* (van Staveren, Geo-Impuls, Geotechniek, Deltares, & VSRM, 2011).
- ✓ *Korff et al. (2013)analyseerden faalkosten voor 50 diepe bouwputten in Nederland. Deze auteurs concluderen dat in 60% van de gevallen de benodigde kennis om faalkosten te voorkomen weliswaar beschikbaar was, maar dat deze om verschillende redenen niet is toegepast. Voor 77% van de gevallen had falen kunnen worden voorkomen door toepassing van risicomanagement bij de voorbereiding van het project. Dit had waarschijnlijk ook de mogelijke kennislancunes tijdig aan het licht gebracht.*
- ✓ *Geo-Impuls reikt u de tools aan om georisico’s beter te managen en zo besparingen te realiseren.*

IMPLEMENTATIE VAN EFFECTIEF GEO-RISICOMANAGEMENT

De verantwoordelijkheden van actoren op verschillende niveaus binnen een organisatie met betrekking op effectief geo-risicomanagement worden aan de orde gesteld, en ook de bijbehorende Geo-Impuls producten worden geïntroduceerd (Figuur 3-1).

FIGUUR 3-1: VOORBEELD VAN SLIDES UIT DE PPT PRESENTATIE: LINKS VERANTWOORDELIJKHEDEN VOOR VERSCHILLENDE NIVEAUS BINNEN DE ORGANISATIE; RECHTS VOORBEELD VOOR DE ROL VAN DE SPECIALIST.

VERDIEPING

- Korff, M., & van Tol, F. A. (2013). Failure cost analysis of 50 deep excavations in The Netherlands. In Proceedings ISSMGE conference, Paris, France. ICE Forensic Engineering Conference.
- Korff, M., De Jong, E. & Bles, T.J. (2013). SWOT analysis Observational Method applications. In Proceedings ISSMGE conference, Paris, France. ICE Forensic Engineering Conference.
- van Staveren, M. (2010). Geotechniek in Beweging. Praktijkgids voor risicogestuurd werken.

TAB-4

WERKEN AAN VAARDIGHEDEN, EEN TOELICHTING OP RAPPORT 'KENNISOVERDRACHT GEO-IMPULS'

Het doel van dit rapport is:

- om aan te geven hoe de kennis van Geo-Impuls het effectiefst een plek kan krijgen binnen opleidingen; zowel academische HBO en WO opleidingen, als in het post academisch onderwijs;
- om te bekijken welke vaardigheden benodigd zijn om bij te kunnen dragen aan volwaardig geotechnisch risicomanagement (wat maakt je tot een goed geotechnisch ingenieur);
- om te kijken naar het nut van certificering in deze context, en om te kijken hoe hier vorm aan zou kunnen worden gegeven.

Dit rapport is relevant voor onder meer:

- studenten en werkenden bij het selecteren van vakken en cursussen voor hun eigen verdere ontwikkeling (zie Figuur 4-1);
- leidinggevende en projectmanagers bij het samenstellen van teams zodat de benodigde kennis ingezet wordt (zie Figuur 4-2);
- aanbieders van opleidingen waarin ook kennis van Geo-Impuls geïmplementeerd kan worden. Hiervoor is tevens een matrix gemaakt waarbij een selectie van Geo-Impuls producten is gekoppeld aan bestaande cursussen (refereer aan matrix);
- diegenen die zich bezig houden met de implementatie van certificering van de geotechnisch ingenieur in breder KIVI verband.

INVENTARISATIE VAN DE KENNISBEHOEFTE

De kennisbehoefte is in kaart gebracht aan de hand van interviews met 21 geselecteerde deskundigen uit een brede samenstelling van geotechnisch adviseurs werkend binnen het vakgebied. Op basis hiervan is een beeld geschetst van:

- de eisen die te stellen zijn aan de basiskennis voor ingenieurs;
- het relatieve belang van de thema's (techniek, contract, mens & omgeving, en overkoepelend risicomanagement) die belangrijk zijn voor het reduceren van geotechnisch falen;
- de vlakken waarop gemakkelijke winst te behalen valt bij het reduceren van geotechnisch falen;
- de huidige mate van verspreiding van Geo-Impuls kennis en producten.

VERSPREIDING VAN GEO-IMPULS KENNIS VERDIENT VERDERE AANDACHT

Hoewel de respondenten onderdeel uitmaken van een bijzondere doorsnede door het werkveld, zij zijn of waren allen op enigerlei wijze persoonlijk betrokken bij het Geo-Impuls programma of zijn hierover regelmatig zijn geïnformeerd (binnen het bestuur van de afdeling Geotechniek van

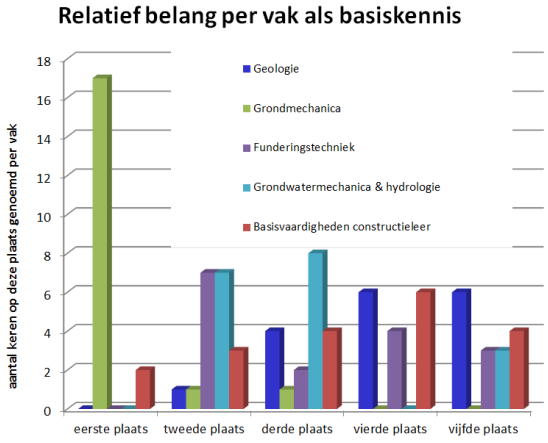
KIVI), scoort de mate van 'bekendheid van Geo-Impuls buiten de geotechniek groep' binnen de door hen vertegenwoordigde organisaties regelmatig *onvoldoende*.

BELANGRIJKE KENNIS EN KWALITEITEN VOOR GEOTECHNISCHE INGENIEURS

Figuur 4-1 geeft aan welke basiskennisvakken en welke kwaliteiten belangrijk worden gevonden voor geotechnisch ingenieurs.

Het vak grondmechanica is door het merendeel van de respondenten als het belangrijkste basiskennis vak beschouwd uit de vakken: geologie, grondmechanica, grondwatermechanica & hydrologie, funderingstechniek, en basisvaardigheden constructieleer. De rangschikking van het belang van de overige vier vakken verschilt sterk per respondent. Dit zal afhankelijk zijn van de context van specifieke projecten. De meeste respondenten geven wel aan dat alle vakken belangrijk zijn; ze bevatten allen noodzakelijke kenniselementen hoewel mogelijk niet voor alle projecttoepassingen.

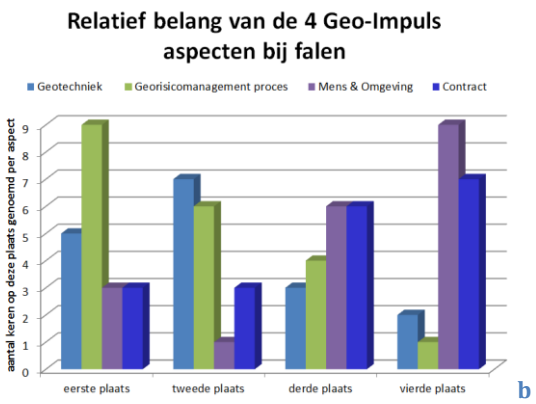
Zowel technisch inhoudelijke kennis als ervaring worden het vaakst genoemd als benodigde kwaliteiten voor de geotechnisch ingenieur om een goede bijdrage te leveren aan het georisicomanagement. Ook risicomanagement en communicatie vaardigheden worden belangrijk gevonden, echter in mindere mate dan kennis en ervaring. Het gaat altijd om een optimale combinatie van proces en inhoud.

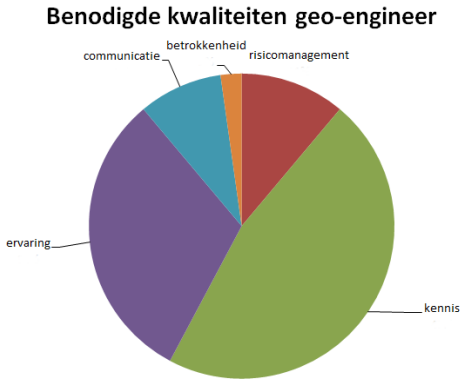


FIGUUR 4-1: LINKS: RELATIEF BELANG VAN VAKKEN ALS BASISKENNIS VOOR GEOTECHNISCH INGENIEURS. RECHTS BENODIGDE KENNIS EN ERVARING VOOR EEN GEOTECHNISCH ADVISEUR OM DE BENODIGDE BIJDRAGE TE KUNNEN LEVEREN AAN HET GEORISICOMANAGEMENT PROCES.

BELANGRIJKE ASPECTEN OM GEOTECHNISCH FALEN TE VOORKOMEN

Figuur 4-2 a geeft aan welke Geo-Impuls aspecten een belangrijke oorzaak zijn van geotechnisch falen. Figuur 4-2 b geeft aan welke aspecten kunnen worden gezien als winstpakkers, in de zin dat met relatief weinig moeite een relatief groot effect kan worden behaald in het verminderen van geotechnische faalkosten.





FIGUUR 4-2 LINKS RELATIEF BELANG VAN TECHNIEK, CONTRACT, MENS & OMGEVING EN OVERKOEPELEN GEORISICOMANAGEMENT BIJ FALEN. RECHTS ASPECTEN WAAROP GEMAKKELIJK WINST TE BEHALEN VALT (ASPECTEN MET EEN GROTE IMPACT *EN* WAAR MET RELATIEF WEINIG INSPANNING RELATIEF GROTE VERBETERING TE BEHALEN IS).

UITGELICHT

Tijdens de interviews was naast het beantwoorden voor vragen ook aandacht voor reflectie en discussie over (geo-)risicomanagement en het Geo-Impuls programma in het algemeen. Opvallende uitspraken hierover zijn in het rapport uitgelicht, een selectie daarvan is hieronder weergegeven:

- *Risicomanagement op projectniveau is het allerbelangrijkst, en daar is geo-risicomanagement een onderdeel van.*
- *Technische kennis wordt onderschat. Begripsvorming en inzicht in systeemgedrag door middel van fysische modellering/experimenten*
- *Faalkosten: 'You always pay for a site investigation, whether you have one or not´.*
- *Proces en inhoud gaan hand in hand. De procesmanager moet leren dat techniek belangrijk is, de technicus moet leren dat proces belangrijk is.*
- *Bij (geo-)risicomanagement is het van belang om gebruik te maken van het collectief geheugen; leren van het verleden is alleen mogelijk als deze kennis voor toepassing in nieuwe projecten beschikbaar is en wordt aangesproken;*
- *Faalkosten zijn breder dan technisch falen, alle kosten die voortkomen uit eisen van publiek of omgeving moeten ook als faalkosten gezien worden. De grootte van deze kosten is in sterke mate afhankelijk van de wijze waarop en de mate waarin over risico is gecommuniceerd (c.q. omgevingsmanagement is toegepast);*
- *Certificering voor geotechnici werkt kwaliteit verhogend en draagt daarmee bij aan het reduceren van faalkosten. Het is geen garantie dat daarmee het project dus aan de te stellen kwaliteitseisen voldoet, omdat een algemene certificering niet de kwaliteit voor alle specifieke toepassingen kan waarborgen. Certificering is vanuit communicatie-oogpunt zeker belangrijk, omdat het bijdraagt aan de statuur van het vakgebied en het carrière-perspectief voor geotechnici. Verdere informatie is opgenomen onder het tabje: CERTIFICERING* *(Spring naar certificering)**.*

VERDIEPING

- Aanbeveling voor eisen te stellen aan geotechnisch ingenieur in Duitsland.
  EASV Sachverständige für Geotechnik: Anforderungen an Sachkunde und Erfahrung. Empfehlung des Arbeitskreises AK 2.11 der Fachsektion Erd- und Grundbau der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2013). *Geotechnik*, *36*(1), 51–57. http://doi.org/10.1002/gete.201200016
- Geo-Impuls, W. 12. (2014). Aandacht voor Geo-engineering in het onderwijs.

Back

TAB-5

WEES KRITISCH –EEN TOELICHTING OP 'INLEIDING GEORISICOSCAN 2.0'

De GeoRisicoScan 2.0 (GRS 2.0) is een beoordeling van de mate waarin geotechniek en Georisicomanagement (GeoRM) expliciet deel uitmaken van het project-risicomanagement. Hierbij gaat het zowel om het GeoRM *proces* als om de *inhoud.* De Scan wordt uitgevoerd door middel van audits door hiertoe bevoegd verklaarde personen. Hiervoor is externe opleiding beschikbaar.

Geo-Impuls heeft een handreiking Inleiding GeoRisicoScan 2.0 opgesteld. Deze geeft een beknopt overzicht van het doel van de GRS 2.0 en hoe deze wordt uitgevoerd (Spring naar handreiking).

De Inleiding GeoRisicoScan 2.0 is een handreiking te gebruiken voor:

- implementatie van expliciet GeoRM binnen een organisatie of project;
- interne kwaliteitsborging terwijl een project loopt;
- interne en externe kwaliteitsborging na afloop van een project.

HET PROCES

De scan is in principe een moment opname voor de betreffende fase waarin het project zich bevindt. In projecten die meerdere fases kennen, zoals haalbaarheid – voorbereiding – aanbesteding – realisatie, of: aanbieding – detail ontwerp – uitvoeringsontwerp moet de GRS 2.0 daarom herhaaldelijk worden uitgevoerd.

DE VOORBEREIDING

De GRS 2.0 sessie wordt door de opdrachtgever georganiseerd. Een GRS 2.0 duurt de hele dag, waaraan voorafgaand enige voorbereiding van de projectbetrokkenen benodigd is. Deze voorbereiding bestaat uit het beschikbaar maken van de relevante documenten waaruit het risico geotechnisch risicomanagement naar voren komt, zoals het risicodossier, verslagen, rapportages, het ondergrond dossier. Daarnaast wordt aan bij voorkeur de geotechnisch adviseur gevraagd een projectpresentatie voor te bereiden, waarin behalve een introductie ook de door hem of haar als grootst beoordeelde risico's aan bod dienen te komen.

DE BETROKKENEN

De GRS 2.0 wordt afgenomen door een duo dat is gekwalificeerd voor het uitvoeren van de GRS 2.0. Wanneer het doel van de GRS 2.0 interne kwaliteitsborging is kan de GRS 2.0 uitgevoerd worden door collega's van de eigen organisatie, die dan echter niet al betrokken mogen zijn bij het project. Bij externe kwaliteitsborging zal de GRS 2.0 uitgevoerd worden door individuen van buiten de organisatie. In alle gevallen dient de scan te worden afgenomen door mensen die gekwalificeerd zijn om dat te doen, en aantoonbaar over de benodigde kennis, ervaring en 'soft-skills' beschikken om de scan tot een succesvol einde te brengen. Vanuit het project nemen personen deel die verantwoordelijk zijn voor de toepassing van GeoRM en die het GeoRM daadwerkelijk uitvoeren. Voor kleinere projecten kan dit dezelfde persoon zijn, de geotechnisch adviseur. Voor grotere projecten zou

de verantwoordelijke voor het toepassen van GeoRM bijvoorbeeld de projectleider, technisch manager, risicomanager, of ontwerper kunnen zijn.

Back

HET VERLOOP VAN DE GRS 2.0

Op de dag zelf zijn er twee interviews van elk 1,5 à 2 uur voor alle betrokkenen gezamenlijk. Tussen de interviews nemen de reviewers documenten door en bereiden het tweede interview voor. Hierin kan dieper ingegaan worden op bovenstaande vragen. Aan het eind van de dezelfde dag geven de auditoren een voorlopige score en de eerste feedback. Het uiteindelijke oordeel volgt, schriftelijk, binnen een week.

Er wordt in korte tijd getoetst op proces en inhoud. Aangezien er in de korte tijd niet diep ingegaan kan worden op de inhoud, is de beoordeling geen waarborg dat het project ook technisch inhoudelijk aan alle te stellen eisen voldoet. De scan waarborgt dat georisicomanagement correct wordt toegepast en dat de grootste risico's tijdig worden geïdentificeerd, maar de scan is geen second opinion.

HET OORDEEL

Per vraag in Tabel 5-1 kan een score worden behaald, wat uiteindelijk leidt tot een eindoordeel: GeoOK$^-$(onvoldoende), GeoOK (voldoende), of GeoOK$^+$ (goede kwaliteit), ofwel het oordeel of de georisico's inhoudelijk effectief en efficiënt zijn beheerst. In onderstaande tabel is aangegeven hoe het eindoordeel voor zowel project beheersing en inhoudelijke beheersing wordt gevormd.

TABEL 5-1: EINDOORDEEL VAN DE GRS 2.0 OP BASIS VAN DOCUMENTANALYSE EN INTERVIEWS.

Eindoordeel GeoRMscan 2.0		GeoRM Procesbeheersing		
		Onvoldoende	Voldoende	Goed
GeoRM Inhoudelijke Beheersing	Onvoldoende	GeoOK-	GeoOK-	GeoOK-
	Voldoende	GeoOK-	GeoOK	GeoOK+
	Goed	GeoOK-	GeoOK+	GeoOK+

DE INHOUD VAN DE GRS 2.0

DE VRAGEN

De projectpresentatie, interviews en documentanalyse dienen antwoord te geven op onderstaande vragen. Aan de hand van de inhoud van het project zal op bepaalde vragen dieper worden ingegaan.

1. Wat zijn de projectdoelen, projectresultaten en kritische succesfactoren?
2. Wat en wie zijn de betrokken partijen, stakeholders en primaire belangen?
3. Type project, locatie project, aanwezigheid belendingen, tijdsdruk op project?
4. In welke fase bevindt het project zich?
5. Hoe zijn RM en GeoRM in het project georganiseerd en toegepast?
6. Welke documenten geven inzicht in de toepassing van RM en GeoRM?
7. Welke van de 6 (Geo)RM stappen zijn aantoonbaar uitgevoerd, hoe blijkt dat?
8. Hoe wordt bepaald of (geo)risico's volledig in beeld zijn, acceptabel zijn, en welke beheersmaatregelen daarvoor nodig zijn? Wie beslist daar over?
9. Hoe wordt geborgd dat gekozen beheersmaatregelen daadwerkelijk worden uitgevoerd en (kosten-)effectief zijn? Wie controleert dat?
10. Samenvattend, zijn de georisico's voldoende beheerst en waaruit blijkt dat?

DE BEOORDELING

Aan de hand van standaard tabellen wordt voor de 6 GeoRM processtappen beoordeeld of de stappen aantoonbaar en correct zijn uitgevoerd. Hierbij gaat het om zowel de procesmatige kant, als de inhoudelijke (geotechnische) kant van het risicodossier. De tabellen zijn weergegeven in Tabel 5-2.

TABEL 5-2: VRAGENLIJSTEN PROCESMATIG EN GEOTECHNISCH INHOUDELIJK

Procesmatig	Geotechnisch inhoudelijk
Stap 0: GeoRM zit integraal in project RM	**2.1 De relevante project-specifieke georisico's zijn benoemd**
Stap 1a: Georisico doelen zijn vastgesteld	**2.2 Georisico's zijn expliciet gekoppeld aan doelen en performance indicatoren**
Stap 1a: Geo-gegevens zijn verzameld	**2.3 Geschatte kansen van de georisico's zijn realistisch in de project context**
Stap 2: Georisico's zijn geïdentificeerd	**2.4 Geschatte gevolgen van de georisico's zijn realistisch in de project context**
Stap 3: Georisico's zijn geclassificeerd	**2.5 Georisico's worden / zijn (contractueel) gealloceerd & gecommuniceerd**
Stap 4: Georisico's zijn beheerst	**2.6 Gekozen risicobeheersmaatregelen zijn technisch uitvoerbaar**
Stap 5: Maatregelen zijn geëvalueerd	**2.7 De kosten van de beheersmaatregelen wegen op tegen de beoogde effecten**
Stap 6a: Stap 2 t/m 5 in risicodossier	**2.8 De risicobeheersmaatregelen zijn aantoonbaar & daadwerkelijk effectief**
Stap 6b: Periodieke Georisico rapportage	**2.9 Grondonderzoek is risicogestuurd opgezet en uitgevoerd**
	2.10 Monitoring is risicogestuurd opgezet en

Back

Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan de mate waarin GeoRM tools zijn toegepast. In Tabel 5-3 zijn Geo-Impuls tools aangegeven met GI. Hiervoor wordt geen score toegekend omdat dit beoordeeld wordt bij de procesmatige beoordeling.

TABEL 5-3: GEORM TOOLS (GI = GEO-IMPULS)

Tool
3.1 GI: CUR C159 Richtlijn Risicogestuurd Grondonderzoek toegepast
3.2 GI: CUR C105 Richtlijn Risicoverdeling Geotechniek - update toegepast
3.3 GI: CUR C 231Richtlijn Diepwanden toegepast
3.4 GI: Risico Checklists toegepast
3.5 GI: Leidraad Geo-communicatie toegepast (4 instrumenten)
3.6 GI: Boekje Overbruggen Ontwerp & Uitvoering toegepast
3.7 GI: Handleiding Betrouwbaar Ondergrondmodel toegepast
3.8 GI: Evaluatierapport LangeTermijnmetingen toegepast
3.9 GI: Best Practices Observational Method toegepast
3.10 GI: Best Practices uit buitenland toegepast
3.11 GI: PAO Cursus GeoRM gevolgd
3.12 GI: Flyer GeoRM & Top 10 Acties toegepast
3.13 Informatie uit DINO benut
3.14 Geologische / geohydrologische kaarten benut

WAT BEOORDEELT DE GEORISICOSCAN 2.0 *WEL* EN WAT *NIET*?

De beoordeling van de GRS 2.0 betreft de inhoud van het risico dossier: zijn risico's specifiek en expliciet genoeg, en zijn de genoemde kansen en beheersmaatregelen realistisch en effectief? Er wordt beoordeeld of de geotechnische risico's die naar voren komen in de stukken en de interviews ook terugkomen in het risico dossier, en of de in RISMAN (risicomanagement volgens de RISMAN procedure) te onderscheiden stappen terug te vinden zijn in het proces en onderdeel zijn van de keuzes in ontwerp en realisatie.

Aangezien er in de korte tijd niet diep ingegaan kan worden op de inhoud, is de beoordeling geen waarborg dat het project ook technisch inhoudelijk aan alle te stellen eisen voldoet.

VERDIEPING

- Paassen, B. van, & Langhorst, O. (2015). GeoRisicoScan2.0 - De Geotechnisch adviseur aan de lat? *Geotechniek*, *4*, 10–13.
- De RISMAN methode: http://www.crow.nl/getmedia/1e4212fe-a7a0-4940-b02c-68872a6f85aa/RISMAN_toelichting.aspx.

TAB-7

TOELICHTING OP ‘HEEFT U OVERAL AAN GEDACHT?’

Het boekje ‘Heeft u overal aan gedacht?’ met een Engelse vertaling onder de titel ‘Are you prepared?’ maakt inzichtelijk welke risico’s er kunnen voortkomen uit de ondergrond en hoe daarmee omgegaan kan worden.

FIGUUR 7-1: KAFT VAN DE NEDERLANDSE UITGAVE VAN HET BOEKJE ‘HEEFT U OVERAL AAN GEDACHT?’

De voornaamste doelgroep van de publicatie zijn opdrachtgevers, projectontwikkelaars, en architecten. Het doel is om aan hen de toegevoegde waarde van georisicomanagement over te brengen, en om hen een gevoel te geven welke project kenmerken ervoor kunnen zorgen dat de ondergrond een kritische factor is. Hiermee wordt beoogd dat de opdrachtgever tijdig weet wanneer hij de geotechnisch adviseur in moet te schakelen. De meerwaarde van GeoRM wordt geïllustreerd aan de hand van voorbeelden van succesvolle projecten.

Deze publicatie kan als eerste stap in de risico-inventarisatie voor een project benut worden. Afhankelijk van de projectkenmerken zijn de veel voorkomende risico’s al voor u verzameld, overzichtelijk weergegeven, en voorzien van aanbevelingen om de benodigde risicobeperkende maatregelen op tijd te nemen.

De publicatie is door middel van deze link te downloaden.

ZEVEN BRONNEN VAN (ONDERGROND)RISICO'S

In de publicatie worden zeven aspecten die vaak tot ondergrondrisico's leiden behandeld, deze zijn weergegeven in Figuur 7-2.

FIGUUR 7-2: VOORBEELD VAN SLIDE UIT NEDERLANDSTALIGE PRESENTATIE BEHOREND BIJ DE PUBLICATIE 'HEEFT U OVERAL AAN GEDACHT?'.

Bij ieder aspect hoort een checklijst met aandachtspunten die een grote invloed hebben op het risicoprofiel. Voor ieder aandachtspunt is aangegeven hoe het eventuele risico gemitigeerd kan worden. Een voorbeeld uitgewerkt voor omgevingsrisico's is te zien in Figuur 7-3.

FIGUUR 7-3: VOORBEELD VAN CHECKLIJST, UITLEG EN MOGELIJKHEDEN OVER OMGEVINGSRISICO'S.

TAB-8

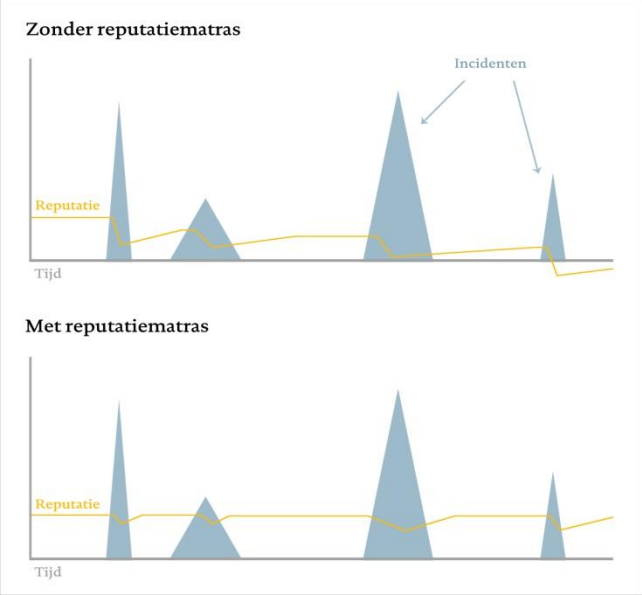
TOELICHTING OP: 'LEIDRAAD GEOCOMMUNICATIE'

Geotechnische risico's – risico's gerelateerd aan de ondergrond – zijn in bouwprojecten altijd aanwezig. In veel gevallen zijn deze zelfs maatgevend voor het risicoprofiel van het gehele bouwproject. Dat hoeft geen probleem te zijn, zolang er helder over gecommuniceerd wordt. Communicatie is essentieel voor goed (geo)risicomanagement. Als geotechnische risico's duidelijk, proactief en regelmatig binnen het project en naar de omgeving worden gecommuniceerd, kunnen faalkosten en imagoschade worden voorkomen.

De Leidraad Geocommunicatie laat zien hoe een project tot een goed communicatieplan kan komen. Voor het communiceren over risico's is inbreng nodig van (minstens) de geotechnisch adviseur, de communicatiemanager en de omgevingsmanager van het project. In de praktijk blijkt er een spanningsveld tussen deze bloedgroepen te bestaan. De Leidraad Geocommunicatie biedt hulpmiddelen om met dat spanningsveld om te gaan en in gezamenlijkheid een effectief communicatieplan op te stellen.

DOEL

De Leidraad Geocommunicatie is erop gericht een communicatieplan te maken waarmee een zogeheten reputatiematras wordt opgebouwd (Figuur 8-1); een buffer van vertrouwen waardoor eventuele tegenvallers zoals extra overlast minder invloed hebben op de publieke opinie. Die buffer is op te bouwen door continu en transparant te communiceren, vanuit de gevoelens die op dat moment leven in de omgeving van het project.



FIGUUR 8-1 REPUTATIEMATRAS, EEN BUFFER VAN VERTROUWEN.

GEBASEERD OP DE PRAKTIJK

Voor het opstellen van de Leidraad heeft Geo-Impuls gekozen voor leren in de praktijk. Bij drie bouwprojecten (Spoorzone Delft, A2 Maastricht en Herinrichting Noordwal-Veenkade) is een schaduwteam van een geotechnisch adviseur, communicatiemanager en omgevingsmanager ingezet om samen met hun collega's uit het projectteam een communicatieplan op te stellen. Gaandeweg werden er *lessons learned* geformuleerd, en vervolgens (communicatie)producten ontwikkeld. Die lessen en producten zijn vastgelegd in de Leidraad Geocommunicatie.

LESSONS LEARNED

Veruit de belangrijkste les uit de drie 'geschaduwde' praktijkprojecten is dat adequate risicocommunicatie staat of valt met de intensieve samenwerking tussen de geotechnische specialisten, de communicatiemanagers en de omgevingsmanagers. Deze driehoek bouwt samen een beeld op van de geotechnische kansen en risico's, en het communiceren daarover. Dit beeldvormingsproces is de basis van goede communicatie.

Het is ook belangrijk om te realiseren dat de nadruk op geotechnische kansen en risico's te beperkt is voor de omgeving. Het project kent ook kansen en risico's die niet gerelateerd zijn aan de ondergrond. Het heeft daarbij weinig zin om terughoudend te zijn met informatie uit angst slapende honden wakker te maken. Burgers hebben, zeker in deze tijd, toegang tot veel informatie. Praat daarom helder over de hinder, de gevolgen, de monitoring en de beheersmaatregelen. Wees sensitief, luister naar geluiden uit de omgeving en pas de communicatie daarop aan.

PRODUCTEN

Op basis van de geleerde lessen bij de drie praktijkprojecten, zijn er producten gedefinieerd. Hoewel deze al in de praktijk zijn toegepast, zijn het feitelijk nog concepten en dienen ze dan ook met gezond verstand te worden gebruikt.

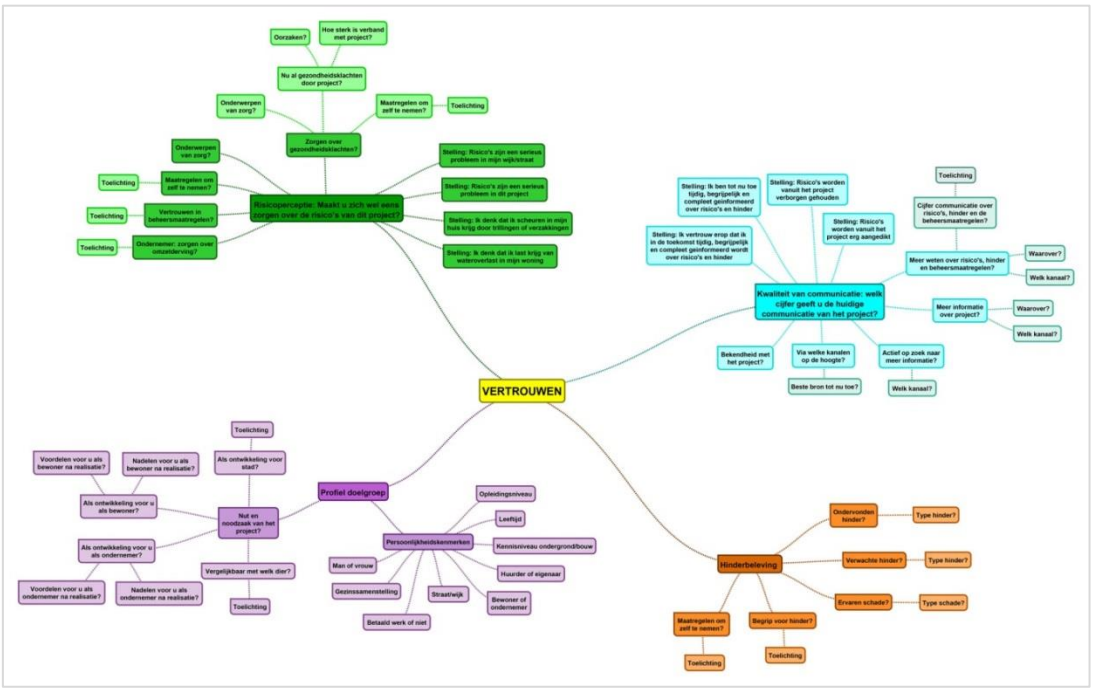
GEOTECHNISCH STOPLICHT

Het Geotechnisch stoplicht staat voor een werkwijze om op een gestructureerde wijze de geotechnische kansen en risico's van het project in kaart te brengen. De werkwijze bestaat uit drie workshops met minimaal de geotechnici, omgevingsmanager(s) en communicatiemanager(s) van het project, bij voorkeur aangevuld met de projectmanager en een externe procesbegeleider. Tijdens de workshops word er vanuit drie scenario's gekeken naar kansen en risico's: 1) groen, alles gaat goed, 2) oranje, er gaat iets relatiefs kleins mis, en 3) rood, er gaat iets groots mis. De resultaten kunnen als basis dienen voor het opstellen van een communicatieplan per kans/risico. Daarnaast resulteren de workshops ook in een gemeenschappelijk draagvlak voor risicocommunicatie bij de bloedgroepen in het project.

OMGEVINGSMONITOR

De Omgevingsmonitor is een enquête die in kaart brengt hoe de omgeving aankijkt tegen de communicatie en de risico's van het project (figuur 8-2). Risicoperceptie en hinderbeleving staan centraal. De Omgevingsmonitor probeert antwoorden te vinden op vragen als: Wat denkt de onderzochte groep over nut en noodzaak van het project? Wat zijn hun angsten, zorgen en verwachtingen? Wat is hun informatiebehoefte; wat weten ze wel en niet?

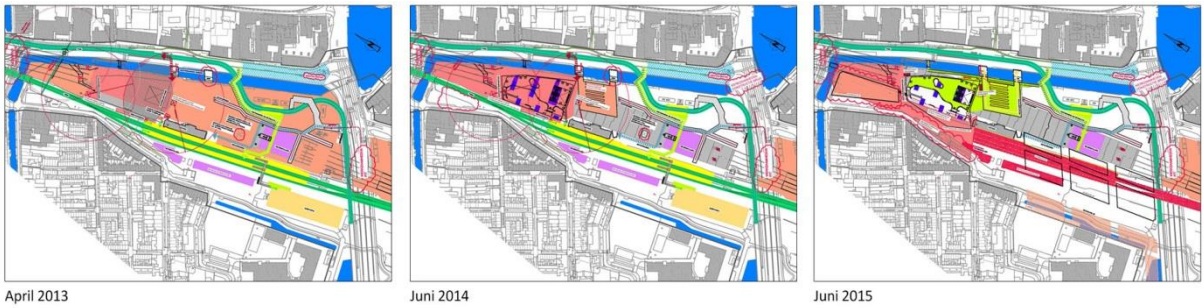
Aan de hand van de resultaten kan de communicatie over risico's en hinder ingericht worden met specifieke boodschappen naar specifieke doelgroepen: niet alles communiceren naar iedereen. Het herhaald uitvoeren van de Omgevingsmonitor zorgt ervoor dat opdrachtgever en opdrachtnemer in gesprek blijven over de kwaliteit van de communicatie.



FIGUUR 8-2 DE OMGEVINGSMONITOR IS GEBASEERD OP EEN MINDMAP DIE INZICHTELIJK MAAKT HOE VERTROUWEN GEMETEN KAN WORDEN. DE MINDMAP TOONT DE SAMENHANG TUSSEN DE VRAGEN.

BOUWFASERINGSKAART

Aan de hand van het bouwproces kan de communicatie afgestemd worden op de behoeften van de omgeving. De Bouwfaseringskaart is een omgevormde technische werktekening, die een overzichtelijk beeld geeft van het plangebied gedurende een bepaalde periode. Met Bouwfaseringskaarten wordt een dynamisch proces gevangen in een serie beelden, vandaar de bijnaam 'stripverhaal' (figuur 8-3).



FIGUUR 8-3 BOUWFASERINGSKAARTEN ('STRIPVERHAAL') VOOR SPOORZONE DELFT.

Voor het samenstellen van de Bouwfaseringskaarten komen de proceseigenaar (verantwoordelijk voor het actueel houden van de informatiestroom), communicatiemedewerkers, omgevingsmanagers, uitvoerders en technisch specialisten (twee)wekelijks bij elkaar om de werkzaamheden voor de komende periode door te nemen op hun impact voor de omgeving. De partijen bepalen samen of en hoe er met de omgeving

BASISTEKSTEN

Er is een set van basisteksten ontwikkeld om bouwoverlast en achterliggende oorzaken voor een breed publiek helder te maken. Aan de orde komen bijvoorbeeld trillingshinder, geluidsoverlast, het aanbrengen en verwijderen van dam- en diepwanden, monitoring en grondwaterbeheersing.

De basisteksten zijn in eerste instantie ontwikkeld voor de Bouwfaseringskaarten. Om deze reden bestaat elke tekst uit drie delen:

1) Een zin om het pictogram te duiden
2) Uitleg overlast (basispictogram)
    a) Een korte algemene tekst
    b) Uitleg maatregelen
    c) Handelingsperspectief (wat kunnen mensen zelf doen?)
3) Toelichting op de oorzaak (onderbord bij pictogram)

De teksten zijn, eventueel na bewerking, ook toepasbaar in bijvoorbeeld bewonersbrieven, digitale middelen en factsheets kunnen zij dienst doen.

VERDIEPING

- Artikel ‘Kwaliteitsslag in omgevingsmanagement’ over de toepassing van de Leidraad Geocommunicatie bij de bouw van twee onderdoorgangen bij station Bilthoven, *www.geoimpuls.org/#product=kwaliteitsslag-in-omgevingsmanagement*

TAB-10

TOELICHTING OP DE PUBLICATIE 'ONTWERP EN UITVOERING: EEN KLOOF OM TE OVERBRUGGEN'

Om het belang van de communicatie tussen de ontwerper en de uitvoerder onder de aandacht te brengen zijn een boekje, filmpjes, posters en stickers ontwikkeld onder de titel 'Ontwerp en uitvoering: Een kloof om te overbruggen'.

FIGUUR 10-1: VOORBEELD VAN CARTOONS DIE DE KLOOF ILLUSTREREN.

Door herkenbare situaties in korte sketches en op posters af te beelden wordt de boodschap op ludieke wijze treffend onder de aandacht gebracht (Figuur 10-1). De wijze waarop de toch wel serieuze risico's op een aansprekende manier worden gepresenteerd leidt ertoe dat men deze niet snel vergeet, en nodigt uit tot het verder verspreiden van de boodschap.

Een reeks van praktijkvoorbeelden waar iets mis ging wordt behandeld, met algemeen toepasbare tips om dergelijke situaties te voorkomen. De publicatie 'Ontwerp en Uitvoering, een kloof om te overbruggen' is hier terug te vinden.

FIGUUR 10-2: VOORBEELD UIT HET BOEKJE WAARIN EEN PRAKTIJKVOORBEELD GEGEVEN WORDT (ZWARTE TEKST), DE GEDACHTEN VAN ONTWERPER EN UITVOERDER OVER WIENS SCHULD HET WAS DAT HET MIS GING (GRIJZE BALLONNEN), EEN SUGGESTIE HOE HET BETER HAD GEKUND (GROEN), EN EEN TIP OM DERGELIJKE SITUATIES TE ONDERVANGEN.

DE KLOOF

Ontwerp en uitvoering zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Het zal niet de eerste keer zijn dat een ontwerp moeilijk maakbaar is, of dat tijdens de uitvoering ogenschijnlijk kleine wijzigingen worden doorgevoerd in het ontwerp zonder de gevolgen goed te overzien. Veel schade kan worden voorkomen door de kloof tussen ontwerp en uitvoering te overbruggen.

TIPS OM DE KLOOF TE OVERBRUGGEN

- Denk tijdens het ontwerp na over de uitvoeringsmethode en bespreek deze tijdig met uitvoeringsdeskundigen, zodat (on)mogelijkheden en randvoorwaarden helder zijn;
- Benut alle relevante informatie bij het ontwerp, dus ook kennis van de situatie en de uitvoerbaarheid;
- Gebruik elkaars kennis en ervaring en geef duidelijk aan wat je van de ander verwacht;
- Overleg met de andere partij als de situatie complex is;
- Let extra op als je zelf weinig ervaring hebt: eis zo nodig een controle van externe deskundigen;
- Overdracht is meer dan het afgeven van een rapport: bespreek de inhoud en stel vragen;
- Stel vooraf gezamenlijk een werkplan op, zodat risico's in beeld komen en maatregelen worden besproken;
- Houd de geotechnisch adviseur betrokken bij het project, zeker in bijzondere en/of complexe situaties;
- Kijk wat de ander met de geotechnische informatie doet en leg uit wat de gevolgen van een keuze zijn;
- Zorg dat helder is wat de mijlpalen en kritieke onderdelen in het plan zijn;

- Noem voorwaarden niet alleen in het rapport: bespreek ze met de betrokken partijen
- Bespreek de uitgangspunten van het ontwerp, zodat de uitvoerende partij de juiste keuzen kan maken;
- Zorg voor duidelijke contractuele- en werkafspraken met wederzijdse toelichting van kritische onderdelen;
- Bereken en beschrijf voorspellingen zo volledig mogelijk en vermeld onzekerheden en bandbreedten;
- Vermeld duidelijk wanneer het gaat om een indicatie en leg uit hoe men dit kan controleren.

BRUGGEN BOUWEN

Een belangrijk sleutelwoord is communicatie. Door meer en beter te communiceren, zowel tijdens het ontwerp als gedurende de uitvoering, kunnen veel problemen worden voorkomen, of is er een snellere of goedkopere oplossing mogelijk.
Een goede rolverdeling is belangrijk. Ontwerpers en uitvoerders moeten hun eigen rol nadrukkelijker in praktijk brengen, en de ander hun rol gunnen. Dat geldt in alle fasen van het project. Het project zal soepeler verlopen als de uitvoerder zich betrokken voelt bij het ontwerp en de geotechnisch adviseur meedenkt tijdens de uitvoering.
Vertrouwen en openheid vormen de basis voor een goede samenwerking. Ontwerpers en uitvoerders moeten vertrouwen in elkaar hebben en eerlijk durven zijn. De opdrachtgever moet zich ook open opstellen, want voor een betere samenwerking is ruimte nodig.
Uiteindelijk is het in ieders belang dat de kloof tussen ontwerp en uitvoering wordt overbrugd, waarbij men dient

Zowel ontwerp als uitvoering stellen leggen eisen en randvoorwaarden op aan het project. De verschillende eisen en randvoorwaarden dienen goed op elkaar te zijn afgestemd en vanuit verschillende invalshoeken op waarde te zijn getoetst.

TAB-11

TOELICHTING OP 'RISICOLIJSTEN GEO-IMPULS'

Tijdens het cyclische georisicomanagement proces worden in iedere projectfase risico's geïdentificeerd. Om hierbij te helpen zijn Risicolijsten opgesteld (Website KIVI Geo-Impuls producten onder het kopje 'Algemeen').

De risicolijsten zijn opgesteld voor zes typen projecten op basis van ervaringen in eerdere bouwprojecten. Bij het gebruik van de lijsten dient men zich er van bewust te zijn dat generieke risicolijsten nooit compleet kunnen zijn. Verder is het zo dat wanneer de risico-inventarisatie wordt uitgevoerd vanuit andere invalshoeken dan hieronder beschouwd, er een andere lijst met risico's wordt gevonden. De hier gepresenteerde risicolijsten zijn vooral vanuit een geotechnisch oogpunt opgesteld.

ZES TYPEN PROJECTEN

Risicolijsten zijn opgesteld voor zes typen projecten:

- Bemaling
- Bouwkuip
- Paalfundering
- Stortlocatie bebouwen
- Waterkering
- Wegconstructie

Een voorbeeld van de 'risicolijst' voor bemaling is te zien in Figuur 11-1. Vanuit verschillende invalshoeken zijn ongewenste gebeurtenissen geïnventariseerd, en onderliggende oorzaken, of sub-oorzaken zijn aangegeven. Risico's zijn gecategoriseerd aan de hand van de invalshoek van waaruit het risicoprofiel wordt beschouwd. De invalshoeken zijn: geotechniek, geohydrologie, geo-ecologie, objecten in de ondergrond, contractueel en uitvoerbaarheid. De doorvertaling van een ongewenste gebeurtenis naar een gevolg in termen van risico is projectafhankelijk en ontbreekt hier dus (risico= kans van optreden van de ongewenste gebeurtenis x gevolg van optreden).

Het werken met checklijsten zoals hier gepresenteerd wordt over het algemeen als een goede manier beschouwd om te komen tot zo compleet mogelijke risico-inventarisaties. Aangeraden wordt om de checklijst te gebruiken en om deze met eigen ervaringen uit te breiden.

Invalshoek	Bemaling		
	ongewenste gebeurtenis	**oorzaak**	**sub-oorzaak**
Geotechniek	schade aan belendingen	negatieve kleef op paalfunderingen	
		paalrot (lange termijn)	droogvallen houten palen
		zettingen van fundering op staal	
		opdrijven van kelders	te hoge injectiedruk bij retourbemaling
	opbarsten bodem bouwput/sleuf	te optimistisch ontwerp	
		dunne plekken in (of lokaal ontbreken van) afsluitende laag (heterogeniteit)	onvoldoende grondonderzoek
		waterdruk onder afdichtende laag te hoog	
		welvorming door niet afgedichte paalgaten of boorpunten	
	zakking van het omliggende maaiveld		
Geo-hydro-logie	beïnvloeding drinkwaterwinning	groter pompdebiet dan verwacht	geohydrologische modelparameters onjuist ingeschat
		drinkwaterwinpunten	
Geo-ecologie	verspreiding verontreiniging	opgewekte GW stroming	
	schade aan vegetatie	verlaging GW peil	
	vermindering van de opbrengst van landbouwgewassen	verlaging GW peil	
Objecten in de onder-grond	vertraging en/of meerkosten	funderingsresten en/of in het verleden aangebrachte constructies	
		door beheerders	
Contractueel	vertraging en /of meerkosten door aanvullende eisen	meer pompdebiet dan in vergunning toegestaan	geohydrologische modelparameters onjuist ingeschat
		uitgeslagen water te zout	geohydrologische modelparameters onjuist ingeschat
		uitgeslagen water verontreinigd	onvoldoende historisch onderzoek
Uitvoerbaarheid	verstopping van de infiltratieput(ten) bij retourbemaling	chemische neerslag (kalk, magnesiumzouten en ijzerhydroxiden)	daling van de temperatuur van het ontrokken water
			verlaging van de druk
			grondwater blootgesteld aan zuurstof
			menging met grondwater van een andere samenstelling
		interactie tussen infiltratiewater en bodem	
		gasbellen in het geinfiltreerde water	te lage druk in het leidingcircuit
		bacterieontwikkeling	
		zwevende deeltjes in het infiltratiewater	
	vertraging en/of meerkosten uitvoering door schade op bouwlocatie	bouwlocatie loopt onder	uitvallen, verstopping en / of slijtage van pompen en drains
	kortsluiting tussen bemaling en retourinjectie	retourinjectie te dichtbij	geohydrologische modelparameters onjuist ingeschat
		te hoge injectiedruk	
	inkalven/ bezwijken talud	instromend water	te laag pompdebiet
		talud te steil	
		sleuf te lang open	
		te hoge belasting naast sleuf	

FIGUUR 11-1 RISICOLIJST VOOR BEMALINGEN.

TAB-12

TOELICHTING OP PUBLICATIE ´HANDREIKING OBSERVATIONAL METHOD´

Voor de tekst in dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van het artikel ´Introducing a Dutch guideline on using the Observational Method´ door Bles, et al. (2015) en informatie op de website CURNET (Spring naar Handreiking Observational Method).

De Handreiking observational method (OM) (Geo-Impuls & Stichting CURNET, 2015) heeft als doel om de toepassing van de OM in de Nederlandse praktijk te stimuleren. In tegenstelling tot bij traditionele ontwerpen wordt bij de OM onzekerheid ten aanzien van het gedrag van de ondergrond en constructie niet alleen gecompenseerd door toepassing van conservatieve ontwerpparameters. Het ontwerp wordt gemaakt met gunstigere parameters, en monitoring tijdens de uitvoering moet uitwijzen of er maatregelen nodig zijn omdat de ondergrond ongunstiger blijkt dan aangenomen. Doordat men start met een minder over gedimensioneerd ontwerp, kan men winst boeken wanneer de ondergrond gunstig uitvalt.

De Geo-Impuls werkgroep OM heeft drie punten aangegeven waaraan moet zijn voldaan om te spreken van toepassing van de OM:

- verschillende ontwerp scenario's moeten voor de uitvoeringsfase vastgesteld zijn, dus niet tijdens de uitvoering;
- metingen moeten gedaan worden die inzicht geven in het grondgedrag, het gedrag van de constructie, en/of de interactie met de omgeving. Op basis van metingen wordt bepaald of er van scenario gewisseld dient te worden;
- metingen worden tijdens de uitvoeringsfase uitgevoerd, dus niet zoals bij paaltesten die voor de constructiefase gedaan worden en ook niet pas achteraf als er iets misgegaan is.

De handreiking is bedoeld om de partijen bij het bouwproces te informeren over de mogelijkheden van de Observational Method, daarbij best practices te delen en om aanwijzingen te geven over hoe de Observational Method in de bestaande context van regelgeving en praktijk kan worden toegepast.
De handreiking gaat specifiek in op toepassing van de OM, en bevat ook voorbeelden van toepassing. De handreiking gaat niet in op monitoring, daarvoor wordt verwezen naar CUR-rapport 223 ´Richtlijn Meten en monitoren van bouwputten´.
Voor projectleiders en leidinggevenden is het vooral relevant om de kenmerken van projecten die zich *wel* en *niet* lenen voor toepassing van de OM. Deze aspecten worden eerst behandeld in dit hoofdstuk, alvorens in te gaan op het ontwerpen met de OM.

KENMERKEN VAN PROJECTEN DIE ZICH *GOED* LENEN VOOR DE OM

Wanneer projecten voldoen aan één of meerdere van de onderstaande aspecten zou de toepassing van de OM meerwaarde kunnen leveren:

- er zijn meerdere opeenvolgende fases waarbij steeds geleerd kan worden van voorgaande fases (bijvoorbeeld: gefaseerde ontgraving, gefaseerd aanbrengen van belasting, een voortschrijdend bouwproces);
- bij een traditioneel ontwerp moeten er dure maatregelen genomen worden die uiteindelijk misschien niet nodig zijn (bijvoorbeeld: trillen van damwanden bij kwetsbare bebouwing);
- één partij is verantwoordelijk voor zowel het ontwerp als de uitvoering;

- de ondergrond is erg heterogeen (veel verschillende grondsoorten) of er bestaat veel onzekerheid over de ondergrond of het faalmechanisme waardoor een traditioneel ontwerp tot overmatig conservatieve parameters leidt;
- verplaatsingen zijn leidend bij het ontwerp. Deze zijn beter en nauwkeuriger te meten dan krachten en spanningen;
- het project is van korte duur en de grond heeft een gunstig kortetermijngedrag;
- er zijn risico's met een kleine kans van optreden maar een dusdanig gevolg dat de a priori kans van optreden, dus de kans zonder aanvullende ondergrondinformatie, onacceptabel is.

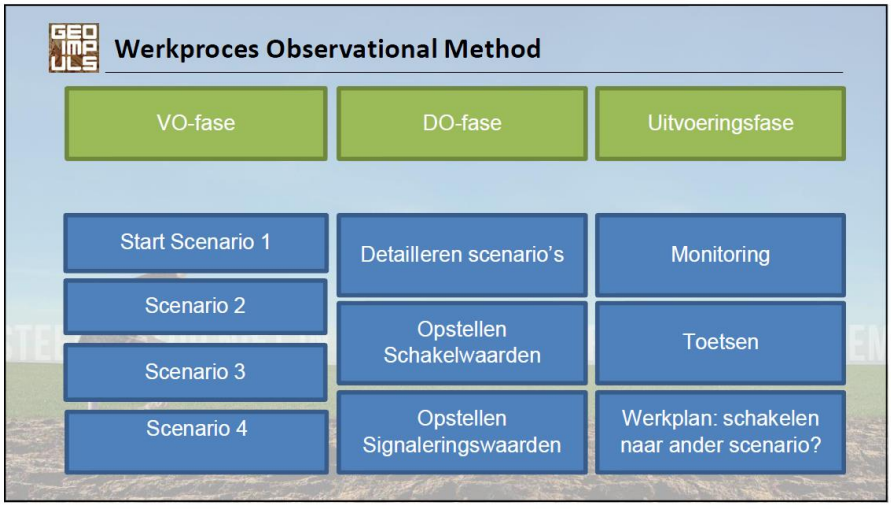
KENMERKEN VAN PROJECTEN DIE ZICH *NIET* LENEN VOOR DE OM

Wanneer één van de onderstaande aspecten van toepassing is op een project leent dit zich *niet* voor toepassing van de OM:

- snel wijzigende belastingen;
- metingen zijn niet tijdig beschikbaar, bijvoorbeeld bij verticaal evenwicht
- faalmechanismen zijn niet te monitoren bijvoorbeeld bij:
  - bros bezwijken
  - bij een slechte correlatie van sterkte en stijfheid;
  - als maatgevende situatie pas in de toekomst optreedt;
- veranderende faalmechanismen tijdens de bouw
- de kosten van monitoring en het ontwerp zijn hoger dan de verwachte winst.

ONTWERPEN MET DE OBSERVATIONAL METHOD

Een werkproces met de OM is weergegeven in Figuur 8-1. In tegenstelling tot een traditioneel ontwerp worden in plaats van één ontwerp meerdere ontwerpen gedetailleerd voor verschillende ondergrond scenario's. Ook wordt er een plan opgesteld waarin bepaald staat wat gemeten wordt en wanneer naar een alternatief scenario wordt geschakeld.



FIGUUR 12-1 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET ONTWERP PROCES VOLGENS DE OBSERVATIONAL METHOD (GEPRESENTEERD OP GEO-IMPULS BIJEENKOMST 25-06-2015).

STAPPEN IN DE OM

1. IDENTIFICATIE EN ANALYSE VAN FAALMECHANISMEN

Een risicoanalyse wordt uitgevoerd waarin ongewenste gebeurtenissen, de faalmechanismen voor (delen van) de constructie worden geïdentificeerd. De ontwikkeling van de faalmechanismen in de tijd wordt geanalyseerd om te bepalen of de OM kan worden toegepast.

2. OPSTELLEN VAN SCENARIO'S EN GEORISICOMANAGEMENT

De kansen van het optreden van de grenstoestanden voor de geïdentificeerde faalmechanismen worden bepaald. Ook worden de consequenties van falen op de constructie bepaald. Op basis hiervan worden scenario's gedefinieerd. In deze stap wordt ook al de parameters bepaald; meer over de bepaling hiervan volgt hieronder in 'Keuze van grondparameters'.

3. BEPALING VAN HET VEILIGHEIDSNIVEAU

Het veiligheidsniveau wordt voor ieder scenario bepaald op basis van de bruikbaarheidsgrenstoestand en de uiterste grenstoestand. Hierbij worden volgens de normen partiele factoren toegepast.

4. BEPALING VAN KRITISCHE PARAMETER

De kritische parameter wordt bepaald voor de maatgevende grenstoestand.

5. MONITORING

De kritische parameter wordt gemonitord tijdens de uitvoering om te bepalen hoe deze zich ontwikkelt, in vergelijking met de voorspelde ontwikkeling voor de verschillende scenario's. Een aandachtspunt is dat de voorspellingen voor de ontwikkeling uitgaan van de representatieve waarde voor de belasting (zonder partiele factoren).

6. TOETSING EN SCHAKELING NAAR ANDER SCENARIO

Op basis van de monitoringsgegevens en beoordeling van de situatie dient bepaald te worden of van scenario gewisseld moet worden. Dit gebeurt wanneer de ondergrond zodanig ongunstig is dat de gemonitorde waarde de vooraf vastgestelde limietwaarde overschrijdt.

KEUZE VAN GRONDPARAMETERS

Voor de ondergrondparameter die kritisch is voor het ontwerp mag in principe een waarde gekozen worden, terwijl de andere ondergrondparameters volgens de Eurocode bepaald worden (en dus vaak met een 95% over/onderschrijdingskans). Overwegingen die spelen bij de keuze van de startwaarde van de kritische ondergrondparameter zijn: de kosten van wisselen naar een alternatief scenario, en de winst die behaald wordt door een minder conservatief ontwerp. Hoe gunstiger de gekozen waarde hoe meer winst er verwacht mag worden, maar ook hoe groter de kans is dat men moet wisselen naar een ander scenario. Tevens dient er bij een gunstigere waarde nog wel aangetoond te worden dat er voldoende tijd is om van scenario te wisselen indien de ondergrond ongunstiger uitpakt.

BELANG VAN COMMUNICATIE

Zowel de communicatie tussen de constructeur en de geotechnisch adviseur, als de communicatie tussen ontwerp en uitvoering is van belang bij de OM. Tijdens de uitvoering moeten de ontwerper en uitvoerder nauw samenwerken om de monitoringsdata tijdig te analyseren en te besluiten of het nodig is om van scenario te wisselen.

VERDIEPING

Tijdens de Geotechnical Safety and Risk V conferentie in Rotterdam in 2015 zijn meerdere artikelen vanuit Geo-Impuls gepresenteerd die betrekking hebben op de OM en/of op monitoring in de sessie 'Case Studies, Monitoring and Observational Method'. Ook in vakblad Geotechniek zijn artikelen over dit onderwerp gepubliceerd.

Bles, T., Stoevelaar, R., & Jong, E. D. E. (2015). Introducing a Dutch guideline on using the Observational Method. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 945–950).

de Jong, E. (2011). Observational Method 1. *Geotechniek*, (April), 26–28.

De Vries, M., Hulsbos, S. K., & Blaauw, J. (2015). Risk management of a complex remediation of the former Feijenoord Gasworks site in Rotterdam. In *Geotechnical Safety and Risk V*.

Galenkamp, H. F., & Bosma, C. F. (2015). Real-Time Insight in Geotechnical Risks; Monitoring During the Observational Method. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 962–967).

Geo-Impuls, & Stichting CURNET. (2015). *CUR/Geo-Impuls-rapport Handreiking Observational Method*.

Hoefsloot, F. J. M. (2015a). Evaluation Settlement models Test Embankments Bloemendalerpolder - GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 619–624).

Hoefsloot, F. J. M. (2015b). Long Term Monitoring Test Embankments Bloemendalerpolder - GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 613–618).

Hopman, V., & Holscher, P. (2015). Non-destructive quality check on cast in-situ piles. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 590–594).

Pot, R., Roelse, F. P., van der Meer, M. T., Nushi, B. R. I., & Nelemans, J. P. (2015). The Observational Method in a Real Time Multi-Stakeholder Environment. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 968–967).

Schadee, L. (2015). Soil Displacement Induced Laterally Loaded Piles Test Embankments Bloemendalerpolder – GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 625–629).

Van Dalen, J., Bosch, J. W., & Broere, W. (2015). Concrete flow in diaphragm wall panels: A full-scale in-situ test. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 601–606).

Van Dalen, J. H., Servais, R., & Boone, D. C. (2015). Observational Method, Case A2 Maastricht. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 951–956).

TAB-13

TOELICHTING OP DE CUR-GEO/IMPULS 247 RICHTLIJN RISICOGESTUURD GRONDONDERZOEK

De CUR-Geo/Impuls 247 Richtlijn Risicogestuurd grondonderzoek (Geo-Impuls & Stichting CURNET, 2013) is opgesteld als een vervolg op het Delft Cluster/CUR-project Grondonderzoek in de tenderfase (Spring naar Richtlijn).
Deze richtlijn heeft als doel om een oplossing te bieden tot verschillende veel voorkomende problemen die voorkomen bij het plannen en uitvoeren van grondonderzoek.

Het Geotechniek artikel CUR Richtlijn 247: Risico gestuurd grondonderzoek, van planfase tot realisatie (Brassinga & Van Dalen, 2013) geeft een uiteenzetting van de methodiek waarmee grondonderzoek kan worden uitgezet in alle fasen van een project. Onderstaande tekst is met kleine wijzigingen uit dit artikel overgenomen.

Een vroegtijdige beschikbaarheid van grondonderzoek is onontbeerlijk. Dit geld voor zowel traditionele als geïntegreerde contracten. Veel in de praktijk gehoorde argumenten tegen een gefaseerde aanpak waarbij in een vroeg stadium van het project met grondonderzoek wordt begonnen zijn tijdgebrek en geen budget. Een gebrek aan voldoende grondonderzoek vroegtijdig in het project zou zowel voor opdrachtgevers als opdrachtnemers onacceptabel moeten zijn, vanwege de inherent grote onzekerheid van de ondergrond en bijbehorende risico's voor beide partijen gedurende de looptijd van een project, ongeacht de overeengekomen risicoverdeling.

De CUR Richtlijn 247 geeft een compleet beeld van de wijze waarop men risicogestuurd kan komen tot een tijdig beschikbaar grondonderzoek van de juiste omvang en type behorend bij het risicoprofiel van het project. Hantering van deze Richtlijn zal er naar verwachting toe bijdragen dat door de optimale inzet van risico gestuurd grondonderzoek de faalkosten bij infrastructurele projecten in belangrijke mate worden teruggedrongen.

Tabel 1 (Figuur 13-1) afgeleid uit van Staveren, 2006, presenteert zes generieke vragen met bijbehorende acties voor het opzetten en (laten) uitvoeren van een risicogestuurd grondonderzoek. Dit basisschema kan worden gebruikt voor de uitwerking van het benodigde grondonderzoek voor verschillende types constructies. Het schema dient voor iedere fase van een project te worden doorlopen. Doordat er bij iedere faseovergang een risico management cyclus wordt uitgevoerd volgt er ‘vanzelf’ welke risico’s in de volgende fase of fasen van het project voorzien worden en wordt inzicht verkregen in het benodigde grondonderzoek om de risico’s te mitigeren.

Voor uitgebreide behandeling van de relatie tussen contractvorm en risicogestuurd grondonderzoek wordt doorverwezen naar de bovengenoemde publicaties.

Tabel 1 - Onderzoeksvragen			
Nr	*Vraag*	*Actie*	*Voorbeeld*
1	Welk type constructie?	Bepaal de grondgerelateerde constructies van het project.	Spoorlichaam naast bestaand spoor
2	Welke risico's?	Bepaal de ongewenste gebeurtenissen (GEVOLG)	Groot risico op schade aan bestaand spoor
3	Welke mechanismen?	Bepaal de significante geotechnische mechanismen (OORZAAK).	Horizontale deformaties van bestaand spoor
4	Welke methodieken?	Bepaal de methodieken* voor het kunnen bepalen van de mate van optreden van dit mechanisme	Eindige elementen deformatieberekening
5	Welke parameters?	Bepaal de meest kritische grondparameter(s) die een rol spelen	Elasticiteitsmoduli
6	Welk grondonderzoek/ monitoring	Gegeven de geologische heterogeniteit,bepaal het type, aantal en kwaliteit van het grondonderzoek om deze grondparameters te bepalen	Sonderingen met water-spanningsmeting, ongeroerde monsters en CRS proeven

* Dit kunnen zowel ontwerp als uitvoeringsmethodieken zijn.

FIGUUR13-1: VRAGEN EN ACTIES VOOR HET OPZETTEN EN UITVOEREN VAN RISICOGESTUURD GRONDONDERZOEK. (UIT BRASSINGA & VAN DALEN, 2013).

VERDIEPING

Brassinga, H., & Van Dalen, J. H. (2013). CUR Richtlijn 247: Risico gestuurd grondonderzoek , van planfase tot realisatie. Geotechniek, (April), 10–13.

Geo-Impuls, & Stichting CURNET. (2013). CUR 247-rapport Richtlijn risicogestuurd grondonderzoek.

TAB-14

TOELICHTING OP PUBLICATIE ´HANDLEIDING BETROUWBAAR ONDERGROND MODEL´

De 'Handleiding Betrouwbaar Ondergrond Model' heeft als doel opdrachtgevers, ontwerpers en bouwers te helpen om op risicogestuurde wijze een betrouwbaar ondergrondmodel op te stellen voor geotechnisch ontwerp. Een ondergrondmodel is een model van de ondergrond dat de ruimtelijke verdeling van geotechnische en hydrologische eenheden geeft, en per geotechnische eenheid de geotechnische en hydrologische parameters. Een betrouwbaar ondergrondmodel is een ondergrondmodel dat de gebruiker in staat stelt om de betrouwbaarheid van het ontwerp te bepalen.

In vergelijking met de gangbare praktijk is de meerwaarde van het betrouwbaar ondergrond-model dat:

- Het ondergrond gerelateerde risico's expliciet maakt.
- Het aansluit bij de stappen van de GeoRM methode voor management van geotechnische risico's (van Staveren & Litjens, 2012).
- Het geologische kennis en geofysische metingen gebruikt om tussen puntinformatie te interpoleren.
- Het onzekerheid over de opbouw van de geotechnische en hydrologische eenheden expliciet maakt in scenario's voor geotechnisch ontwerp.

HOE DE HANDLEIDING BETROUWBAAR ONDERGROND MODEL TE GEBRUIKEN?

De Handleiding ontsluit een veelheid aan instrumenten voor het maken van een betrouwbaar ondergrond model. Documenten en literatuur die bij deze Handleiding horen zijn gebundeld te downloaden in de vorm van een ZIP-file via de geoimpulswebsite onder het kopje Handleiding voor een betrouwbaar ondergrondmodel (hier).

De instrumenten kunnen ook los van de Handleiding worden gebruikt.

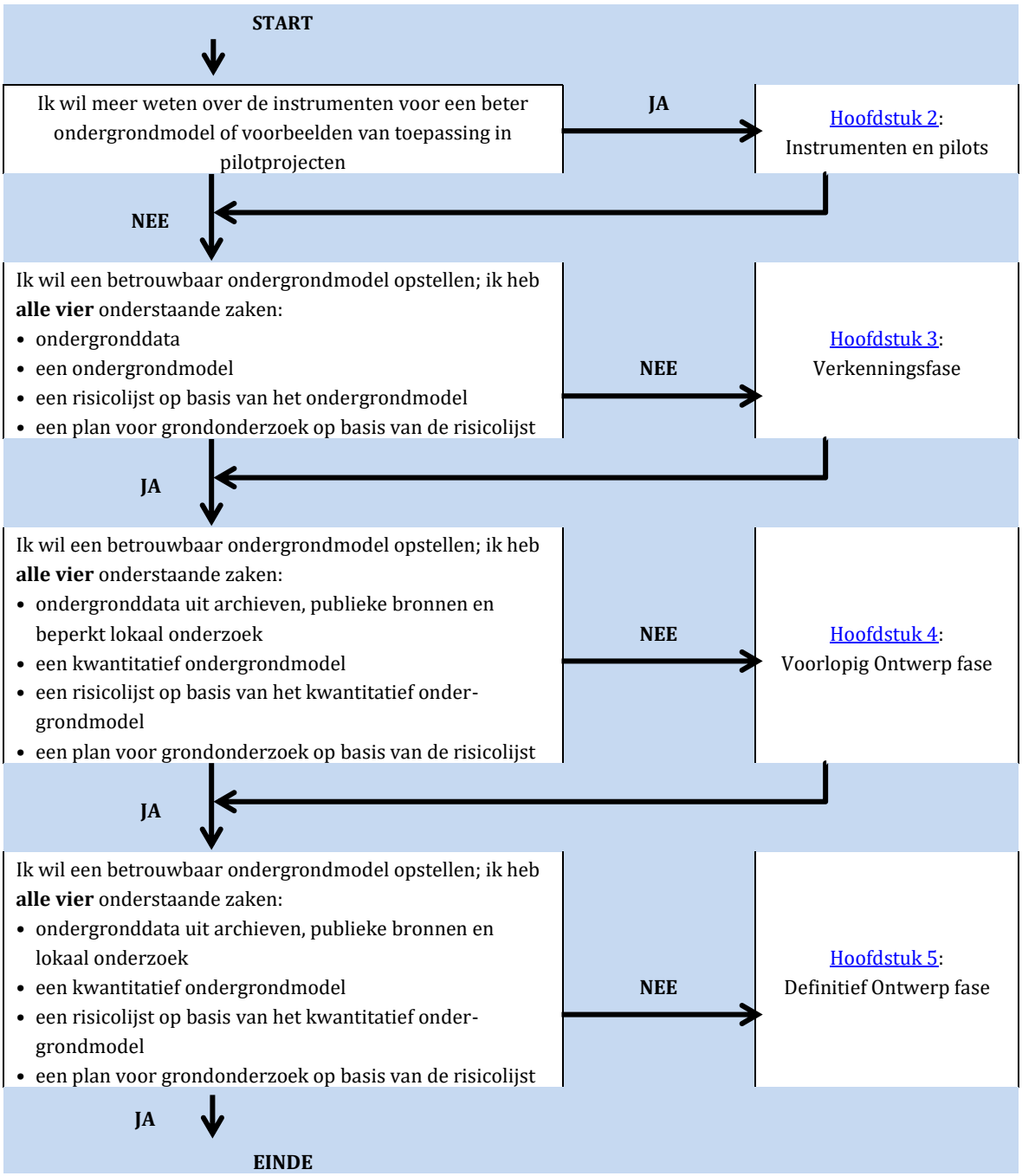
Het stroomschema in Figuur 14-1 geeft aan hoe de Handleiding te gebruiken. Via de hyperlinks in het stroomschema komt de gebruiker terecht bij één van drie stappenplannen voor het opstellen van een ondergrondmodel, voor respectievelijk Verkenningsfase, Voorlopig Ontwerp fase en Definitief ontwerp fase.

De 'bundel betrouwbaar ondergrond model' bevat ook de verzamelde hyperlinks naar alle websites uit de Handleiding. Door deze verzameling in zijn geheel te plaatsen in de 'Favorieten' directory van de webbrowser zijn alle hyperlinks beschikbaar onder 'Favorieten'.

VOORBEELDEN VAN TOEPASSING VAN DE HANDLEIDING

Onderdelen van de Handleiding en de instrumenten zijn toegepast in een viertal pilotprojecten. Het doel van de pilotprojecten was om de meerwaarde van de instrumenten te demonstreren in de praktijk, en om de instrumenten te verbeteren met de ervaringen uit de projecten.

De pilotprojecten worden hierna kort beschreven. De rapporten over de pilots zijn via de Geo-Impuls site te downloaden.



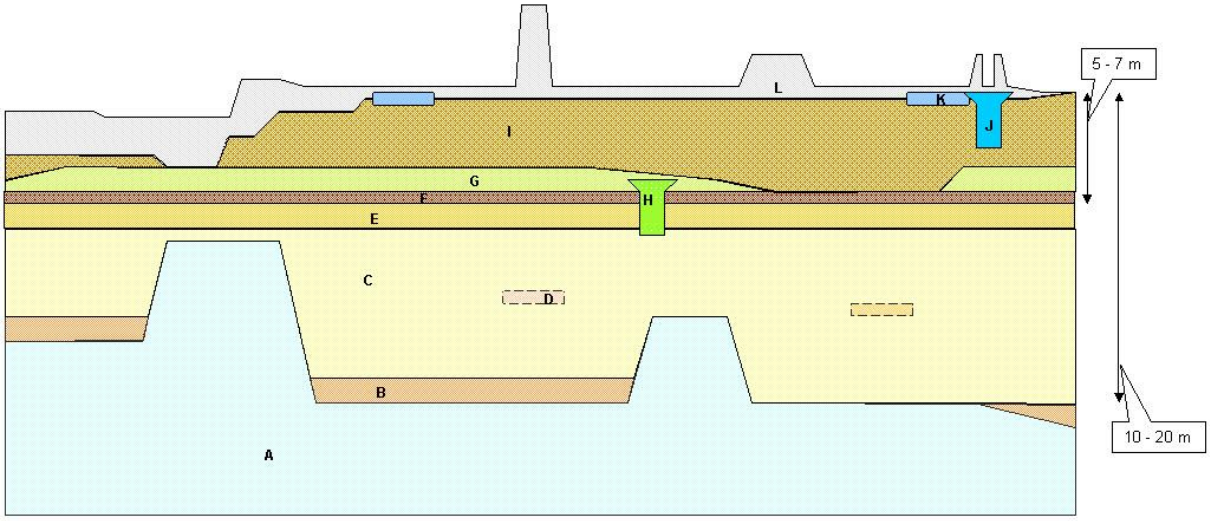
FIGUUR 14-1 STROOMSCHEMA VOOR HET GEBRUIK VAN DE 'HANDLEIDING BETROUWBAAR ONDERGROND MODEL'.

A9 GAASPERDAMMERWEG
VROEGTIJDIGE INBRENG GEOLOGISCHE KENNIS

De Geo-Impuls pilot 'A9 Gaasperdammerweg' beschrijft het onderzoek naar de haalbaarheid van verschillende uitvoeringsvarianten voor een ondiep gelegen landtunnel. De verbreding van de A9 Gaasperdammerweg is onderdeel van het project Schiphol-Amsterdam-Almere (SAA) en zal worden aangelegd als halfverdiepte landtunnel met een lengte van ca. 3 km. De aanpak bestond uit het formuleren van basiscenario's voor de ondergrondopbouw. Deze basisscenario's worden weergegeven op een basisscenariokaart (figuur 14-2). Voor de basisscenario's worden de gevolgen voor en de haalbaarheid van de uitvoeringsvarianten bepaald.

De pilot geeft antwoord op de volgende vragen van de projectorganisatie van Rijkswaterstaat:

- Wat zijn de belangrijkste ondergrondrisico's van de ontwerpvarianten?
- Hoe haalbaar zijn de ontwerpvarianten in het licht van de ondergrondrisico's, welke ondergrondfactoren zijn onderscheidend voor de kosten van de ontwerpvarianten, en wat is de rangorde van de ontwerpvarianten in termen van ondergrondrisico's?
- Met welke basisscenario's is de onzekerheid in de opbouw van de ondergrond te beschrijven?
- Welk aanvullend grondonderzoek is nodig voor het ontwerp en om de ondergrondrisico's te beheersen?



FIGUUR 14-2 KWALITATIEF LANGSPROFIEL MET KRITIEKE ONDERGRONDFENOMENEN VOOR DE AANLEG VAN EEN HALFVERDIEPTE LANDTUNNEL, A9 GAASPERDAMMERWEG.

JULIANAKANAAL – INZET GEOFYSISCHE MEETMETHODEN

De Geo-Impuls pilot Julianakanaal laat de toepassing zien van geofysische methoden in het vooronderzoek naar de kaden en de kanaalbodem. Het doel van de metingen was:

1 Het identificeren van een laag fijn zand die door kwel kan verweken, waardoor de stabiliteit van de kanaalkaden wordt bedreigd.
2 Het verkrijgen van inzicht in de opbouw van de kaden om doelgericht nader onderzoek naar de sterkte-eigenschappen te kunnen uitvoeren
3 Het identificeren van obstakels op de kanaalbodem.

Seismische S-golf metingen en de grondradarmetingen bleken het meest succesvol voor doelen 1 en 2. Deze metingen laten duidelijk gelaagdheden in en onder de dijk zien. De P-golf-metingen laten vooral reflecties (ver) onder de dijk zien. De oppervlaktegolf-metingen tonen laterale variaties maar hebben een te lage resolutie voor een gedetailleerde interpretatie. De grondradarmetingen op het water bleken niet te functioneren, maar op de kade tonen de metingen duidelijk de aanwezigheid en omvang van de leemlagen. De Side Scan Sonar levert gedetailleerde informatie op voor doel 3, obstakels op de kanaalbodem. Door verschillende technieken te combineren is meer inzicht verkregen die met elke techniek apart niet verkregen kon worden.

Ook heeft het geofysische onderzoek op enkele trajecten geleid tot een verkleining van de geotechnische risico's tijdens de uitvoering.

FLANKENONDERZOEK A1-A6 – INZET GEOFYSISCHE MEETMETHODEN

De Geo-Impuls pilot 'flankonderzoek A1-A6' beschrijft de toepassing van geofysische methoden in het definitief onderzoek naar de uitvoeringwijze van een wegverbreding. Aanvullend geofysisch grondonderzoek op de zogenaamde 'flanken' van het bestaande weglichaam moet het risico op verschilzettingen ter plaatse van deze overgangen nader kwantificeren, om in de uitvoering de juiste maatregelen te kunnen nemen.

Binnen het project zijn de volgende geofysische methoden toegepast:

- ElektroMagnetische (EM) meting;
- Elektrische Weerstand Tomografie (ERT), elektroden in de grond ingebracht;
- Elektrische Weerstand Tomografie (ERT), sleepelektroden over het oppervlak;
- Grondradar (GPR) meting.

De GPR (georadar) is potentieel zeer krachtig maar misschien juist wel te gedetailleerd voor geotechnische toepassingen. De ERT-meting (klassiek of met Ohmmapper) lijkt in dit project de meest bruikbare methode te zijn. Voor het inmeten van grotere gebieden lijkt de Ohmmapper het meest praktisch. Er is aangetoond dat de metingen een veel hogere mate van detail geven dan het conventionele grid van sonderingen en boringen. Een sterk heterogene opbouw leidt echter tot moeilijk te interpreteren meetresultaten.

RIVIERENLAND – TOEVOEGEN VAN LOKAAL ONDERZOEK TER VERBETERING VAN EEN BESTAAND ONDERGRONDMODEL

De Geo-Impuls pilot Rivierenland beschrijft de uitbreiding van het bestaande ondergrondmodel van Veiligheid Nederland in Kaart 2 (VNK2) met lokaal onderzoek. Het doel van de pilot is de faalkans als gevolg van piping te verkleinen. Uit de faalkansberekeningen met de VNK2 schematisaties voor dijkring 38 Bommelerwaard kwamen relatief kleine faalkansen. Deze kleine faalkansen lijken in tegenspraak met de zandmeevoerende wellen die tijdens het hoogwater in januari 2011 zijn opgetreden.

In de pilot is de bestaande schematisatie uitgebreid met aanvullende gegevens die bij het waterschap Rivierenland beschikbaar zijn. De pilot geeft antwoord op twee onderzoeksvragen:

1 Wat is de meerwaarde van het toevoegen van extra informatie uit het archief van het waterschap aan de schematisatie van de ondergrond en de controle door de geoloog met betrekking tot de faalkans voor het mechanisme piping?
2 Leidt het aanvullende grondonderzoek 'Hurwenen' tot aanpassingen in de schematisatie van het faalmechanisme en leidt dit tot faalkansen die meer overeenkomen met het optreden van zandmeevoerende wellen bij waterstanden met een overschrijdingsfrequentie van 1/10 per jaar?

Wat betreft de tweede vraag blijkt vooral de grote invloed van de korrelgrootteparameter d70 op de kans op piping.

Geo-Impuls (2013). Pilot Rivierenland - Effecten van aanvullend grondonderzoek op de faalkansen voor piping. Royal HaskoningDHV memo LW-AF20131260/OR. Peter van der Scheer.

Geo-Impuls (2014). Pilot A9 Gaasperdammerweg. Deltares rapport 1202416-008-GEO-0005-v2. Marc Hulst, Arjan Venmans, Gerard Kruse (Deltares), Jeroen Schokker, Wim Dubelaar (TNO).

Geo-Impuls (2014). Pilot Julianakanaal – Geofysisch onderzoek kadestabiliteit en kanaalbodem. Deltares rapport 1209346-008-GEO-0001-v2. Marco de Kleine, Andre Koelewijn, Arjan Venmans.

Geo-Impuls (2014). Flankenonderzoek A1-A6 - Pilot geofysische meetmethoden. Rapport SAAone-OGW-RAP-100001. Erwin de Jong (SAAone), Laura Vonhögen-Peeters, Pauline Kruiver, Giovanni Diaferia, Marco de Kleine (Deltares), Elisabeth Alink, Serkan Nuri Elgün, Chris van Isselt (Fugro).

Geo-Impuls (2014). Pilot Rivierenland - 'Een dijk van een case'. Powerpoint presentatie. Ane Wiersma, Ruud Hoogendoorn (Deltares), Peter van der Scheer (Royal HaskoningDHV).

Geo-Impuls (2015). Handleiding Betrouwbaar Ondergrond Model. Deltares rapport 1220018-016-GEO-0001-v2. Werkgroep Betrouwbaar Ondergrond Model.

Van Staveren, M., Litjens, P. (2012). GeoRM: Risicogestuurd werken als eindresultaat van Geo-Impuls. *Geotechniek* 16 (pp. 14-17).

TAB-15

TOELICHTING OP RAPPORT GEOFYSISCHE METHODEN VOOR GEOTECHNISCHE INGENIEURS

Geofysische methoden kunnen een continu beeld van de ondergrond geven, in tegenstelling tot de puntmetingen die verkregen worden met sonderingen en boringen. Vanuit Geo-Impuls is de Handleiding 'Geofysische methoden voor geotechnische ingenieurs' gepubliceerd, om de geotechnisch adviseur inzicht te geven in de toepassing van geofysisch onderzoek voor een project. De Handleiding behandelt de volgende onderwerpen:

- de opzet van een geofysisch onderzoek;
- selectie van geschikte geofysische methoden;
- de principes waarop verschillende geofysische methoden gebaseerd zijn;
- enkele toepassingen en beperkingen van de methoden.

Het gebruik van geofysische methoden vereist een grondige kennis van deze methoden. Geofysische methoden worden voortdurend verder ontwikkeld en voor nieuwe toepassingen ingezet. De opsomming van technieken in het rapport is daarom per definitie niet compleet. Aangeraden wordt om contact op te nemen met een specialist wanneer de toepassing van een van deze methoden wordt overwogen.

Binnen Geo-Impuls is geofysica gebruikt om tools te ontwikkelen om de kwaliteit van in de grond gevormde palen te meten, en om anomalieën in diepwanden te detecteren. Deze toepassingen worden behandeld in TAB 16.

WANNEER LEVERT GEOFYSISCH ONDERZOEK MEERWAARDE?

De keuze voor inzet van geofysica hangt af van de kenmerken en risico's van een project. Kenmerken van projecten waarbij de inzet van geofysica sterk wordt aanbevolen zijn:

- de afmetingen van de ondergrondfenomenen die het risico veroorzaken zijn kleiner dan ca. 100 m. Dus kleiner dan de gemiddelde afstand tussen boringen en sonderingen in een geotechnisch onderzoek, of de resolutie van het GeoTOP[1] model van DINOloket;
- onderzoek op water. Conventioneel grondonderzoek op water is duur, daarom moeten de onderzoekslocaties met zorg worden gekozen. Geofysisch onderzoek is op water efficiënter uit te voeren dan conventioneel grondonderzoek;
- een groot gebied of een lange strekking moet onderzocht worden;
- destructief onderzoek levert mogelijk gevaar op, bijvoorbeeld op verontreinigde locaties.

Het geofysische onderzoek kan vooral informatie verschaffen over de volgende zaken:

- Laagindeling - laterale variabiliteit en continuïteit;
- Laagindeling - verticale profilering;
- Grondclassificatie;

[1] Het GeoTOP model geeft een 3D beeld van de ondergrond van Nederland tot een diepte van maximaal 50 m onder NAP. Voxels (volume elementen = 3D pixels) zijn gekoppeld aan een lithostratigrafische eenheid en grondsoort (lithoklasse). De afmetingen van voxels zijn 100*100 m in horizontale richting en en 0,5 m in verticale richting. Voor meer over GeoTOP zie https://www.dinoloket.nl/detaillering-van-de-bovenste-lagen-met-geotop.

- Locatie van objecten: kabels en leidingen, funderingsresten, puin, archeologische resten, onontplofte explosieven;
- Bepaling van de elastische parameters bij kleine vervorming;
- Bepaling van porositeit, permeabiliteit.

WELKE INFORMATIE IS NODIG VOOR GEOFYSISCH ONDERZOEK?

Geofysisch onderzoek vindt over het algemeen plaats tijdens de voorontwerp fase. Informatie die nodig is om een gedegen geofysisch onderzoek uit te voeren omvat:

- Informatie over de locatie: tekeningen huidige en toekomstige situatie, toegankelijkheid van het terrein, historische gegevens, storingsbronnen, topografie en morfologie, aanwezigheid van peilbuizen, mogelijke verontreinigingen en/of archeologische resten, aanwezigheid van ondiep gas of hydraten (relevant bij waterbodems);
- Informatie over de grond: bestaande boringen en sonderingen, eerste interpretatie van een geotechnisch lagenmodel mogelijk met bijbehorende grondeigenschappen, GeoTOP profielen, doelstelling van het onderzoek in termen van geotechnische parameters, gerelateerd aan geotechnische risico's, benodigde onderzoeksdiepte en nauwkeurigheid, grondwaterstanden en zoutgehalte / geleidbaarheid van het grondwater;
- Informatie over de constructie: type geotechnische constructie, representatieve lengte- en dwarsprofielen van de huidige en toekomstige situatie, lijst van relevante geotechnische risico's, op basis van CUR Richtlijn 247.

WELKE METHODE VOOR MIJN PROJECT?

Voor de beschrijving van de technieken, voorbeelden van toepassingen en beperkingen verwijzen wij de geïnteresseerde lezer door naar de Handleiding 'Geofysische methoden voor geotechnische ingenieurs' en referenties daarin, en naar de wetenschappelijke literatuur over dit onderwerp.

De Handleiding 'Geofysische methoden voor geotechnische ingenieurs' bevat een lijst[2] met daarin een overzicht van welke geofysische meettechnieken bijdragen aan het beperken van geotechnische risico's in verschillende projecttoepassingen, en hoe deze methoden die bijdrage leveren (Spring naar lijst).
De indeling van deze lijst is komt overeen met CUR Richtlijn 247 (Geo-Impuls & CUR, 2013).

VERDIEPING

Geo-Impuls (2015). Geofysische methoden voor geotechnische ingenieurs. Deltares rapport 1202416-008. Bruno Zuada Coelho, Giovanni Diaferia, Pauline Kruiver, Arjan Venmans.

Geo-Impuls, & Stichting CURNET. (2013). *CUR 247-rapport Richtlijn risicogestuurd grondonderzoek*.

[2] Voor deze lijst verwijzen we naar de Bijlage van 'Geofysische methoden voor geotechnische ingenieurs'.

TAB-16

TOELICHTING OP PUBLICATIE 'OPZET TESTLOCATIE VOOR IN DE GROND GEVORMDE PALEN'

Een in de grond gevormde paal bevindt zich vanaf het eerste moment al in de grond. De integriteit van de paal kan hierdoor niet eenvoudig over de volle paallengte worden gecontroleerd. In de huidige praktijk worden daarom alle in de grond gevormde palen vanaf de paalkop akoestisch doorgemeten. Deze methode blijkt echter bij 5 a 10% van de doorgemeten palen nog geen eenduidigheid te geven over de kwaliteit van de paal.

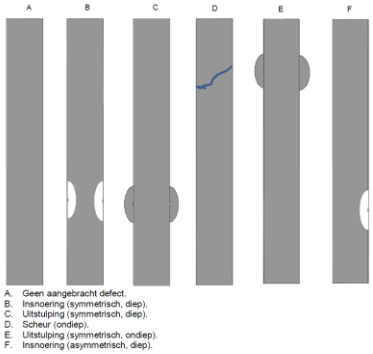
Om deze reden zijn er alternatieven voor de traditionele 'hamertje-tik methode' in ontwikkeling. Het doel van het hier beschreven onderzoek is om aan te geven welke technieken ingezet kunnen worden in welke situatie. Hiervoor is een proefpalenveld met in de grond gevormde palen ingericht op het terrein van Deltares te Delft. In de palen zijn opzettelijk verschillende defecten aangebracht. Verschillende partijen hebben vervolgens verschillende methoden toegepast om de kwaliteit van deze palen vast te stellen.

De inzetbaarheid hangt af van de betrouwbaarheid van de techniek in het veld, maar ook van kosten, beschikbaarheid en hanteerbaarheid van de methode. Als de betrouwbaarheid van de meetmethode kan worden vergroot, dan zal de onzekerheid over het meetresultaat afnemen. De kans dat onnodig vervangende palen worden bijgeplaatst wordt hierdoor kleiner. Als over een betrouwbare meetmethode kan worden beschikt zal dit ook leiden tot een 'natuurlijke selectie proces' van de meest betrouwbare installatietechnieken. Ook hierdoor zal het aantal af te keuren palen afnemen. Een betrouwbaardere methode om de integriteit van in de grond gevormde palen vast te stellen zal leiden tot een afname van de bouwkosten.

Het document "Opzet testlocatie voor in de grond gevormde palen" (januari, 2016) beschrijft de opzet van de veldproef, de daarbij ondervonden uitdagingen en de daarvoor aangedragen oplossingen. De verschillende meetmethoden worden onderling vergeleken en de resultaten kort besproken. Vanuit het document wordt doorverwezen naar gerelateerde publicaties voor verdieping.

INSTALLATIE VELDPROEF EN UITGEVOERDE METINGEN

De veldproef bestaat uit 20 palen: in 3 palen zijn geen defecten aangebracht, deze dienen als referentie. In 17 palen zijn defecten aangebracht. De typen defecten zijn weergegeven in onderstaand figuur 16-1, voor details met betrekking op de installatie van de palen wordt verwezen naar de publicatie.



FIGUUR 16-1 PALEN MET GESELECTEERDE DEFECTEN (FIGUUR UIT RAPPORT 'OPZET TESTLOCATIE VOOR IN DE GROND GEVORMDE PALEN')

Verschillende meetpartijen (BREM, Fugro, Hektek, Profound, Deltares, Texplor) hebben naar eigen inzicht hun meetmethoden ingezet, waar mogelijk zonder voorinformatie over de defecten. De gebruikte methoden zijn:

- Pile integrity test (PIT, ook bekend onder de noemer ' Hamertje tik');
- Deep acoustic check (DAC);
- Single hole sonic logging (SHSL);
- Cross-hole metingen (CHSL);
- Seismic Tube (ST) (deze method is special ontwikkeld voor dit onderzoek);
- Temperatuur metingen;
- Parallel seismiek (PS)
- Geo-electrisch.

Voor details met betrekking op de meetmethoden en de resultaten van de metingen wordt in dit rapport verwezen naar de door de meetpartijen opgeleverde rapporten.

CONCLUSIES

Het meetveld gaf voldoende informatie om de verschillende technieken ten opzichte van elkaar te wegen. Maar, er kon geen overtuigende winnaar worden aangewezen. Daardoor, en doordat de nieuwe methoden nog in ontwikkeling zijn (en dus niet één op één vergelijkbaar) bevat een waardeoordeel een zekere mate van subjectiviteit.

De 'hamertje-tik-methode' bleek moeilijk te interpreteren vanwege de afwezigheid van een duidelijke relatie tussen de aangebrachte defecten en de bodemgesteldheid. Bovendien waren er erg veel defecten in de palen aangebracht. De gebruikelijke techniek, waarbij op basis van de
Bodemgesteldheid en de meetresultaten een typische responsie wordt vastgesteld om daarna de afwijkende metingen verder te analyseren was in dit geval slecht toepasbaar. Het aantal gedetecteerde defecten was daardoor veel lager dan op grond van ervaring mocht worden verwacht.

Rekening houdende met de afwezigheid van een relatie tussen bodemgesteldheid en (locatie) van het defect is de bekende PIT (´hamertje tik´) methode uiteindelijk op plaats één gezet. Onder de gegeven omstandigheden scoorde de nieuwe technieken echter vergelijkbaar. Hierbij dient wel in aanmerking genomen te worden dat met ´hamertje tik´ al tientallen jaren ervaring is terwijl die bij de nieuwe technieken nog opgebouwd moet worden. Voor details over de ranking wordt naar het rapport verwezen.

Met betrekking op de nieuwe technieken waren temperatuurmetingen direct na het storten een geschikte methode om aan te geven of een paal heterogeen is, maar deze methode bleek minder geschikt om de grootte van het defect aan te geven. Single hole sonic logging was de beste akoestische techniek, en had een vergelijkbare score aan temperatuurmetingen. Voor overige akoestische technieken bleek dat ze lastig te interpreteren waren, hiermee is meer ervaring nodig.

Tot slot bleek bij het uitgraven en trekken van de zes geselecteerde palen dat het lastig was om goed gedefinieerde defecten te maken in de palen. De veertien palen die zijn achtergebleven in de grond dienen als als permanent proefveld voor het testen van nieuwe technieken. De zes getrokken palen blijven eveneens bewaard en kunnen worden gebruikt om proeven te doen zonder omringende grond.

VERDIEPING

- Hopman, V., & Holscher, P. (2015). Non-destructive quality check on cast in-situ piles. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 590–594).
- Holscher, P., & Hopman, V. (2014). Verbetering kwaliteitscontrole in de grond gevormde palen. *Geotechniek Special Funderingsdag*, *5*, 26–30.
- Hopman, V. (2016) Opzet testlocatie voor in de grond gevormde palen. Installatie meetfaciliteit defecte palen. Deltares Rapport.

CHARTERSHIP KIVI

TOELICHTING OP ONTWIKKELINGEN CHARTERSHIP KIVI

Het KIVI heeft onlangs het Chartership ingevoerd, waardoor Nederlandse ingenieurs de titel chartered engineer (CEng), voor MSc ingenieurs, of incorporated engineer (IEng), voor BSc of HBO ingenieurs, kunnen behalen. Deze kwalificatie is gebaseerd op de Britse kwalificatie voor het Chartership en voldoet aan de eisen van de International Engineering Alliance (IEA). Naast het waarborgen van de kwaliteit van de Nederlandse ingenieur, en aantoonbaar te maken dat deze voldoet aan internationale maatstaven, draagt het Chartership ook bij aan de opleiding en verdere ontwikkeling van ingenieurs door het stimuleren van Continuing Professional Development (CPD).

De eisen voor de kwalificatie CEng zijn niet discipline gebonden, dit wil zeggen dat er momenteel geen specifieke eisen zijn op discipline gebied. In Europa is momenteel de discussie gaande hoe invulling te geven aan dergelijke eisen op het gebied van de Geotechniek. Dit sluit aan bij de lessen uit het Geo-Impuls, dat een geo-engineer zowel bekwaam dient te zijn op gebied van proces als van inhoud.

In Engeland bestaat reeds de kwalificatie Ground Engineer, dit is een kwalificatie bovenop die van CEng die verleend wordt door het Register of Ground Engineering Professionals (RoGEP). In Duitsland worden eisen gesteld aan een bekwaam (sachverständig) geo-ingenieur, waarin een combinatie van vakken in de basis opleiding, ervaring, en vervolgopleiding zijn geformuleerd.

Ook in Nederland wordt door het KIVI Geotechniek overwogen om aanvullende eisen te stellen, naast die van het Chartership (welke geformuleerd zijn in de NL-SPEC), om de kwalificatie Chartered geo-engineer (CEng-GEO) te verlenen. Hierbij wordt gekeken naar een combinatie van eisen met betrekking op studie, ervaring en CPD. Getracht wordt om aan te sluiten bij eisen die in andere Europese landen aan geo-engineers worden gesteld, zodat Nederlandse CEng-GEO ook automatisch daar als gekwalificeerd wordt beschouwd.

Met betrekking op de basis (universitaire) opleiding is de verwachting dat eisen worden gesteld aan:

- een basisniveau van wis- en natuurkunde;
- kennis van geotechniek specifieke vakken zoals grondmechanica, hydrologie en geo-) risicomanagement;
- een solide basiskennis (substantiële hoeveelheid studiepunten (ECTS)) in civieltechnische en/of aardwetenschappelijke vakken;

De derde eis reflecteert het feit dat de geotechniek zich afspeelt op het grensvlak tussen de ondergrond en de constructie. De gedachte hierbij is dat een Geo-Ingenieur tenminste bekend moet zijn met zowel civieltechnische (constructieve) aspecten als met de wordingsgeschiedenis van (en kennis van) natuurlijke materialen (grond en/of rots) waaruit de aarde is opgebouwd. Een en ander aantoonbaar te maken door middel van een keuze uit een brede verzameling van vakken uitgedrukt in ECTS. Hierin wijken de eisen af van die van de RoGEP, waar ook geologen met de CGeol kwalificatie de titel Ground Engineer kunnen krijgen (zonder constructieve kennis in het basiseducatie pakket).

Met betrekking op de ervaring wordt gekeken naar de eisen die momenteel gesteld, of opgesteld, worden in andere Europese landen. Hieruit blijkt vaak een minimum van 5 jaar (Duitsland) of 6 jaar (UK) van ervaring om bekwaam te worden geacht om een Eurocode RC 2 ontwerp af te tekenen. Ook op gebied van CPD worden waarschijnlijk eisen gesteld voor zowel technisch inhoudelijke ontwikkeling als voor persoonlijke ontwikkeling.

Een certificering alleen is geen waarborg dat de juiste persoon in de juiste rol is, ook niet met een toevoeging CEng-GEO. De breedte van het vakgebied in aanmerking nemend is de verwachting dat de geo-engineer specialistische kennis en ervaring opdoet in enkele kennisvelden en deze aantoonbaar maakt door, zo nodig, een gecertificeerd Curriculum Vitae. De exacte invulling aan de breedte en mate van specialisatie wordt momenteel door het KIVI Geotechniek verder uitgewerkt.

REFERENTIES

GEO-IMPULS IN PROCEEDINGS VAN ISGSR 2015

De 21 artikelen die vanuit Geo-Impuls gepresenteerd zijn bij de ISGSR zijn hieronder gerangschikt op basis van het Geo-Impuls thema dat zij adresseren: Contract, Mens & Omgeving, Techniek, overkoepelend Georisicomanagement. Sommige artikelen betreffen twee thema´s en zijn daarom ook onder twee thema´s vermeld.

OVERKOEPELEND GEORISICOMANAGEMENT.

- (Brandsen & Cools, 2015): Brandsen, C., & Cools, P. M. B. M. (2015). Geotechnical risk management in Dutch public infrastructure projects. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 16–22).
- (Vervoorn & Dekker, 2015): Vervoorn, R. R. E., & Dekker, H. R. E. (2015). Using GeoRM to communicate geotechnical risks between engineers and managers. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 121–126).
- (Tiggelman, Litjens, Heerema, & Kooistra, 2015): Tiggelman, L., Litjens, P., Heerema, J. J., & Kooistra, A. (2015). Geotechnical Engineering in Contracts for Civil Projects. In Geotechnical Safety and Risk V2 (pp. 127–137).
- (Broere, Van Dalen, & van der Schrier, 2015): Broere, W., Van Dalen, J. H., & van der Schrier, J. (2015). The Position of Geotechnical Engineering and Risk Management in Dutch higher Education. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 133–136).
- (Spruit, Hannink, Mastbroek, & Hengstum, 2015): Spruit, R., Hannink, G., Mastbroek, H., & Hengstum, L. (2015). Risk evolution during the design of the adaptation of a railway bridge foundation. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 142–147).
- (De Vries, Hulsbos, & Blaauw, 2015): De Vries, M., Hulsbos, S. K., & Blaauw, J. (2015). Risk management of a complex remediation of the former Feijenoord Gasworks site in Rotterdam. In Geotechnical Safety and Risk V.
- (van Staveren, Litjens, & Heerema, 2015) : Geo Risk Management Results for a Public Client Organisation. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 734–740).
- (van der Schrier & Hoeber, 2015): van der Schrier, J., & Hoeber, H. (2015). About the Implementation of Geotechnical Risk Management (Geo-RM) in Construction Projects. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 747–751).

CONTRACT

- (Brandsen & Cools, 2015): Brandsen, C., & Cools, P. M. B. M. (2015). Geotechnical risk management in Dutch public infrastructure projects. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 16–22).
- (Tiggelman et al., 2015): Tiggelman, L., Litjens, P., Heerema, J. J., & Kooistra, A. (2015). Geotechnical Engineering in Contracts for Civil Projects. In Geotechnical Safety and Risk V2 (pp. 127–137).

MENS & OMGEVING

- (Pot, Roelse, van der Meer, Nushi, & Nelemans, 2015): Pot, R., Roelse, F. P., van der Meer, M. T., Nushi, B. R. I., & Nelemans, J. P. (2015). The Observational Method in a Real Time Multi-Stakeholder Environment. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 968–967).

TECHNIEK

- (Allaart & Portengen, 2015): Allaart, A. P., & Portengen, C. (2015). Geotechnical Risks in a deep building pit in The Hague's old city centre - project Veenkade Case study of the restoration of an old canal and a new underground parking garage. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 91–96).
- (Vervoorn & Dekker, 2015): Vervoorn, R. R. E., & Dekker, H. R. E. (2015). Using GeoRM to communicate geotechnical risks between engineers and managers. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 121–126).
- (Spruit, Hannink, et al., 2015): Spruit, R., Hannink, G., Mastbroek, H., & Hengstum, L. (2015). Risk evolution during the design of the adaptation of a railway bridge foundation. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 142–147).
- (Spruit, van Tol, & Broere, 2015): Spruit, R. (2015). Detection of anomalies in diaphragm walls. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 397–403).
- (Hopman & Holscher, 2015): Hopman, V., & Holscher, P. (2015). Non-destructive quality check on cast in-situ piles. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 590–594).
- (Van Dalen, Bosch, & Broere, 2015): Van Dalen, J., Bosch, J. W., & Broere, W. (2015). Concrete flow in diaphragm wall panels: A full-scale in-situ test. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 601–606).
- (Schadee, 2015): Hoefsloot, F. J. . (2015a). Soil Displacement Induced Laterally Loaded Piles Test Embankments Bloemendalerpolder – GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 625–629).
- (Hoefsloot, 2015a): Hoefsloot, F. J. . (2015a). Evaluation Settlement models Test Embankments Bloemendalerpolder - GeoImpuls Program. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 619–624).
- (Hoefsloot, 2015b) : Hoefsloot, F. J. . (2015b). Long Term Monitoring Test Embankments Bloemendalerpolder - GeoImpuls Program. In Geotechnical Safety and Risk V.
- (Venmans, Schokker, Dambrink, Maljers, & Heerema, 2015): Venmans, A., Schokker, J., Dambrink, R., Maljers, D., & Heerema, J. J. (2015). Mapping Geotechnical Risk for Infrastructural Works in Deltaic Areas. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 886–991).
- (Bles, Stoevelaar, & Jong, 2015): Bles, T., Stoevelaar, R., & Jong, E. D. E. (2015). Introducing a Dutch guideline on using the Observational Method. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 945–950).
- (Galenkamp & Bosma, 2015): Galenkamp, H. F., & Bosma, C. F. (2015). Real-Time Insight in Geotechnical Risks; Monitoring During the Observational Method. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 962–967).

- (Pot et al., 2015): Pot, R., Roelse, F. P., van der Meer, M. T., Nushi, B. R. I., & Nelemans, J. P. (2015). The Observational Method in a Real Time Multi-Stakeholder Environment. In Geotechnical Safety and Risk V (pp. 968–967).

VERDIEPING

Onderstaande lijst bevat de referenties waaraan in de verschillende tabs wordt gerefereerd.

Allaart, A. P., & Portengen, C. (2015). Geotechnical Risks in a deep building pit in The Hague's old city centre - project Veenkade Case study of the restoration of an old canal and a new underground parking garage. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 91–96).

Bles, T., Stoevelaar, R., & Jong, E. D. E. (2015). Introducing a Dutch guideline on using the Observational Method. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 945–950).

Brandsen, C., & Cools, P. M. B. M. (2015). Geotechnical risk management in Dutch public infrastructure projects. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 16–22).

Brassinga, H., & Van Dalen, J. H. (2013). CUR Richtlijn 247: Risico gestuurd grondonderzoek , van planfase tot realisatie. *Geotechniek*, (April), 10–13.

Broere, W., Van Dalen, J. H., & van der Schrier, J. (2015). The Position of Geotechnical Engineering and Risk Management in Dutch higher Education. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 133–136).

Cools, M. C. B. . (2011). Geo-Impuls: Halvering geotechnisch falen in projecten in 2015; *Geotechniek*, (Oktober), 24–28.

de Haas, K., van Baars, M., Marks, C., & Nieuwenhuizen, M. (2011). Duivels dilemma of ontwikkelings- vraagstuk? *Geotechniek*, (December), 32–34.

de Jong, E. (2011). Observational Method 1. *Geotechniek*, (April), 26–28.

De Vries, M., Hulsbos, S. K., & Blaauw, J. (2015). Risk management of a complex remediation of the former Feijenoord Gasworks site in Rotterdam. In *Geotechnical Safety and Risk V*.

Galenkamp, H. F., & Bosma, C. F. (2015). Real-Time Insight in Geotechnical Risks; Monitoring During the Observational Method. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 962–967).

Geo-Impuls, W. 12. (2014). Aandacht voor Geo-engineering in het onderwijs

Geo-Impuls, & Stichting CURNET. (2013). CUR 247-rapport Richtlijn risicogestuurd grondonderzoek.

Geo-Impuls (2014). Flankenonderzoek A1-A6 - Pilot geofysische meetmethoden. *Rapport SAAone-OGW-RAP-100001*. Erwin de Jong (SAAone), Laura Vonhögen-Peeters, Pauline Kruiver, Giovanni Diaferia, Marco de Kleine (Deltares), Elisabeth Alink, Serkan Nuri Elgün, Chris van Isselt (Fugro).

Geo-Impuls (2015). Geofysische methoden voor geotechnische ingenieurs. *Deltares rapport 1202416-008*. Bruno Zuada Coelho, Giovanni Diaferia, Pauline Kruiver, Arjan Venmans.

Geo-Impuls (2015). Handleiding Betrouwbaar Ondergrond Model. *Deltares rapport 1220018-016-GEO-0001-v2*. Werkgroep Betrouwbaar Ondergrond Model.

Geo-Impuls (2014). Pilot A9 Gaasperdammerweg. *Deltares rapport 1202416-008-GEO-0005-v2*. Marc Hulst, Arjan Venmans, Gerard Kruse (Deltares), Jeroen Schokker, Wim Dubelaar (TNO).

Geo-Impuls (2014). Pilot Julianakanaal – Geofysisch onderzoek kadestabiliteit en kanaalbodem. *Deltares rapport 1209346-008-GEO-0001-v2*. Marco de Kleine, Andre Koelewijn, Arjan Venmans.

Geo-Impuls (2014). Pilot Rivierenland - 'Een dijk van een case'. *Powerpoint presentatie*. Ane Wiersma, Ruud Hoogendoorn (Deltares), Peter van der Scheer (Royal HaskoningDHV).

Geo-Impuls (2013). Pilot Rivierenland - Effecten van aanvullend grondonderzoek op de faalkansen voor piping. *Royal HaskoningDHV memo LW-AF20131260/OR*. Peter van der Scheer.

Hoefsloot, F. J. M. (2011). Proefterpen Bloemendalerpolder. *Geotechniek*, (December), 36–39.

Hoefsloot, F. J. M. (2015a). Evaluation Settlement models Test Embankments Bloemendalerpolder - GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 619–624).

Hoefsloot, F. J. M. (2015b). Long Term Monitoring Test Embankments Bloemendalerpolder - GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 613–618).

Hopman, V., & Holscher, P. (2015). Non-destructive quality check on cast in-situ piles. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 590–594).

Holscher, P., & Hopman, V. (2014). Verbetering kwaliteitscontrole in de grond gevormde palen. *Geotechniek Special Funderingsdag*, 5, 26–30.

Hopman, V. (2016) Opzet testlocatie voor in de grond gevormde palen. Installatie meetfaciliteit defecte palen. *Deltares Rapport*.

Korff, M., de Jong, E., & Bles, T. (2013). SWOT analysis Observational Method Applications. In *Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and geotechnical* Engineering. Paris.

Korff, M., & van Tol, F. A. (2013). Failure cost analysis of 50 deep excavations in The Netherlands. In Proceedings ISSMGE conference, Paris, France. ICE Forensic Engineering Conference.

Paassen, B. van, & Langhorst, O. (2015). GeoRisicoScan2.0 - De Geotechnisch adviseur aan de lat? *Geotechniek*, *4*, 10–13.

Pot, R., Roelse, F. P., van der Meer, M. T., Nushi, B. R. I., & Nelemans, J. P. (2015). The Observational Method in a Real Time Multi-Stakeholder Environment. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 968–967).

Ronhaar, A., Halman, J., & Saad Al-Jibouri, S. H. . (2012). Een verkenning naar de perceptie van professionals Geotechnisch falen. *Geotechniek*, *Januari*, 38–41.

Schadee, L. (2015). Soil Displacement Induced Laterally Loaded Piles Test Embankments Bloemendalerpolder – GeoImpuls Program. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 625–629).

Spruit, R., Hannink, G., Mastbroek, H., & Hengstum, L. (2015). Risk evolution during the design of the adaptation of a railway bridge foundation. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 142–147).

Spruit, R., van Tol, F., & Broere, W. (2015). Detection of anomalies in diaphragm walls. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 397–403).

Tiggelman, L., Litjens, P., & Heerema, J. J. (2011). Geo-Engineering in Contracten. *Geotechniek*, (December), 28–30.

Tiggelman, L., Litjens, P., Heerema, J. J., & Kooistra, A. (2015). Geotechnical Engineering in Contracts for Civil Projects. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 127–137).

Van Dalen, J. H. (2009). Diepwandtechniek opnieuw onder de loep. *Geotechniek*, 40–41.

Van Dalen, J. H., Bosch, J. W., & Broere, W. (2015). Concrete flow in diaphragm wall panels: A full-scale in-situ test. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 601–606).

Van Dalen, J. H., Servais, R., & Boone, D. C. (2015). Observational Method, Case A2 Maastricht. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 951–956).

van der Schrier, J., & Hoeber, H. (2015). About the Implementation of Geotechnical Risk Management (Geo-RM) in Construction Projects. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 747–751).

van Staveren, M. (2010). Geotechniek in Beweging. Praktijkgids voor risicogestuurd werken.

van Staveren, M., & Litjens, P. (2012). GeoRM: Risicogestuurd werken als eindresultaat van Geo-Impuls'. *Geotechniek*, 14–17.

van Staveren, M., Litjens, P., & Heerema, J. J. (2015). Geo Risk Management Results for a Public Client Organisation. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 734–740).

Venmans, A., Schokker, J., Dambrink, R., Maljers, D., & Heerema, J. J. (2015). Mapping Geotechnical Risk for Infrastructural Works in Deltaic Areas. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 886–991).

Vervoorn, R. R. E., & Dekker, H. R. E. (2015). Using GeoRM to communicate geotechnical risks between engineers and managers. In *Geotechnical Safety and Risk V* (pp. 121–126).

Wijkck, A., & van Tol, F. A. (2011). De opmars van de geotechnisch adviseur. Geotechniek, (December), 26–27.

Aanbeveling voor eisen te stellen aan geotechnisch ingenieur in Duitsland. EASV Sachverständige für Geotechnik: Anforderungen an Sachkunde und Erfahrung. Empfehlung des Arbeitskreises AK 2.11 der Fachsektion Erd- und Grundbau der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2013). Geotechnik, 36(1), 51–57. http://doi.org/10.1002/gete.201200016

De RISMAN methode: http://www.crow.nl/getmedia/1e4212fe-a7a0-4940-b02c-68872a6f85aa/RISMAN_toelichting.aspx