UNIVERSITEIT TWENTE.

GEOTECHNISCH FALEN

ADAM RONHAAR

EEN VERKENNING NAAR DE RISICOPERCEPTIE ONDER PROFESSIONALS
IN DE BOUWSECTOR TEN AANZIEN VAN GEOTECHNISCH FALEN

Geotechnisch falen

Een verkenning naar de risicoperceptie onder professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen.

Universiteit Twente

Faculteit Construerende Technische Wetenschappen

Construction Management & Engineering

Adam Ronhaar – September 2011

Colofon







Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Onderwijsinstelling: Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Master Construction Management & Engineering
Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede

Afstudeerdocenten: 1e begeleider: Prof. dr. ir. J. (Joop) I.M. Halman
2e begeleider: Dr. S. (Saad) H. Al-Jibouri

Opdrachtgever: Geo-Impuls
Initiator: Rijkswaterstaat
Griffioenlaan 2
3526 LA Utrecht

Contactpersonen: Ir. P. (Paul) Litjens en Ir. P. (Paul) Cools.

Dagelijkse begeleider: Dr. ir. M. (Martin) van Staveren MBA
Van Staveren Risk Management VSRM
www.vsrm.nl

Auteur: Ing. Adam Ronhaar
Studentnummer: s0211117
Oost Kluinveenweg 3
7641 AN Wierden
adamronhaar@gmail.com

Vormgeving omslag: Ontwerpstudio ZEE
Andrea Ronhaar
www.zee.nl

Datum: September 2011
Projectperiode: December 2010 – September 2011

Samenvatting

Geotechnisch falen: een verkenning naar de risicoperceptie onder professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen.

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat is uitgevoerd in opdracht van Geo-Impuls. Een verkenning naar de risicoperceptie van professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen. Geo-Impuls is een sector breed samenwerkingsverband van verschillende toonaangevende hoofdactoren uit de Nederlandse bouwsector. Op basis van dit onderzoek krijgt Geo-Impuls een beeld hoe het onderwerp geotechnisch falen wordt beleefd in de Nederlandse bouwsector. Met het achterhalen van deze percepties kan Geo-Impuls doelgerichter werken aan oplossingen die kunnen bijdragen aan het verminderen van geotechnisch falen en de gevolgen daarvan.

Het bouwen van constructies met staal, beton of hout is doorgaans goed te overzien. Maar bouwen in of op de grond in Nederland blijkt in de praktijk complexer. Problemen ontstaan vaak in gebieden waar de bodem bestaat uit dikke lagen slappe grond, zoals veen en klei. Gevolg hiervan is dat berekeningen ten aanzien van grondeigenschappen niet altijd even betrouwbaar zijn. Dit levert regelmatig grote problemen op in de aanleg- en gebruiksfase van civieltechnische projecten. Deze problemen worden meestal uitgedrukt in extra kosten (faalkosten). Echter aspecten zoals omgevingsschade, gevolgschade, onveiligheid en imagoschade mogen niet vergeten worden.

Bovenstaande uiteenzetting is de aanleiding geweest voor het samenwerkingsverband genaamd Geo-Impuls. Geo-Impuls heeft de volgende ambitieuze doelstelling geformuleerd: *"In 2015 moet het geotechnisch falen in projecten met de helft zijn teruggebracht (Geo-Impuls, 2009)".* Dit onderzoek draagt bij aan het meetbaar maken van deze doelstelling, door een analyse naar de perceptie over geotechnisch falen in projecten in de bouwsector. De centrale onderzoeksvraag van dit onderzoek werd als volgt omschreven: *"Wat zijn de percepties op het gebied van geotechnisch falen in projecten onder de verschillende partijen in de bouwbranche"?*

Voor het achterhalen van deze percepties is gebruik gemaakt van een online enquête, gebaseerd op de meest recente literatuur en praktische inzichten van experts. De onderdelen die in de enquête aan bod kwamen zijn de oorzaken van geotechnisch falen en de mogelijke beheersmaatregelen. Daarnaast zijn een aantal stellingen ten aanzien van geotechniek en geotechnische risico's geformuleerd. De enquête is uitgezet op diverse manieren. Namelijk via de bij Geo-Impuls aangesloten kennisinstellingen (via websites en nieuwsbrieven) en via het netwerk (persoonlijke benadering) van alle actieve Geo-Impuls leden.

Op basis van de enquête resultaten onder een ervaren respondentengroep zijn een aantal conclusies getrokken. De meest frequent voorkomende oorzaak van geotechnisch falen is dat de ontwerper niet de mogelijkheid krijgt om tijdens de uitvoering van zijn ontwerp aanwijzingen te geven. Daarnaast hebben fouten in de uitvoering van de geotechnische constructie de meeste impact in negatieve zin op het project. De meest opvallende oorzaken die tegelijkertijd relatief vaak voorkomen, en ook geacht worden een grote negatieve impact te hebben zijn: fouten in de uitvoering van de geotechnische constructie en een te positief beeld tijdens de besluitvorming ten aanzien van geotechnische vraagstukken. De meest toegepaste beheersmaatregel onder de respondenten is dat de geotechnicus de randvoorwaarden/risico's aangeeft die gelden bij het opvolgen van het ontwerp,

evenals het inzetten van een ervaren ontwerp – en uitvoeringsteam. Deze beheersmaatregel heeft tevens een positieve impact op het project.

Uit een vergelijking tussen de twee grootste groepen uit de steekproef (adviseurs en bouwers) kan geconcludeerd worden dat in een aantal situaties de adviseurs en bouwers elkaar tegenspreken. Dit geldt voor de oorzaak dat de ontwerper niet de mogelijkheid krijgt om gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven, en de oorzaak dat er fouten in de uitvoering van de geotechnische constructie zijn. De adviseurs geven aan dat de oorzaak “vaak tot altijd” voorkomt en de bouwers ”bijna nooit”. Voor de oorzaak dat er onvoldoende coördinatie in de projectorganisatie is, blijkt dat de bouwers vinden dat dit “vaak” voorkomt en de adviseurs zeggen “bijna nooit”. Ook spreken de beide partijen elkaar tegen bij de negatieve impact van de oorzaak op het project. Dat de ontwerper niet de mogelijkheid krijgt om gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven, daarvan vinden de adviseurs dat de impact in negatieve zin op het project “groot” is en bij de bouwers ”klein”. Daarnaast zijn er twee oorzaken waarvoor geldt dat de bouwers aangeven dat de impact “groot” is en de adviseurs “klein”. Deze oorzaken zijn onvoldoende communicatie van risico’s door ontwerper/opdrachtgever en een onjuiste geotechnische analyse.

Op basis van een zevental schade effecten hebben respondenten een rangschikking gemaakt. Daaruit kwam naar voren dat “persoonlijk letsel” het zwaarste weegt. Een vergelijking onderverdeeld naar de hoofdactoren, laat zien dat *opdrachtgevende* partijen vooral de doorlooptijd en fysieke schade belangrijk vinden, maar persoonlijk letsel en kwaliteit minder belangrijk. De *bouwende* partijen laten als enige groep een duidelijke voorkeur zien wat het belangrijkst is: persoonlijk letsel. Wat minder belangrijk wordt geacht is de overlast en reputatie. De *adviseurs* vinden persoonlijk letsel eveneens het belangrijkste aspect, en kwaliteit daaropvolgend.

Naast de conclusies die getrokken zijn, zijn er ook een aantal aanbevelingen gedaan. Uit de enquête is gebleken (zie conclusies) dat een aantal oorzaken frequent voorkomen en eveneens ook een grote impact hebben. Dit zijn de grootste “pijnpunten” volgens de ervaren respondentengroep. Uit de enquête is ook gebleken dat een aantal beheersmaatregelen frequent worden toegepast en dat ze ook een positieve impact hebben. Aanbevolen wordt om deze oorzaken en beheersmaatregelen bespreekbaar te maken gedurende Geo-Impuls vergaderingen en te evalueren in hoeverre de activiteiten van bestaande werkgroepen aansluiten met deze bevindingen.

Door een vergelijking te maken tussen de hoofdactoren “bouwers” en “adviseurs” zijn uiteenlopende percepties geconstateerd. De resultaten van deze vergelijking bevestigen de “kloof” tussen ontwerp en uitvoering in de bouwsector. Aanbevolen wordt aan Geo-Impuls om de resultaten van dit onafhankelijk onderzoek mee te nemen als draagvlak voor het (her)opstarten van de werkgroep “kwaliteit in ontwerp en uitvoering”. Wellicht zien participerende partijen op basis van de enquête resultaten het belang om in de toekomst samen te werken aan oplossingen, waardoor de kloof tussen ontwerp en uitvoering kleiner kan worden. Waardoor samen gewerkt kan worden aan het verminderen van geotechnisch falen, met als doel het verminderen van de kloof tussen ontwerp en uitvoering.

Summary

Geotechnical failures: an exploration towards the risk perception among professionals in the construction industry.

As part of my master thesis, I conducted a research to explore the risk perception among professionals in the Dutch construction industry. This research project was carried out on behalf of Geo-Impuls, a collaboration between various prominent and leading companies in the Dutch construction sector. Based on this research Geo-Impuls gained insight of the perspectives by the Dutch construction sector on the subject "geotechnical failures". With these results, Geo-Impuls has a much better understanding of the subject. This enables Geo-Impuls to work more goal-oriented towards suitable solutions in order to reduce the amount of geotechnical failures and the negative effects of those failures.

Building with steel, concrete or wood is usually doable. However building in, on or with the ground in the Netherlands seems to be more complex in practice. Problems often occur in areas where the ground contains thick layers slack soil. Examples of slack soils are peat and clay. This results regularly in major problems during or after the construction phase of civil engineering projects. These problems express themselves mostly in extra costs (failure costs). Besides this, there are also other negative effects as a result of geotechnical failure. Such as insecurity, damages to surroundings, consequential loss (delays) and damaged reputation.

Recent geotechnical failures during several projects increased the sense of urgency among the relevant stakeholders, which led to this collaboration program Geo-Impuls. All involved parties have stated a clear goal to deal with geotechnical failures, which is: *"The reduction of geotechnical failure within civil engineering projects with 50% in 2015" (Geo-Impuls, 2009).* This research provides results which make the stated goal measurable. The central research question can be stated as follows: *what are the perceptions towards geotechnical failures at civil engineering projects among professionals in the construction industry?*

To measure the perceptions an online survey is used, based on the most recent literature and practical experiences from experts. There are different components which are mentioned in the survey, starting with the causes of geotechnical failures and several control measures. Furthermore, there are several propositions formulated regarding geo-engineering and geotechnical risks. The survey is distributed on several ways. First among the associated stakeholders of Geo-Impuls. At the same time the survey was placed on several websites and published in different newsletters.

The results of the survey lead to the following conclusions. The most frequent cause of geotechnical failure is the fact that the geotechnical designer does not get the opportunity to explain the design during the construction phase. Furthermore, errors during the construction of the geotechnical construction are perceived as having the most negative impact on the project. Some causes occur often, and have large negative impact on the project as well. Examples of these causes are: errors during the construction of the geotechnical construction and a to positive image during the decision making process related to geotechnical issues. The most frequently applied control measure during the projects of the respondents is, the setting of preconditions and appointing of risks complied with the design by a geotechnical engineer. This control measure seems to have a positive impact on the

project too. The same counts for the control measure which encompasses an experienced and sufficient educated design- and constructionteam.

A comparison between the largest groups from the sampling (advisors and contractors) shows some interesting differences between perceptions related to the causes of geotechnical failures. For the cause “geotechnical designer does not get the opportunity to explain the design during the construction phase” the advisors state exactly the opposite of the contractors. The first group indicated that the cause occurs “often up to always”, but the last group, the contractors, state on the contrary that the that the cause occurs “almost never”. The opposite result is achieved for the cause ‘insufficient coordination among the project organization. Now the contractors state that this cause occurs “often” and the advisors state “almost never”. In addition to these two contrary findings, there are more contradictions when it comes to the negative impact on the project as a result of these causes. For the cause ‘geotechnical designer does not get the opportunity to explain the design during the construction phase’, advisors indicate that this has a large impact and the contractors say that it has a small impact. Besides that, there are two causes where advisors are of the opinion that the impact is small and the contractors say large. These causes are “insufficient communication by the principle/designer of the risks” and “insufficient geotechnical analysis”.

Respondents also classified several negative effects of geotechnical failures. The effect that was ranked as “most important” is injuries. A comparison between the main actors shows that the principles perceive lead-time and physical damage as most important, but injuries and quality less important. Contractors show as only stakeholder a clear preference towards injuries which they classify as most important. Inconveniencies and reputation are perceived as less important. Advisors also rank injuries as most important, followed by quality.

Besides the conclusions, this study/report provides for several recommendations. Based on the survey there are some (see conclusions) frequently occurring causes that have a large impact as well. These elements are crucial and important. Based on the survey some control measures appear to be frequently applied and have a large positive influence. A recommendation is to discuss these causes and control measures during the Geo-Impuls meetings, in order to evaluate to what extent the existing workgroups match with these findings.

By making a comparison between advisors and contractors, some contrary findings are observed. The results of the comparison do confirm the gap between designers and construction in the building sector. A recommendation to Geo-Impuls would be to use the results of this research in the negotiations to restart the workgroup “quality in design and construction”. It could be a trigger for participating parties to work together in the future to reduce the gap between designing and constructing parties.

Woord vooraf

Voor u ligt de rapportage van mijn afstudeeronderzoek bij Geo-Impuls welke tevens de afsluiting van mijn studie Construction Management & Engineering aan de Universiteit Twente te Enschede is. Dit onderzoek richt zich op de risicoperceptie onder professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen. Geotechniek is voor veel professionals in de bouwsector onbekend terrein, ook voor mij bij aanvang van dit afstudeertraject. Ik heb het als uitermate leuk en interessant ervaren om met het Geo-Impuls programma bezig te zijn, vanwege de enorme omvang en ambitie van het project en de kennismaking met tal van betrokkenen. Geo-Impuls, een initiatief van Rijkswaterstaat, is een bundeling van diverse (markt)partijen in de bouwsector. Een sector breed samenwerkingsverband als Geo-Impuls is bijzonder. Ik heb het dan ook als uniek ervaren daarvan deel uit te mogen maken.

Ik wil graag iedereen bedanken die mij van begeleiding en hulp heeft voorzien. Vooral wil ik mijn begeleider Martin van Staveren van VSRM (Van Staveren Risk Management) bedanken voor zijn waardevolle adviezen. Ook wil ik Paul Litjens en Paul Cools van Rijkswaterstaat, en uiteraard alle andere collega's bedanken voor de prettige samenwerking en ingebrachte kennis. Samen trekken ze de kar van Geo-Impuls. Verder wil ik mijn afstudeercommissie van de Universiteit Twente, Joop Halman en Saad Al-Jibouri, hartelijk danken voor hun waardevolle input. Het platform Risicomanagement, was een bron van wetenschappelijke literatuur waar ik dankbaar gebruik van heb mogen maken. Ook wil ik mijn collega student Martijn oude Vrielink bedanken voor de prettige samenwerking, nuttige feedbacksessies en kritische houding tijdens het afstudeertraject. Daarnaast bedank ik alle mensen die hebben deelgenomen aan het onderzoek, zonder hen was het niet mogelijk geweest dit onderzoek uit te voeren. Andrea, bedankt voor het mooie ontwerp dat mijn rapport de uitstraling heeft gegeven zoals ik graag wilde. Tot slot wil ik mijn vriendin en familie bedanken, zij zorgden voor de juiste randvoorwaarden waardoor ik deze studie succesvol kon afronden.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Wierden, september 2011

Ing. Adam Ronhaar

Inhoudsopgave

Colofon ..... **i**

Samenvatting ..... **i**

Summary ..... **iii**

Woord vooraf ..... **v**

1 Inleiding **1**

1.1 Verkenning projectkader 1

1.2 Geo-Impuls programma 2

1.3 Geo-Impuls organisatiestructuur 3

1.4 Nulmeting en Voortgangsmeting 3

1.5 Leeswijzer 4

2 Het onderzoeksontwerp **5**

2.1 Interviews Geo-Impuls 5

2.2 Onderzoekskader en doelstelling 6

2.3 Onderzoekmodel 7

2.4 Vraagstelling en onderzoeksvragen 7

2.5 Onderzoeksmethode 9

3 Theoretisch kader **10**

3.1 Kwaliteit (bij bouwprojecten) 10

3.2 Falen in de bouwsector 13

3.3 Geotechnisch falen in de bouwsector 16

3.4 Risico's bij bouwprojecten 19

3.5 Geotechnisch risico 23

3.6 Perceptie van risico's 25

3.7 Conclusie 32

4 Enquête opzet **34**

4.1 Onderzoekspopulatie en eisen aan steekproefkaders 34

4.2 Dataverzamelingsmethode 34

4.3 Variabelen 36

4.4 Testen van de enquête 39

5 Empirische analyse en resultaten **40**

5.1 Schets van de data 40

5.2 Analyse oorzaken geotechnisch falen 43

5.3 Analyse beheersmaatregelen geotechnisch falen 45

5.4 Aanvullende analyses 47
5.5 Vergelijkingsanalyses 49
5.6 Correlatie analyse 50
5.7 Discussie 51
6 Conclusies en aanbevelingen 54
6.1 Conclusies 54
6.2 Aanbevelingen 56
Bronnen 57
Bijlagen 1
Bijlage 1: Samenvatting Interviews 2
Bijlage 2: Werkgroepen Geo-Impuls 3
Bijlage 3: Incidentenanalyse 2010 4
Bijlage 4: Testprotocol enquête inclusief testresultaten 8
Bijlage 5: Uitnodiging Enquête 10
Bijlage 6: Enquête 12
Bijlage 7: Analyse bouwers (excl. adviseurs) versus adviseurs 24
Bijlage 8: Eigen ingebrachte oorzaken en beheersmaatregelen 25
Bijlage 9: Correlatieanalyse Stellingen 26

Lijst met figuren

Figuur 1.1: Organogram Geo-Impuls programma 3
Figuur 1.2: Overzicht nulmeting en voortgangsmeting. 4
Figuur 2.1: Onderzoeksmodel 7
Figuur 3.1: Definiëring kwaliteit (op basis van Bea, 2006) 12
Figuur 3.2: Benodigdheden, benaderingen en strategieën (op basis van Bea, 2006) 12
Figuur 3.3: Interactie van diverse niveaus (CUR, 2010) 17
Figuur 3.4: Risico als keten van oorzaak, blootstelling en schadelijk gevolg (Halman, 1994) 20
Figuur 3.5: Risicoketen voor projectsituaties (Van der Heijden, 2006) 22
Figuur 3.6: Determinanten van risicogedrag (Sitkin en Pablo, 1992) 27
Figuur 5.1: Type project (percentages) 41
Figuur 5.2: Type functie (percentages) 42

Lijst met tabellen

Tabel 3.1: Veelgebruikte definities 'kwaliteit' 10
Tabel 3.2: Veelgebruikte definities 'faalkosten' 13
Tabel 3.3: Top 3 oorzaken falen (Avendaño Castillo, 2011) 15
Tabel 3.4: Veelgebruikte definities 'Geotechnisch falen' 16
Tabel 3.5: Veelgebruikte definities 'Risico' 19
Tabel 3.6: Risico categorisering (Halman, 1994). 22
Tabel 3.7: Veelgebruikte definities 'Geotechnisch risico' 23
Tabel 3.8: een samenvatting van de drie toonaangevende risicoperceptie theorieën 26
Tabel 3.9: Factoren voor escalation of commitment. 31
Tabel 3.10: Oorzaken en beheersmaatregelen 32
Tabel 5.1: Wijze van contact 40
Tabel 5.2: Sectorverdeling 41
Tabel 5.3: Bekendheid met Geo-Impuls 41
Tabel 5.4: Type organisatie 42
Tabel 5.5: Werkervaring, -met geotechniek, -geotechnisch risicomanagement 42
Tabel 5.6: Analyse lijst met oorzaken 43
Tabel 5.7: Analyse beheersmaatregelen 45
Tabel 5.8: Analyse stellingen t.a.v. risico's (N=52) 47
Tabel 5.9: Overzicht risicoafweging (N=52) 48
Tabel 5.10: Type organisatie versus risico afweging (N=52)* 49

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat is uitgevoerd in opdracht van Geo-Impuls, een onderzoek naar de perceptie van geotechnisch falen in de bouwsector. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het afstudeertraject aan de Universiteit Twente, faculteit Construerende Technische Wetenschappen met als specialisatie Construction Management & Engineering.

Allereerst wordt in paragraaf 1.1 het projectkader beschreven. In paragraaf 1.2 wordt het Geo-Impuls programma verder toegelicht waaronder de thema's, werkgroepen en deelnemers. In paragraaf 1.3 wordt verder ingegaan op de organisatiestructuur van Geo-Impuls en afsluitend in paragraaf 1.4 een overzicht van de nul en –voortgangsmetingen die uitgevoerd worden. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een leeswijzer in paragraaf 1.5.

1.1 Verkenning projectkader

Het bouwen van constructies met staal, beton of hout is doorgaans goed te overzien. Maar bouwen in of op de grond in Nederland blijkt in de praktijk complexer. De problemen ontstaan vaak in gebieden waar de bodem bestaat uit dikke lagen slappe grond, zoals veen en klei. Deze situatie doet zich veelvuldig voor in de veenpolders en droogmakerijen van West-Nederland, maar ook in het noorden en langs de grote rivieren (Help, de Vinex zakt!, n.d.). Gevolg hiervan is dat constructies kunnen worden berekend met 85 tot 95% betrouwbaarheid, maar grondeigenschappen daarentegen met 50% (Wentink, zoals geciteerd in van Staveren, 2006). Dit levert regelmatig grote problemen op in de aanleg- en gebruiksfase van civieltechnische projecten. Het onderzoek van USP Marketing Consultancy (2008) schatte het gemiddelde aan extra kosten (faalkosten) in de bouwsector op 10%. Van die 10% extra kosten is volgens een artikel in de Cobouw (2006), 50% direct of indirect gerelateerd met de ondergrond. Deze cijfers zijn gebaseerd op ervaringspercentages van deskundigen. Het Economisch Instituut Bouwnijverheid (EIB) schatte het bouwvolume voor 2007 in op bijna 55 miljard euro. Dit is voor de Burgerlijke & Utiliteitsbouw (B&U) en de Grond, Weg en Waterbouw (GWW). Kortweg betekent dit dat ongeveer 6,2 miljard euro wordt verspild (USP Marketing Consultancy, 2008). Kortom, de schade is fors. Maar schade kan breed worden opgevat en daarom wordt beschreven wat in dit onderzoek onder schade wordt verstaan (CUR, 2010):

- Directe faalkosten;
- Omgevingsschade;
- Gevolgschade;
- Onveiligheid;
- Imagoschade.

Een manier voor een structurele aanpak is aan de hand van een sector breed programma: Geo-Impuls. Aan het Geo-Impuls programma werken meer dan 30 partijen uit de bouw en infra (opdrachtgevers, aannemers, adviesbureaus, kennisinstellingen en brancheverenigingen) samen om te komen tot een substantiële reductie van falen in de bouw.

> Het doel – waar inmiddels vele toonaangevende opdrachtgevers, ontwerpers, bouwers, kennisinstellingen en brancheverenigingen zich aan verbonden hebben – is even duidelijk als ambitieus: *"In 2015 moet het geotechnisch falen in projecten met de helft zijn teruggebracht (Geo-Impuls, 2009)"*

Deze doelstelling is ontleend aan interne documenten verstrekt door Geo-Impuls leden. Er is bewust gekozen voor een ambitieuze doelstelling om partijen te motiveren iets substantieels te bewerkstelligen. Tevens is een ambitieuze doelstelling goed vanwege de omvang van het probleem om aan te geven dat er een groot verbeterpotentieel mogelijk is.

1.2 Geo-Impuls programma

Om Geo-Impuls als programma uitvoerbaar te maken, zijn op strategisch (S), tactisch (T) en operationeel (O)niveau projecten gedefinieerd.

1.2.1 Thema's

Het programma is gebaseerd op vijf centrale thema's:

- geo-engineering in contracten;
- toepassen en delen van bestaande kennis & ervaring;
- kwaliteit van ontwerp- en uitvoeringsprocessen;
- nieuwe kennis voor geo-engineering in 2015;
- managen van verwachtingen.

1.2.2 Werkgroepen

Aan de hand van deze thema's is een samenhangend programma samengesteld, bestaande uit 12 concrete voorstellen uitgevoerd door 12 werkgroepen om het ambitieuze doel te bereiken. Voorbeelden van werkgroepen zijn onder ander: geotechnische risicoverdeling in projecten, grondonderzoek in de tenderfase, opleiding, kwaliteit in ontwerp en uitvoering. Voor een uitgebreide omschrijving van deze werkgroepen zie bijlage 2. Bij het definiëren van deze projecten zijn doelgerichtheid, efficiëntie, minimale organisatiekosten en betrokkenheid van de hele bouwsector telkens het uitgangspunt. De resultaten van deze projecten dragen uiteindelijk bij aan het realiseren van de doelstelling.

1.2.3 Deelnemers

Vanuit de sector werken opdrachtgevers, ontwerpers, bouwers en kennisinstellingen de komende jaren samen aan dit meerjarige programma. De deelnemers zijn:

- Opdrachtgevers: Rijkswaterstaat, grote gemeenten als Den Haag, Rotterdam, Utrecht en Amsterdam, ProRail;
- Bouwers: Strukton, BAM, Boskalis, Heijmans, KWS, Van Hattum & Blankevoort, Van Oord, Ballast Nedam;
- Ontwerpers: Arcadis, Witteveen+Bos, DHV, Tauw, Movares, Fugro, Grontmij, Royal Haskoning, CRUX;
- Kennisinstellingen: CURNET (COB, CUR B&I), Deltares, TUDelft, CROW;
- Brancheverenigingen: KIVI/Niria, Vereniging van Waterbouwers, Bouwend Nederland.

1.3 Geo-Impuls organisatiestructuur

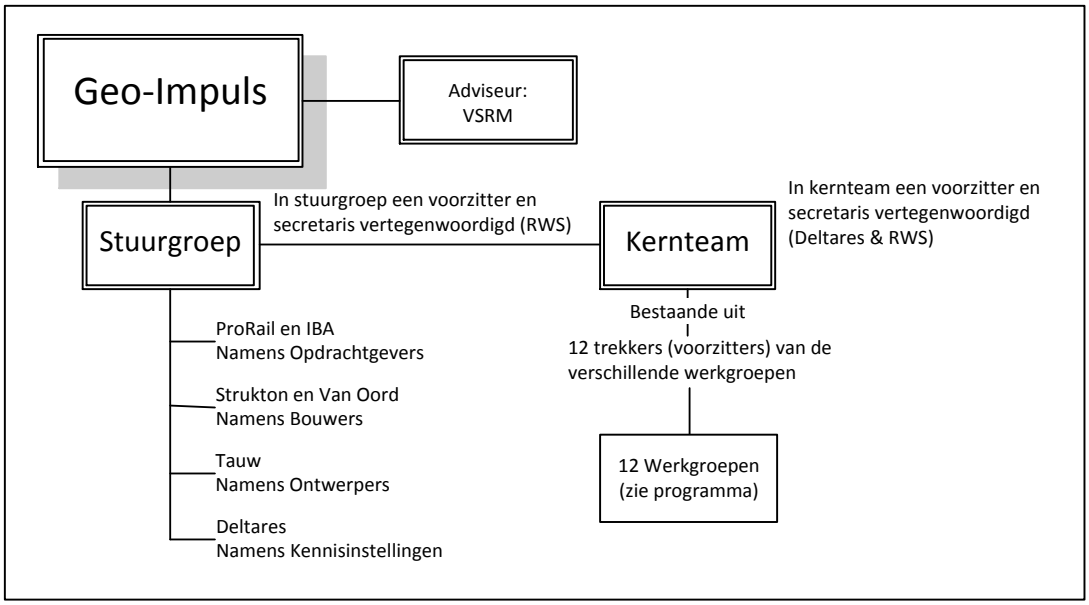
Met zoveel actoren is het belangrijk een duidelijk overzicht te schetsen van de organisatiestructuur. De organisatie van Geo-Impuls bestaat uit een stuurgroep en een kerngroep, met een externe adviserende partij:

- In de stuurgroep worden de belangen van de verschillende organisaties (opdrachtgevers, bouwers, ontwerpers, kennisinstellingen) door één afgevaardigde behartigd. Deze stuurgroep wordt gecompleteerd door een voorzitter en secretaris. Deze groep telt totaal zeven leden en komt drie/vier keer per jaar bijeen. De groep opereert voornamelijk op directieniveau en is tegelijkertijd ook het management van het programma.
- Het kernteam bestaat uit 12 verschillende voorzitters van de 12 werkgroepen. De betrokken deelnemers hebben op basis van motivatie zich aangemeld in deze werkgroepen. Ook het kernteam wordt gecompleteerd door een voorzitter en secretaris. Deze groep komt eens per 6 weken bijeen. Deze groep is vooral inhoudelijk bezig met het programma en haar voorstellen.
- Adviseur: Van Staveren Risk Management VSRM (onafhankelijk en specialistisch adviseur).

Voor een optimale begeleiding en draagvlak voor dit onderzoek zijn uiteindelijk drie begeleiders betrokken vanuit het Geo-Impuls programma vanuit alle drie disciplines;

- Van Staveren Risk Management;
- Secretaris van de Stuurgroep;
- Secretaris van de Kerngroep.

Deze drie groepen zijn schematisch weergegeven in een organogram, zie Figuur 1.1.

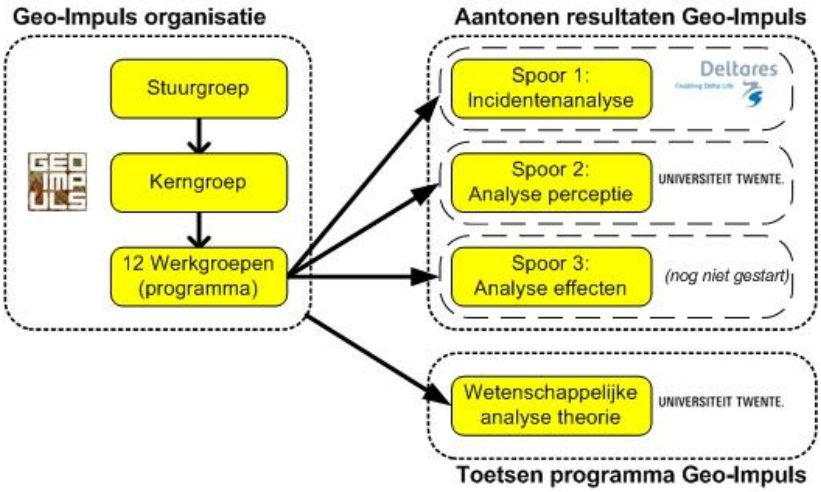


Figuur 1.1: Organogram Geo-Impuls programma

1.4 Nulmeting en Voortgangsmeting

Zoals hiervoor is beschreven heeft Geo-Impuls als doelstelling een halvering van het geotechnisch falen in de bouwsector in 2015. Om deze doelstelling aantoonbaar te maken dienen nulmetingen en voortgangsmetingen te worden uitgevoerd:

- Spoor 1: *feitelijke* analyse van geotechnische incidenten (verderop genoemd als incidentenonderzoek) zoals gepubliceerd in Cobouw gedurende de jaren 2010 t/m 2015. Een samenvatting van de eerste meting is te vinden in bijlage 3;
- Spoor 2: analyse van de *perceptie* (subjectieve analyse) van geotechnische incidenten door bouwtechnische professionals door middel van enquêtes in 2011, 2013 en 2015;
- Spoor 3: toepassen van ontwikkelde Geo-Impuls kennis en (tussen)producten in praktijkprojecten en het monitoren van de *effecten* daarvan op het al dan niet optreden van geotechnische incidenten in die projecten gedurende de periode 2011 – 2015;



Figuur 1.2: Overzicht nulmeting en voortgangsmeting.

Door het combineren van de resultaten die worden verkregen kan naar verwachting aannemelijk worden gemaakt in hoeverre de Geo-Impuls doelstelling in 2015 daadwerkelijk wordt bereikt. De eerste voortgangsmeting wordt uitgevoerd door een contactpersoon bij Deltares. De tweede voortgangsmeting vormt onderdeel van dit onderzoek, een analyse naar de perceptie over geotechnisch falen in projecten in de bouwsector. Het derde spoor is in 2011 gestart met een aantal zogenoemde verdiepingssessie van praktijkprojecten. Hierbij is in kaart gebracht in hoeverre een expliciet risico gestuurde geotechnische werkwijze daadwerkelijk wordt toegepast en welke (deel) producten van de Geo-Impuls daarin een rol (kunnen) spelen.

Echter, een wetenschappelijke basis achter de inhoudelijke thema's voor de twaalf huidige werkgroepen ontbreekt nog. De werkgroepen zijn op basis van praktijkervaring tot stand gekomen. Een medestudent van de Universiteit Twente werkt aan een onafhankelijk onderzoek om te toetsen of het programma van Geo-Impuls aansluit bij de belangrijkste oorzaken en beheersmaatregelen van geotechnisch falen genoemd in de wetenschappelijke literatuur.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het onderzoeksontwerp beschreven en toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt een basis gelegd voor de enquête, een samenvatting van alle wetenschappelijke relevante literatuur met onderwerpen als geotechniek, geotechnisch falen en risico. In hoofdstuk 4 wordt de enquête opzet gegeven waar onder andere aspecten als de populatie, steekproeftrekking, de dataverzamelingsmethode en de variabelen aan bod komen. De empirische analyse en resultaten van de enquête worden in hoofdstuk 5 besproken. Tenslotte worden de conclusies en aanbevelingen van dit rapport uiteengezet in hoofdstuk 6.

2 Het onderzoeksontwerp

In dit hoofdstuk gaat het om de begripsmatige vormgeving van het onderzoek. Het onderzoeksontwerp is voor een belangrijk deel tot stand gekomen door het afnemen van oriënterende interviews met de stuurgroepleden (Kempen & Keizer, 2000).

In paragraaf 2.1 wordt een samenvatting gegeven van de resultaten van de afgenomen interviews. In paragraaf 2.2 wordt het onderzoekskader en doelstelling geformuleerd. In dit onderzoekskader wordt eerst een probleemschets uiteengezet met daarmee de doelstelling. Vervolgens wordt in paragraaf 2.3 uitgelegd op welke wijze de doelstelling gehaald gaat worden aan de hand van een passend onderzoeksmodel. Tot slot komen de onderzoeksvragen en de vraagstelling (paragraaf 2.4) en de toegepaste onderzoeksmethoden in paragraaf 2.5 aan bod.

2.1 Interviews Geo-Impuls

Interviews met een groot deel van de stuurgroepleden (zie Figuur 1.1) hebben geleid tot een beter beeld van het Geo-Impuls programma. Een uitgebreide samenvatting van deze interviews is te vinden in bijlage 1, in deze paragraaf wordt er kort bij stilgestaan. De deelnemers waren allemaal leden van de stuurgroep van Geo-Impuls; de stuurgroep is het management van Geo-Impuls en opereert op directieniveau.

De deelnemers participeren met uiteenlopende redenen varieert van financiën en imago tot kennisontwikkeling. De opdrachtgevers zijn vooral gebaat bij efficiënte en effectieve inzet van overheidsgeld (maatschappelijk geld). Uitvoerende partijen willen graag toegevoegde waarde voor toekomstige projecten met als uiteindelijk doel betere financiële resultaten in projecten. En de diverse kennisinstituten dragen eigenlijk een algemeen gedeelde motivatie; kennis ontwikkeling en -verspreiding. Daarnaast is de bewustwording van de geotechnische problemen voor alle deelnemers een uitdaging én doelstelling. Echter de deelname van zoveel gerenommeerde bedrijven is al een meerwaarde voor de bouwsector. Verdere ontwikkelingen realiseren in de werkgroepen is de volgende stap.

De afgenomen interviews met de stuurgroepleden waren niet alleen en enkel om kennis te maken. Naast de kennismakingsfunctie hebben de interviews bijgedragen aan de volgende resultaten en inzichten:

- Een beter overzicht van alle organisatorische aspecten van Geo-Impuls. Duidelijk is geworden welke rol de stuurgroep en het kernteam binnen Geo-Impuls vervuld;
- Inzichtelijk gemaakt welke diverse belangen er spelen binnen Geo-Impuls, welke motivatie de deelnemers hebben en wat de verwachtingen zijn op lange termijn (2015);
- Meerdere stuurgroepleden hebben diverse tips en daarmee enkele onderwerpen voor de enquête aangedragen. Onderwerpen zoals positieve projecten/ervaringen, oplossingsrichtingen en de mate van bewustwording van geotechnische problemen in de sector.

2.2 Onderzoekskader en doelstelling

Binnen het onderzoekskader wordt een probleemschets uiteengezet. Op basis van deze probleemschets wordt de doelstelling van dit onderzoek afgeleid.

2.2.1 Probleemschets

Binnen het programma van Geo-Impuls zijn er een aantal thema's en voorstellen waaraan wordt gewerkt zoals beschreven in paragraaf 1.2. Tijdens het uitwerken van deze voorstellen zijn er in de stuurgroep verschillende kwesties ontstaan. Op basis van de kennismakingsgesprekken met het management van het Geo-Impuls programma, de stuurgroepleden, kan een probleemschets worden gegeven. Veel deelnemers in de diverse werkgroepen (het kernteam), maar ook in de stuurgroep beogen allemaal dezelfde doelstelling: *"In 2015 moet het geotechnisch falen in projecten met de helft zijn teruggebracht" (Geo-Impuls, 2009).* De deelnemers vragen zich allen af op welke manier kan worden gecontroleerd/berekend of de doelstelling uiteindelijk is behaald? Bereikt het programma het beoogde effect?

Alle professionele betrokken partijen binnen het Geo-Impuls programma erkennen dat er geen eenduidige definitie van geotechnisch falen binnen de bouwsector bestaat. Daardoor is gebleken dat het uitdrukken van dit falen moeilijk financieel te kwantificeren is. Daarnaast benoemen veel deelnemers het belang van imagoschade (oppervlakkig en tijdelijk) of zelfs reputatieschade (diepgaander en langdurig) naast deze financiële schadepost. De laatste jaren zijn nogal wat projecten negatief in het nieuws voorgekomen. Beruchte voorbeelden genoemd door geïnterviewde personen zijn de Noord-Zuidlijn, ''Blunderput'' Rotterdam en de Betuwelijn. Uit deze interviews (zie bijlage 1) is tevens gebleken dat een aantal partijen, waaronder Rijkswaterstaat imagoschade minstens even belangrijk vindt als de financiële schade. Bij veel projecten is dus gebleken dat veelal negatieve signalen werden waargenomen door professionals en de samenleving. Geo-Impuls programma heeft dus belang om in kaart te brengen op welke manier geotechnisch falen wordt gepercipieerd door professionals in de bouwsector.

2.2.2 Doelstelling

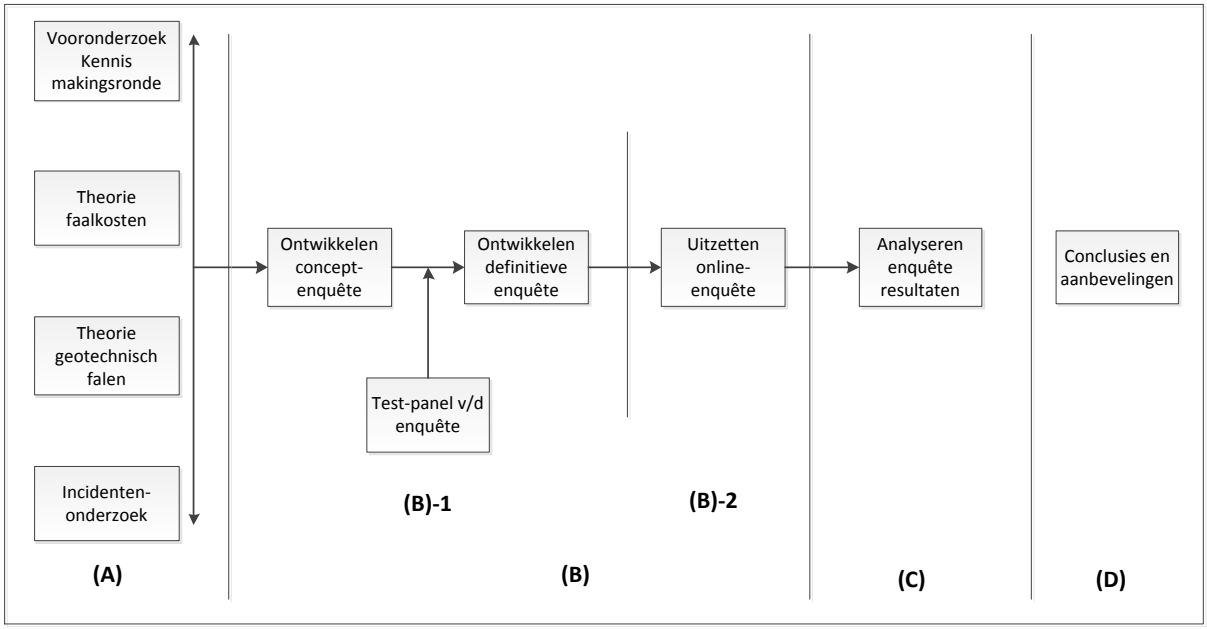
De resultaten van dit onderzoek zullen bijdragen aan het formuleren van een antwoord op de doelstelling van Geo-Impuls: is het geotechnisch falen in projecten in 2015 met de helft gereduceerd? Om een antwoord te kunnen geven op de kwalitatieve aspecten van geotechnische falen is de volgende doelstelling geformuleerd:

> *"Het in kaart brengen van de risicoperceptie ten aanzien van geotechnisch falen (0-meting), door het ontwikkelen en uitvoeren van een enquête naar de percepties bij professionals onder verschillende partijen in de GWW-sector. "*

De percepties van de verschillende respondenten worden individueel afgenomen middels een enquête, en vervolgens geclusterd naar gelang de hoofdactoren waarbinnen deze individu zich bevind. De verschillende hoofdactoren zijn: opdrachtgevers, bouwers, adviesbureaus en kennisinstellingen. Het is de bedoeling om deze meting gedurende een aantal jaar te herhalen om mogelijke wijzigingen in percepties te achterhalen. Op deze manier kan worden gemeten of er een zekere trend ontstaat en er veranderingen plaats vinden. Deze aanvullende metingen vormen geen onderdeel van dit onderzoek. Wel zal er een handleiding worden geschreven ter begeleiding van de her-meting(en). Deze wordt aangeleverd in een aparte bijlage.

2.3 Onderzoekmodel

In deze paragraaf is globaal weergegeven hoe de doelstelling die hiervoor is geformuleerd gehaald gaat worden, dit is gevisualiseerd in Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Onderzoeksmodel

Het onderzoeksmodel is als volgt verwoord:
(A) Gesprekken met het management van Geo-Impuls, een oriëntatie op wetenschappelijke relevante literatuur en een incidentenonderzoek, leveren input voor het ontwikkelen van een enquête. (B) Deze enquête zal vervolgens beoordeeld en verbeterd worden door een testpanel met diverse deelnemers en daarna worden uitgezet onder de doelgroep. (C) Een statistische analyse van de enquête resultaten resulteert in (D) een eindrapport met conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de percepties van geotechnisch falen. Daarnaast dient een handleiding te worden geschreven voor het uitvoeren van her-metingen gedurende het Geo-Impuls programma.

2.4 Vraagstelling en onderzoeksvragen

Eerst zal de centrale onderzoeksvraag geformuleerd worden, vervolgens een aantal deelvragen. De antwoorden op de deelvragen moeten gezamenlijk antwoord geven op de centrale onderzoeksvraag.

Centrale onderzoeksvraag:
"Wat zijn de percepties op het gebied van geotechnisch falen in projecten onder de verschillende partijen in de bouwbranche"?

In figuur 2.1 is het onderzoeksmodel visueel weergegeven. De wijze van verwoorden is gebruikt voor het voor het vaststellen van de centrale vragen. De eerste centrale vraag heeft betrekking op passage A en betreft de bronnen van de enquête (zie figuur 2.1).

De eerste onderzoeksvraag luidt:

1. Wat zijn de inzichten vanuit de literatuur op het gebied van geotechnisch falen?
    1.1. Op welke manier kan kwaliteit (bij bouwprojecten) worden omschreven?
    1.2. Op welke manier kan falen in de bouwsector omschreven worden?
    1.3. Op welke manier kan geotechnisch falen omschreven worden?
    1.4. Op welke manier kunnen (geotechnische) risico's omschreven worden?
    1.5. Op welke manier kan de perceptie van risico's omschreven worden?
    1.6. Welke onderliggende factoren kunnen ten grondslag liggen aan diversiteit in percepties?
    1.7. Op welke manier kan de perceptie van (geotechnisch) falen omschreven worden?

De tweede onderzoeksvraag heeft betrekking op fase B-1 uit het onderzoeksmodel:

2. Welke beoordelingscriteria zouden onderdeel kunnen vormen voor het ontwikkelen, testen en verbeteren van de enquête?
    2.1. Welke onderwerpen kunnen worden benoemd in de vragenlijst teneinde een antwoord te kunnen geven op de doelstelling?
    2.2. Welke soorten vragen (type vraagstelling) zouden gebruikt kunnen worden?
    2.3. Op welke manier kan de validiteit en betrouwbaarheid van de enquête worden gewaarborgd (controleren in hoeverre deelnemers serieus deelnemen)?

De derde onderzoeksvraag heeft betrekking op passage B-2 uit het onderzoeksmodel:

3. Welke beoordelingscriteria zouden onderdeel kunnen vormen voor een representatieve online enquête betreffende de percepties op het geotechnisch falen van de bouwsector in de GWW-sector?
    3.1. Welke doelgroep (grootte) is representatief voor de bouwsector en in het bijzonder voor de GWW-sector?
    3.2. Welke verschillende online enquête tools zijn beschikbaar?

De vierde onderzoeksvraag heeft betrekking op passage C uit het onderzoeksmodel:

4. Wat kan er geleerd worden van de vergelijking tussen de wetenschappelijke literatuur en de enquête-analyse, met het oog op het doen van conclusies en aanbevelingen voor het beantwoorden van de percepties van geotechnisch falen?
    4.1. Zijn er overeenkomsten te vinden tussen incidentenonderzoek, wetenschappelijke literatuur en de enquête resultaten?
    4.2. Zijn er verschillen tussen het incidentenonderzoek, wetenschappelijke literatuur en de enquête resultaten?
    4.3. Wat kan er geconcludeerd worden om een duidelijk beeld te schetsen ten aanzien van de percepties op gebied van geotechnisch falen?
    4.4. Welke aanbevelingen kunnen er worden gegeven ter verbetering van het programma met als doel het geotechnisch falen te verminderen?

2.5 Onderzoeksmethode

De hoofdstrategie in dit onderzoek is de survey. Survey (Nederlands: enquête) is een type onderzoek waarbij de onderzoeker probeert om een breed beeld te krijgen van een in principe tijdruimtelijk uitgebreid fenomeen. Survey is een arbeidsextensieve en kwantitatieve methode. Reden voor deze keuze is dat Geo-Impuls deelnemers bestaan uit een groot aantal vertegenwoordigers uit de bouwsector. Ze vertegenwoordigen zowel opdrachtgevers als marktpartijen, maar ook ontwerpende, kennis ontwikkelende, uitvoerende en controlerende partijen in de branche. Dit kennisdomein kan het beste bereikt worden via de survey strategie.

Uiteraard is survey niet de enige strategie. Bureauonderzoek is een van de meest voorkomende strategieën en wordt bijna bij elk onderzoek gebruikt. Een bureauonderzoek is een onderzoeksstrategie waarbij de onderzoeker gebruikmaakt van door anderen geproduceerd materiaal, dan wel waar hij of zij probeert via reflectie en het raadplegen van literatuur tot nieuwe inzichten te komen (Verschuren en Doorewaard, 2007). Theoretische (wetenschappelijke) kennis en project specifieke documentatie is nodig om informatie te verzamelen voor de enquête.

Beide strategieën hebben voor- en nadelen. Bureauonderzoek heeft als groot voordeel dat de informatie snel beschikbaar is. Een nadeel is echter dat deze informatie vaak niet verzameld is waarvoor de informatie uiteindelijk benodigd voor is. Een groot voordeel van een survey is dat de verzamelde data/informatie, juist wel de nodige informatie is. Nadeel van een survey is de afhankelijkheid van de mate waarin deelnemers gemotiveerd zijn deel te nemen, evenals de mate waarin de deelnemers de juiste informatie doorgeven. Een ander nadeel is de verkregen diepgang van de informatie. Deze nadelen kunnen gecompenseerd worden door het belang van dit onderzoek te benadrukken. Veel partijen zijn uiteindelijk gebaat bij de onderzoeksresultaten waar ze hun voordeel mee kunnen doen.

Tenslotte is participatie aan het Platform Risicomanagement onderdeel van de strategie van dit onderzoek. Relevante wetenschappelijke literatuur op gebied van Risicomanagement is opgenomen in een database, en wordt aangevuld door alle recente publicaties. Deze database is een bron van zeer specifieke maar ook vooral bruikbare wetenschappelijke literatuur. Daarnaast zijn er diverse dissertaties, master thesissen, publicaties in vakbladen en onderzoek methodologische informatie opgenomen.

3 Theoretisch kader

Wetenschappelijke literatuur vormt de basis voor dit onderzoek. In dit theoretisch kader worden de belangrijkste begrippen die centraal staan in dit onderzoek uiteengezet. Het platform Risicomanagement van de Universiteit Twente, waaraan vele afstudeerders en docenten hun bijdrage hebben geleverd, is voor dit theoretisch kader van groot belang geweest. In het theoretisch kader staat de eerste onderzoeksvraag centraal:

1. **Wat zijn de inzichten vanuit de literatuur op het gebied van geotechnisch falen?**

Allereerst wordt in paragraaf 3.1 ingegaan op het begrip kwaliteit. De daarop volgende paragrafen verklaren de sub-onderzoeksvragen waarbij in paragraaf 3.2 falen in bouwprojecten en geotechnisch falen in paragraaf 3.3 worden beschreven. De begrippen risico (paragraaf 3.4) en geotechnisch risico (paragraaf 3.5) zullen hierbij de betekenis van het begrip geotechnisch falen verder verdiepen. In paragraaf 3.6 wordt ingegaan op risicoperceptie. Als afsluitende paragraaf (3.7) wordt samengevat welke inzichten vanuit de literatuur zijn gebruikt voor de opbouw van de enquête.

3.1 Kwaliteit (bij bouwprojecten)

Bij het onderzoeken van faalkosten en geotechnisch falen, lijkt vaak voorbij te worden gegaan aan de basis van deze begrippen: kwaliteit. Om deze reden richt dit onderzoek zich allereerst tot het definiëren van kwaliteit. Op deze manier wordt vervolgens niet alleen het belang, maar ook de (on)mogelijkheden bij het oplossen van ontoereikende kwaliteit in projecten duidelijker gemaakt. In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op de volgende sub-onderzoeksvraag:

1.1 Op welke manier kan kwaliteit (bij bouwprojecten) omschreven worden?

3.1.1 Definitie kwaliteit

Kwaliteit kent geen uniforme definitie. Pogingen van instanties zoals het Nederlands normalisatie instituut (NEN) om één basisdefinitie van kwaliteit vast te leggen hebben hierin weinig verandering gebracht. Verschillende situaties vragen nu eenmaal om verschillende bruikbare definities van kwaliteit. Er zijn om die reden vele definities van kwaliteit, afhankelijk van de context waarin het van toepassing is en de toepasselijkheid voor de direct betrokken stakeholders. Zelfs binnen een enkele context kent kwaliteit verschillende definities (zie Tabel 3.1) Definities zoals gegeven door Juran (1951) en Crosby (1979) worden vaak gebruikt, maar gaan in sommige situaties (zoals de bouw) niet op. Zo kan een product geschikt zijn voor de eindgebruiker, terwijl het niet altijd voldoet aan de eisen. Anderzijds kan een product voldoen aan alle gestelde eisen, maar toch niet geschikt blijken voor het uiteindelijke gebruik. Het blijkt vaak moeilijk om vooraf een compleet beeld van de eisen te krijgen. Op deze manier kan men ook geen compleet beeld van kwaliteit krijgen.

Tabel 3.1: Veelgebruikte definities 'kwaliteit'

Definiëring	Bron
'Waarde'	Abbot (1955), Feigenbaum (1951)
Geschiktheid voor het gebruik'	Juran (1951)
'Conformiteit aan de specificaties'	Gilmore (1974), Levitt (1972)
'Conformiteit aan de eisen'	Crosby (1979)
'Het tegemoetkomen aan- en/of overtreffen van klantverwachtingen.'	Grönroos (1983), Parasuraman et al. (1985)
'De vergelijking tussen verwachtingen en prestatie.'	Parasuraman (1985)
'Verlies vermijding'	Ross (1989)
'De totaliteit van eigenschappen en kenmerken van een product of	Abdul-Rahman (1995)

dienst die van invloed zijn op het vermogen om in expliciete of impliciete behoeften te voldoen.'	
'Een eigendom van mensen hun houding en geloof, welke vaak veranderd gedurende de levenscyclus van een project.'	*Atkinson (1999)*
'Som van bruikbaarheid, veiligheid, duurzaamheid en compatibiliteit van ontworpen oplossing.'	Bea (2006)

Er is dus inconsistentie over de betekenis en waarde van het begrip kwaliteit. Onafhankelijk van de tijd of context waarbinnen kwaliteit is onderzocht heeft het vaak meerdere en verwarrende betekenissen en is het gebruikt om een grote variëteit aan fenomenen te beschrijven (Reeves & Bednar, 1994).

Echter, kwaliteit wordt geacht goed meetbaar te zijn. Volgens de ISO 9000 normen kan de mate van kwaliteit bepaald worden door een set van inherente eigenschappen van een product te vergelijken met een set producteisen. Als deze eigenschappen overeen komen met alle eisen, wordt een hoge productkwaliteit bereikt. Als deze eigenschappen niet overeen komen met alle eisen, wordt een lage productkwaliteit bereikt. Volgens deze definitie is kwaliteit een relatief concept. Het vaststellen van kwaliteit in de context van de bouw is evenzo complex en problematisch. Eisen zijn niet altijd bekend en daarom soms onvolledig. Daarnaast is er vaak sprake van grote aantallen activiteiten en betrokken partijen tijdens het bouwproces waarvoor geen duidelijke (proces)eisen zijn. Ook variëren de organisaties vaak in grootte en technologische mogelijkheden, wat het lastig maakt proces gerelateerde informatie te managen (Love & Irani, 2003).

Kwaliteit is daarom niet altijd een simpele afspiegeling van geïntegreerde eisen en handelingen. Het is dynamisch en gebonden aan verschillende perspectieven. Zo zullen dezelfde producten en processen door opdrachtgever en klant kwalitatief verschillend beoordeeld worden. Reeves & Bednar (1994) hebben daarom vier uniforme basisregels voor definities van kwaliteit geïdentificeerd. Kwaliteit is excellentie, kwaliteit is waarde, conformiteit aan specificaties en kwaliteit is tegemoetkomen aan- en/of overtreffen van klantverwachtingen. Dit zijn belangrijke regels, aangezien de kwaliteit van de producten en diensten van een bedrijf of organisatie op de lange termijn de belangrijkste overlevingsfactor is ten opzichte van de concurrentie (Buzzell & Gale, 1987). Het is daarom niet de uitdaging om één uniforme definitie te ontwikkelen voor alle mogelijke variabelen en situaties, het is juist zaak definities te ontwikkelen die vergelijkbaar of zelfs cumulatief zijn aan andere definities en ook tellen voor componenten die tot op heden genegeerd zijn (Cameron & Whetten, 1983).

De definitie van kwaliteit zou voor dit onderzoek daarom componenten moeten bevatten die voor de bouwsector van belang zijn. De definitie van Bea (2006) is om deze reden wellicht nog het meest van toepassing op kwaliteit in de bouw (Tabel 3.1). Aangepast op basisregels van Reeves & Bednar (1994) geeft dit de volgende te gebruiken definitie van kwaliteit:

Kwaliteit:
"Tegemoetkomen aan- en/of overtreffen van verwachtingen op het gebied van bruikbaarheid, veiligheid, duurzaamheid en compatibiliteit van een ontworpen oplossing, opdat meerwaarde voor de direct betrokken partijen wordt gecreëerd. "

In alle bouwprocessen staat de klant centraal. Bruikbaarheid en compatibiliteit van de ontworpen oplossing zijn belangrijke aspecten, omdat deze de meerwaarde voor de klant bepalen. Veiligheid en

duurzaamheid worden echter ook steeds belangrijker. Wet- en regelgeving over deze begrippen worden steeds strikter. Negatieve berichtgeving op deze vlakken kunnen desastreus zijn voor de klantwaarde. De klant is echter niet altijd de eindgebruiker. Vaak zijn eindgebruikers ook weer afnemers van de klant. Denk bijvoorbeeld aan een starter op de huizenmarkt, die een appartement van een projectontwikkelaar koopt. De in het bouwproces betrokken partijen dienen hun klanten daarom goed te kennen, aangezien ze anders het project (deels) kunnen laten falen door onbekendheid met de eisen van de eindgebruikers. Op welke manier deze kwaliteit door de hele keten succesvol moet worden bereikt in projectsituaties wordt in de volgende paragraaf besproken.

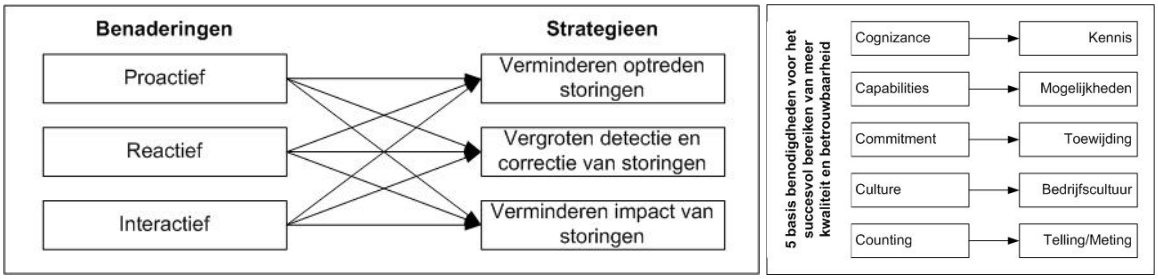
3.1.2 Kwaliteit bij bouwprojecten

De in de vorige paragraaf vastgestelde definitie van kwaliteit maakt onderscheid tussen verschillende beoordelingsvlakken, waarop men succesvol kan zijn of kan falen (zie Figuur 3.1).



Figuur 3.1: Definiëring kwaliteit (op basis van Bea, 2006)

Voor het succesvol bereiken van meer kwaliteit onderscheidt Bea (2006) vijf basis benodigdheden (Figuur 3.2). In combinatie met de verschillende benaderingen en strategieën benadrukt dit nog maar eens de complexiteit en subjectiviteit bij het bereiken van kwaliteit bij bouwprojecten. Hierbij is vaak bekend wat voor een kwaliteit men wil bereiken terwijl er veel minder aandacht is voor hoe deze kwaliteit bereikt moet worden (van Dam, 2009).



Figuur 3.2: Benodigdheden, benaderingen en strategieën (op basis van Bea, 2006)

Deze prestatiecultuur, zoals van Dam (2009) dit ook wel noemt, wordt in stand gehouden door de economische benadering van bouwprojecten. Bedrijven concurreren voornamelijk op prijs en schrijven bij aanbestedingen soms onder de kostprijs in om voornamelijk omzet te genereren. Ten tweede prefereert de korte termijn doelstelling, wat zich vooral vertaalt in werkvoorraad en omzet, boven de lange termijn doestelling van een bouwbedrijf (Dorée, 2001). Zonder verbeteringen neemt de kans op falen toe, evenals de hoeveelheid faalkosten. In de volgende paragraaf wordt verder ingegaan op falen in de bouwsector, de definities tot aan de diverse oorzaken, gevolgen en oplossingsrichtingen.

3.2 Falen in de bouwsector

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op de eerste sub-onderzoeksvraag:

1.2 Op welke manier kan falen in de bouwsector omschreven worden?

Bij ieder bouwproject zal een verschillende mate van kwaliteit bereikt worden. De betrokken organisaties in deze bouwprocessen zullen hiermee in meer of mindere mate succesvol zijn of falen bij het bereiken van hun doelstellingen. Dit projectfalen wordt steeds vaker uitgedrukt in percentages faalkosten waarmee een project te maken heeft gehad. Internationale percentages overschrijden hierbij regelmatig 25% van het oorspronkelijke projectbudget (Flyvbjerg et al. 2003). De definiëring en inkadering van falen en faalkosten blijkt lastig. Onderzoeken naar faalkosten zijn vaak op basis van (expert-)inschattingen en zijn hiermee subjectief. Een objectief beeld van deze zogenaamde faalkostenproblematiek ontbreekt hierdoor vaak. Voor de Nederlandse situatie zal dit onderzoek hier geen verandering in kunnen brengen. Wel wordt getracht een beter begrip van deze definities te ontwikkelen. Hiervoor worden eerst meer bruikbare, zogenaamd cumulatieve (Cameron & Whetten, 1983) definities ontwikkeld voor falen en faalkosten (paragraaf 3.2.1). Delen van deze definities zijn onderling uitwisselbaar en vullen elkaar zo mogelijk aan. Vervolgens zullen deze definities in het licht van de nieuwste onderzoeksresultaten worden gehouden op het gebied van falen bij bouwprojecten (paragraaf 3.2.2). In deze paragraaf wordt ingegaan op falen in de bouwsector. Uitgangspunt is een beter overzicht te creëren in de definitie, oorzaken en gevolgen van falen in de bouwsector. Daarnaast is het belangrijk voor het Geo-Impuls programma dezelfde componenten te beschrijven voor geotechnisch falen in de bouwsector. Afgesloten wordt met een samenvatting van deze twee belangrijke begrippen.

3.2.1 Definities falen en faalkosten

Faalkosten worden in dit onderzoek gezien als onderdeel van falen; de manier waarop projectfalen tot uiting komt tijdens bouwprojecten en –processen. Falen kan hierbij worden gezien als het niet behalen van gestelde prestatiedoelen (van Dam, 2009). Waar falen bij projecten (ook wel projectfalen genoemd) een meer overkoepelend en cumulatief begrip is, geven faalkosten een beter inzicht in de betekenis ervan. Falen en faalkosten zijn veel gebruikte begrippen in de bouwsector en de gehanteerde definities zijn uiteenlopend (Love en Edwards, 2005). Zie Tabel 3.2 voor de diverse definities en auteurs. Rework costs, costs of non-conformity en failure costs gaan allemaal over falen en faalkosten. Van Dam (2009) beschrijft falen als het niet behalen van gestelde prestatiedoelen. De auteurs hebben enkel gemeen dat men faalkosten beschrijft als een gevolg van falen, conform de vastgestelde eisen (Avendaño Castillo, 2011).

Tabel 3.2: Veelgebruikte definities 'faalkosten'

Definiëring faalkosten	Bron
'De kosten voor een herstel, in de vorm van een onvolkomenheid, non-conformiteit of defect, om alsnog aan de gestelde vereisten te voldoen.'	Abdul-Rahman (1995)
'De kosten en gederfde opbrengsten die ontstaan door kwaliteitsafwijkingen die nog vóór de levering aan de afnemer in het eigen bedrijf worden geconstateerd of die ná levering door de afnemer worden bemerkt.'	Smit & Hamberg (1995)
'Alle kosten die ten behoeve van het eindproduct zijn gemaakt, ontstaan door vermijdbaar tekortschieten.'	Wichers & Fleuren (2001)
'Alle kosten die onnodige ten behoeve van het eindproduct zijn gemaakt, veroorzaakt doordat het bouwproces onnodig inefficiënt verloopt, het eindproduct niet aan de afgesproken kwaliteitseisen voldoet, of wanneer er zaken moeten worden hersteld of vervangen.'	SBR (2011)

Uit de verschillende definities van falen kunnen twee componenten worden herleid die belangrijk zijn voor de benoeming ervan: het perspectief en de criteria. Voor het perspectief van falen is het belangrijk te weten vanuit welke stakeholder het falen beschouwd wordt en wat deze stakeholder zijn belangen zijn. De criteria bepalen vervolgens de mate van falen (of succes), door na te gaan in hoeverre 'het nagestreefde' is bereikt bij het project. Het streven kan hierbij bijvoorbeeld zijn om binnen het projectbudget of –planning te blijven. Afhankelijk van deze componenten bestaan er uiteenlopende meningen over de mate waarin iets kan worden benoemd als succes of falen.

Naast kwaliteit is succes ook een relatief én subjectief begrip (van Dam, 2009). Er bestaat geen absoluut succes. Iedereen heeft er, afhankelijk van zijn perspectief of criteria, een andere kijk op. Waar een project voor de één een succes is, kan de ander het als een mislukking (falen) zien. Hierbij wordt nog een derde component geïntroduceerd, te weten de tijdsdimensie. Zo was asbest voorheen een veel toegepast en innovatief product. Het voldeed vanuit elk perspectief aan alle criteria, maar is tegenwoordig een grote bron van zorg. Ander voorbeeld is het Sydney Opera House (Australië), waarbij de criteria projectbudget en de projectplanning vele malen overschreden werden bij de bouw. Vanuit het perspectief van investeerders, gebruikers en de opdrachtgever was dit project destijds een mislukking. Tegenwoordig is het bouwwerk het belangrijkste symbool van Australië en staat het sinds 2007 op de UNESCO-werelderfgoedlijst.

Bij falen wordt er dus in een bepaalde tijdsdimensie, volgens één stakeholder perspectief, niet voldaan aan één of meerdere criteria van kwaliteit. Hierbij integreert de definitie van kwaliteit al het perspectief (klant/eindgebruiker) en de criteria (verwachtingen). De tijdsdimensie is minder helder te definiëren, aangezien het moeilijk is rekening te houden met wat de toekomst brengt. De definitie van falen in de bouwsector wordt om die reden als volgt omschreven (zie ook definitie kwaliteit, paragraaf 3.2.1):

Falen:
"Het niet doeltreffende en/of doelmatig leveren van de beoogde kwaliteit bij het realiseren van een bouwproject, met faalkosten als gevolg."

De definitie van faalkosten, die een sterke oorzaak-gevolg relatie heeft met falen, wordt hiermee als volgt omschreven:

Faalkosten:
"Alle schade als gevolg van falen die voorkomen had kunnen worden wanneer de beoogde kwaliteit van het gerealiseerde bouwproject doeltreffend en doelmatig zou zijn geleverd."

Er bestaat nogal wat verwarring rond de begrippen effectief en efficiënt (in het Veld, 2007). Synoniemen hiervoor zijn doeltreffend(heid) en doelmatig(heid). Voor dit onderzoek is hiervoor gekozen, omdat daar minder verwarring over is. Met doeltreffendheid wordt bedoeld de mate van realisatie van een doel. Met doelmatigheid wordt bedoeld mate van gebruik van middelen om een bepaald doel te bereiken (in het Veld, 2007).

3.2.2 Falen bij bouwprojecten (projectfalen)

Uit een literatuurstudie van Avendaño Castillo (2011) is gebleken dat er veel onderzoek is gedaan naar falen en faalkosten in de bouwsector en dat er uiteenlopende oorzaken onderscheden worden in de theorie. Diverse auteurs benoemen verschillende oorzaken van faalkosten. Uit deze literatuurstudie zijn de twaalf belangrijkste oorzaken uit de literatuur samengevat:

1. Onvoldoende planning en coördinatie;
2. Onvoldoende kwaliteitscontrole;
3. Onvoldoende vakmanschap;
4. Communicatieproblemen;
5. Ontwerp gerelateerde problemen;
6. Slechte prestaties van externe partijen (onderaannemers);
7. Materieelproblemen;
8. Materiaalproblemen;
9. Grond gerelateerde problemen;
10. Motivatieproblemen;
11. Tijdsdruk;
12. Onvoorziene omstandigheden.

Op basis van deze samenvatting van de twaalf belangrijkste oorzaken zijn diverse experts geconfronteerd met twee vragen: welke van deze twaalf oorzaken van falen komt het meest voor en welke heeft de meeste impact op de projectkosten. Een top drie is samengesteld op basis van de antwoorden op deze twee vragen, en is Tabel 3.3 weergegeven:

Tabel 3.3: Top 3 oorzaken falen (Avendaño Castillo, 2011)

Oorzaken falen	**Gemiddelde rankschikking**	
	Frequentie van voorkomen	*Impact op projectkosten*
Grond gerelateerde problemen	1	1
Communicatieproblemen	2	2
Onvoorziene omstandigheden	3	4
Ontwerp gerelateerde problemen	5	3

Avendaño Castillo (2011) stelt dat er bij deze rangschikking (1=meest significant, 12=minst significant) op sommige punten een goede mate van overeenstemming is geweest tussen de verschillende experts. De resultaten van het onderzoek benadrukken nogmaals dat er een beter besef van de oorzaken en impact van geotechnisch falen moet komen onder de verschillende stakeholders.

3.3 Geotechnisch falen in de bouwsector

In deze paragraaf wordt beschreven wat in de bouwsector bedoeld wordt met geotechnisch falen en daarmee wordt ook antwoord gegeven op de onderstaande sub-onderzoeksvraag:

1.3 Op welke manier kan geotechnisch falen omschreven worden?

3.3.1 Definitie

Uit literatuuronderzoek (Tabel 3.4) blijkt dat het lastig is om een specifieke definitie van geotechniek te geven, en zijn eerder van toepassing op het algemenere '(project)falen'.

Tabel 3.4: Veelgebruikte definities 'Geotechnisch falen'

Definiëring	Bron
'Breuk of instorting van belangrijke delen of het geheel van het project, of wanneer de exploitatie van het project aanzienlijke schade of letsel veroorzaakt aan anderen.'	Sowers (1994)
'Fouten als gevolg van afwijkingen in de aanvaardbare of acceptabele uitvoering van bouwprojecten.'	Atkinson (1998)
'Realisatie van ongewenste en onverwachte compromissen in de kwaliteit van het ontworpen systeem.'	Bea (2006)
'Alles van instorting tot contractuele claims, met als gevolg dat de vooruitgang van het project in gevaar komt.'	Chapman *et al.* (2007)

Deze bevindingen geven aan hoe weinig specifiek de onderzoeken zijn voor het geotechnische aspect van falen. Het is daarom belangrijk voor dit onderzoek om een definitie te presenteren voor geotechnisch falen. Van Staveren (2010-b) geeft in zijn geotechnische incidentenanalyse bij benadering de meest doeltreffende omschrijving. Hierin omschrijft hij een geotechnisch incident als ''een optreden van een gebeurtenis met negatieve effecten voor één of meerdere stakeholders, met één of meerdere oorzaken die te maken hebben met bouw in grond, op grond of met grond.''

Om te weten wat geotechnisch falen precies is, moet men eerst weten wat geotechniek dan precies inhoudt. Diverse begrippen met min of meer overlappende betekenissen vallen onder geotechniek: geo-engineering, grondmechanica, funderingstechniek enzovoort. Daarnaast zijn er ook een aantal vakgebieden die dicht bij elkaar liggen en ook deels overlappen, te weten ingenieursgeologie, geohydrologie en geomilieukunde. Over het algemeen kan men stellen dat bij alle disciplines, een goede uitvoering van projecten in of op de grond van belang is. Van Staveren (2010-a) definieert geotechniek als ''het ontwerpen en uitvoeren van constructies in, op of met de grond.'' De definitie van geotechniek binnen de CUR (2010) sluit daar prima op aan: "de discipline van het ontwerpen en uitvoeren van geotechnische constructies in of op de grond". Constructies worden in beide publicaties omschreven als funderingen voor woningen, dijken, kantoren, parkeergarages, wegen, geboorde tunnels, enzovoort.

Op basis van de inzichten uit deze paragraaf en de gekozen definities uit de vorige paragrafen is daarom gekozen voor de volgende definitie van geotechnisch falen, die gebruikt zal worden in dit onderzoek.

Geotechnisch falen:
"Het niet doeltreffend en/of doelmatig leveren van kwaliteit bij het realiseren van een bouwproject in of op de grond, met grond-gerelateerde falen als gevolg."

Er is bewust gekozen voor een relatief korte en bondige definitie om zo de werkbaarheid van de definitie te vergroten. Hierbij moet worden aangemerkt dat een instorting van een bouwproject ná de voltooiing ook nog wel degelijk onder (geotechnisch) falen valt. Er wordt geacht dat architecten en aannemers een klantoplossing voor meerdere situaties en langere tijd aandragen. Hierdoor zou echter wel discussie kunnen ontstaan over wat nu de lengte van deze aansprakelijkheidstermijn zou moeten zijn om nog te kunnen spreken van geotechnisch falen in plaats van ouderdoms falen. Bij deze definitie wordt er vanuit gegaan dat er meestal een menselijke oorzaak achter het falen ligt, aangezien de oorzaak ligt in het niet effectief en/of efficiënt leveren van kwaliteit door een individu, organisatie of sector (Sowers, 1993; Atkinson; 1996; Bea, 2006). Zo kan een op het eerste oog puur technische oorzaak zoals het bezwijken van een bouwobject op instabiele grond in tweede instantie worden toegewezen aan onvoldoende en/of onjuiste kennis bij de technisch ontwerpers van het bouwobject (Wearne, 2008; Mitchell; 2009).

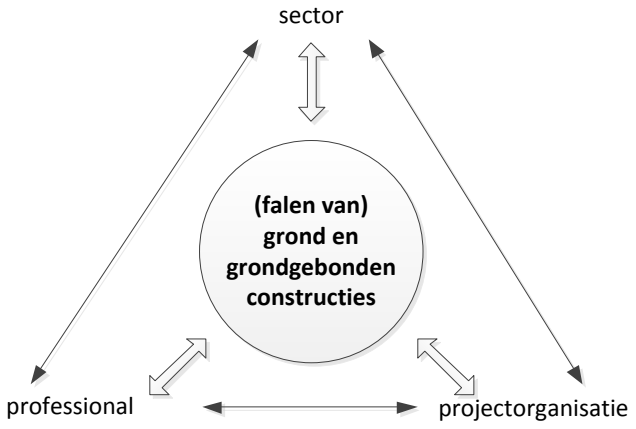
Tevens wordt er vanuit gegaan dat het optreden van dit geotechnisch falen altijd een negatief effect heeft voor één of meer stakeholders binnen het bouwproces. De door Van Staveren (2010-a) gepresenteerde definitie van een geotechnisch incident, is hiermee ook meteen geïntegreerd in de zojuist gepresenteerde definitie van geotechnisch falen. Welke oorzaken en gevolgen en mogelijke beheersmaatregelen dit geotechnisch falen heeft op bouwprojecten zal worden behandeld in de volgende paragraaf.

3.3.2 Geotechnisch falen bij bouwprojecten

In het CUR (2010) rapport *"Leren van geotechnisch falen"* worden diverse structurele oorzaken van grond en grondgebonden constructies benoemd, welke gebaseerd zijn op lessen van 40 schadegevallen in bouwputten (Van Tol, 2007) en een cross case analyse (6 case studies).

Oorzaken

Een samenvatting van de structurele oorzaken van geotechnisch falen kan worden onderverdeeld in drie niveaus zoals in Figuur 3.3 schematisch is weergegeven. De situatie is verbijzonderd naar de situatie in de bouwsector, verdeeld van de professional, projectorganisatie naar de bouwsector in zijn geheel.



Figuur 3.3: Interactie van diverse niveaus (CUR, 2010)

Micro niveau: professional en techniek

- Foute geotechnische analyses en foute ontwerpkeuzes;
- Onvolledige analyse en ontwerp;
- Onvoldoende robuust ontwerp, waardoor kleine variaties in uitgangspunten en randvoorwaarden relatief grote gevolgen hebben;
- Uitvoering afwijkend van uitgangspunten, randvoorwaarden en veronderstellingen in het ontwerp;
- Monitoring niet voorzien en/of niet benut;
- Geotechnische onzekerheden worden onvoldoende herkend en erkend.

Meso niveau: de projectorganisatie

- Onvoldoende toetsing van het ontwerp en controle tijdens de uitvoering;
- Onvoldoende aandacht voor de effecten van het bouwproject op de fysieke omgeving;
- Onvoldoende coördinatie tussen subsystemen;
- Onvoldoende assertief willen weten wat ze nog niet weten;
- Onvoldoende inzicht in kosten van falen en voordelen van het vermijden van falen;
- Onvoldoende de doelstelling communiceren om falen te reduceren.

Macro niveau: de bouwsector en de externe factoren

- Focus op lage kosten waardoor er onvoldoende aandacht is voor kwaliteit;
- Opportunisme in besluitvorming: plafondprijs, planning, beperken overlast, procedures boven geotechnisch opgave stellen.

Gevolgen

Deze oorzaken van falen kunnen uiteindelijk leiden tot schade. Maar schade kan breed worden opgevat en kan in verschillende categorieën worden onderverdeeld. De gevolgen van geotechnisch falen zijn hetzelfde als falen in de bouwsector. Daarom worden ook de volgende schadecategorieën onderscheden (CUR, 2010): directe faalkosten, omgevingsschade, gevolgschade, onveiligheid, en imagoschade. In het onderstaande tekst vak staan een aantal voorbeelden van geotechnisch falen in bouwprojecten.

- Het ontbreken van een kleilaag (te weinig grondsonderingen) resulteerde in onvoldoende draagkracht van de ondergrond. De impact was dat er een extra injectie laag diende ingebracht te worden en extra grondkeringen. De impact op het project waren extra kosten en vertraging (Van Tol, 2007).
- Tijdens werkzaamheden voor het aanbrengen van damwanden ontstonden er veel trillingen, de belendingen verzakten daardoor ontstond er veel schade. Impact op het project was vertraging en een grote kostenpost voor de omgevingsschade (Van Tol, 2007).
- Door een lekkende diepwand zakte het grondwaterpeil bij omliggende woningen. Hierdoor ontstonden aanzienlijke zettingen waardoor woningen enkele centimeters verzakten. Dit resulteerde in extra kosten voor het project voor de reparatiekosten van de lekkende diepwand, omgevingsschade en enorme vertraging voor het project (Projectbureau Noord-Zuidlijn, 2008).

Beheersmaatregelen

In het CUR (2010) rapport *"Leren van geotechnisch falen"* worden door een commissie van experts diverse maatregelen aangedragen, om schadegevallen in een project in omvang en aantal terug te dringen.

Micro niveau: professional en techniek

- Zorg voor een ontwerpteam met relevante ervaring en opleiding;
- Pas controles op het ontwerp toe, gebaseerd op eenvoudige en doorzichtige rekenmodellen;
- Voor second opinions geldt eveneens: een juist team en, behalve meer geavanceerde ook eenvoudige en doorzichtige rekenmodellen;
- Zorg voor een uitvoeringsteam met relevante werkervaring en opleiding;
- Bij wijzigingen van het ontwerp altijd terugkoppeling naar ontwerpers;
- Zorg voor goede communicatie tussen ontwerpers en uitvoerders;

- Maak gebruik van risicoanalyse in het ontwerp, draag de resultaten over aan de uitvoerders, maak gebruik van risicoanalyse voor de bouwfase;
- Maak een project specifiek monitoringsplan, gebruikmakend van de risicoanalyse met go/no go momenten en tijdige gerichte acties als de monitoringgegevens afwijken van de aannames.

Meso niveau: de projectorganisatie

- Organiseer effectieve toetsing van het ontwerp en controle tijdens de uitvoering;
- Zorg voor voldoende aandacht voor de effecten van het bouwproject op de directie fysieke omgeving, zoals belendingen;
- Draag zorg voor coördinatie van de subsystemen van het project (in ontwerpfase, in uitvoeringsfase en tussen beide);
- Neem grondhouding aan van: wat weten we, wat kunnen we te weten komen en wat is onzeker;
- Formuleer projectdoelstellingen m.b.t. geotechniek en communiceer hierover;
- Integreer geotechnisch risicomanagement in project risicomanagement.

Macro niveau: de bouwsector en de externe factoren

- Leg de focus op kwaliteit en daarbij behorende reële kosten tijd;
- Vermijd opportunistische besluitvorming en maak realistische keuzes.

Deze beheersmaatregelen zijn opgesteld vanuit het perspectief om vermijdbare geotechnische incidenten te voorkomen. Echter, er blijft altijd een factor aan onvermijdbare geotechnische incidenten waar geen beheersmaatregelen voor te treffen zijn.

3.4 Risico's bij bouwprojecten

In deze paragraaf zal antwoord gegeven worden op de onderstaande sub-onderzoeksvraag:

1.4 Op welke manier kan een (geotechnisch) risico omschreven worden?

3.4.1 Ontleding van het begrip risico

Risico is een veel gebruikt begrip in diverse branches en wordt door de aard van de diverse branches uiteenlopend toegepast. In de wetenschappelijke literatuur zijn er verschillende definities te vinden (zie Tabel 3.5).

Tabel 3.5: Veelgebruikte definities 'Risico'

Definiëring	Bron
'Een afspiegeling van variatie in de verdeling van mogelijke uitkomsten.'	March & Shapira (1987)
'De mate waarin er onzekerheid bestaat over de vraag of potentieel belangrijke en/of teleurstellende resultaten van besluiten zullen worden gerealiseerd.'	Sitkin & Pablo (1992)
'Een door de risiconemer beïnvloedbare factor binnen een dynamisch keuzeproces'	Halman (1994)
'De mogelijkheid dat gebeurtenissen, de daaruit voortvloeiende gevolgen en dynamische interacties anders uitpakken dan verwacht.'	Miller & Lessard (2001)
'Willekeur met bekende waarschijnlijkheden.'	Knight (2002)

Het vinden van een uniforme empirische definitie van risico is echter lastig (March & Shapira, 1987). Jaafari (2001) definieert risico als de blootstelling van winst/verlies, of de kans van optreden van

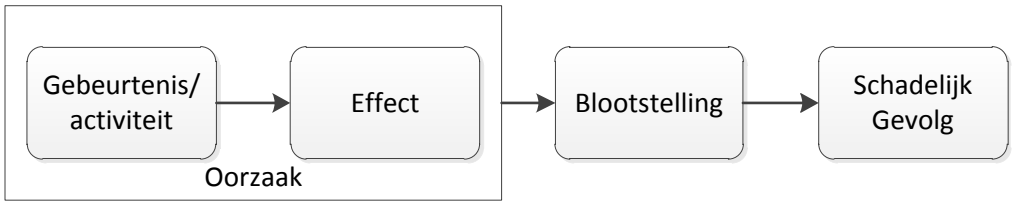
winst/verlies vermenigvuldigt met de respectievelijke impact. Flanagan en Norman (1993) definiëren risico als het geheel van mogelijkheid van optreden, oorzaak, gebeurtenis en effect ervan. Een risico definiëren als “kans maal gevolg” geeft eigenlijk geen reële voorstelling van de rangorde in risico’s (Williams, 1996). Het vergelijken van risico’s is met deze methode erg makkelijk, maar niet realistisch. Dit zou namelijk kunnen betekenen dat een risico met een kleine kans en groot gevolg (bijv. overstroming), gelijk wordt gesteld met een risico met een grote kans en klein gevolg (bijv. regenbui).

Zoals eerder beschreven zijn er veel verschillende definities van risico, maar is er geen algemeen geaccepteerde definitie voor risico (Vlek, 1990; Asselt, 2000; Aven en Kristensen, 2005; Atkinson et al., 2006, en Chapman, 2006). Om toch enige eenduidigheid te creëren heeft het Nederlandse Normalisatie Instituut (NEN) een NEN norm uitgebracht waarin een uitgebreide definitie is beschreven voor het begrip risico. Op basis van voorgenoemde uiteenlopende definities wordt in dit onderzoek de volgende definitie van gehanteerd wanneer risico wordt benoemd:

Risico:
“Effect van onzekerheid op het behalen van doelstellingen. (NEN-ISO 31000, 2009)”

Ad 1: effect is een afwijking ten opzichte van de verwachting-positief en/of negatief.
Ad 2: doelstellingen variëren op diverse aspecten (financieel, planning etc.) en kunnen op verschillende niveaus actief zijn (strategisch, tactisch, operationeel).
Ad 3: een risico wordt vaak als verwijzing gezien naar mogelijke gebeurtenissen en gevolgen of een combinatie daarvan.
Ad 4: een risico wordt vaak uitgedrukt als een combinatie van de gevolgen van een gebeurtenis en de bijbehorende waarschijnlijkheid dat de gebeurtenis zich voordoet.
Ad 5: onzekerheid is het geheel of gedeeltelijk ontbreken van informatie over, inzicht in of kennis van een gebeurtenis, de gevolgen daarvan of de waarschijnlijk dat deze zich voordoet.

Diverse auteurs (Kliem en Ludin, 1997; MacCrimmon en Wherung, 1986, en Well-Stam et al., 2003) trachten het begrip risico te ontrafelen in verschillende componenten. Voorbeelden zijn kans van optreden, beïnvloedbaarheid, impact bij optreden etc. Deze auteurs hebben allemaal gemeen dat de definities en de ontrafelde componenten allen uit twee basis componenten bestaan; een *waarde- en een waarschijnlijkheidscomponent* (Gehner, 2003). Aanvullend daarop concludeert Halman (2008) dat een risico kan worden voorgesteld als een procesketen waarbij oorzaak, blootstelling en schadelijk gevolg onlosmakelijk verbonden zijn met elkaar. Dit is ook weergegeven in Figuur 3.4.



Figuur 3.4: Risico als keten van oorzaak, blootstelling en schadelijk gevolg (Halman, 1994).

Risico wordt veelal gekenmerkt door *onzekerheid,* uitgedrukt in de vorm van kans of de mate van waarschijnlijkheid. Waarbij onzekerheid betrekking kan hebben op de gehele risicoketen. (Halman, 2008).

Positieve of negatieve gevolgen

Kijkend vanuit een managementperspectief naar het begrip risico, worden gebeurtenissen met een *positieve* impact gezien als *mogelijkheden* en gebeurtenissen met een *negatieve* impact als *risico's* (MacCrimmon en Wehrung, 1986; March en Saphira, 1987; Atkintoye en MacLeod, 1997).

Risico's hoeven dus niet altijd negatief te zijn, zoals in de risicoketen (Figuur 3.4) van Halman (1994) wél is beschreven. Al-Jibouri (2002) onderstreept dit in zijn definitie van risico: een risico is de kans dat een onzekere gebeurtenis, waarvan het gevolg negatief is, optreedt en een kans is de naam van het begrip als het gevolg positief is. Uit de literatuur blijkt dat er verschillend over wordt gedacht, of risico zowel positieve als negatieve gevolgen van een gebeurtenis weergeeft. Sitkin & Pablo (1992) geven ook aan dat beide mogelijk zijn als we het hebben over risico. Andere auteurs sluiten positieve gevolgen uit. Managers behandelen onzekerheden over positieve uitkomsten niet als een belangrijk aspect van risico (March en Shapira, 1987) en 'risico' wordt geassocieerd met negatieve uitkomsten (MacCrimmon en Wehrung, 1986). Ook in de definitie van risico van Well-Stam et al. (2003), gaat het expliciet om negatieve gevolgen. In dit geval is onzekerheid, net zoals in de risicoketen (Figuur 3.4) het overkoepelend begrip en kan het gevolg een risico zijn. Van Staveren (2006) benoemt onzekerheid ook in zijn boek "*Uncertainty and Ground Conditions*", waarin wordt gerefereerd aan onzekerheid bij grond gerelateerde kwesties.

Kijkend vanuit een ander perspectief naar risico's kan worden gesteld dat er twee soorten risico's zijn; speculatieve risico's en statische (ook wel zuivere) risico's (Claes, 2007). Er is sprake van een speculatief risico wanneer er kansen zijn op zowel winst als verlies. Bij een statisch (of zuivere) risico is er uitsluitend sprake van verlies. Speculatieve en statische (zuivere) risico's gaan heel vaak samen. Het grote verschil tussen de twee categorieën is dat speculatieve risico's bewust worden opgeroepen en statische risico's niet. In het kader van dit onderzoek kan worden gesteld dat zich alleen statische risico's zich voordoen, die dus uitsluitend een negatieve impact hebben. Daarom wordt in dit onderzoek uitgegaan van negatieve gevolgen als men het heeft over risico's, omdat dit begrip het meest wordt ondersteund door de wetenschappelijke theorie en in de praktijk.

Categoriseren van risico's

Zoals eerder geconstateerd, worden er veel verschillende definities van risico gebruikt in de praktijk en in de literatuur. Deze verschillen worden veroorzaakt door het beoogde gebruik. Een soort gebruik vraagt om bijpassende eigenschappen van risico's. De beïnvloedbaarheid door de 'beslisser' (zoals onder andere ook genoemd door MacCrimmon en Wherung (1986)) blijkt dus van belang. Specifieke situaties geven risico´s specifieke eigenschappen, waarvan 'beïnvloedbaarheid' er één is. De verschillen in eigenschappen zijn (Halman, 1994):

1. de mogelijkheid van beoordeling (objectief vs. subjectief);
2. de beïnvloedbaarheid van de activiteit of situatie in de tijd;
3. de frequentie van het vóórkomen van het risico.

Volgens Halman (1994) kunnen de verschillende risicodefinities ingedeeld worden naar de manier waarop men grip probeert te krijgen op de risicoketen. Dit zijn de "gok" gerichte risicodefinities en de blootstellingsgerichte risicodefinities ("beheersvisie").

Bij de "gok" gerichte definitie gaat men er vanuit dat aan de hand van een analyse, een schatting en evaluatie een zo goed mogelijk "gok" (wel of niet nemen van een risico) bepaald wordt. Is de "gok" eenmaal genomen, dan kan men slechts afwachten. In een later stadium zal blijken of de juiste keuze

is gemaakt. Te denken valt aan het aankopen van aandelen. De “gok” staat voor een statisch keuzeprobleem waarbij het risico wordt opgevat als een door de deelnemer niet beïnvloedbare externe factor. In de blootstellingsgerichte risicodefinities is er sprake van een “beheersvisie”. Hierbij wordt risico opgevat als de mate waarin via een proces van voorkomen, tijdig herkennen en adequaat interveniëren het risico beïnvloed kan worden. De beheersvisie wordt gezien als een dynamisch keuzeproces waarbij het risico wordt opgevat als een door de risiconemer beïnvloedbare factor. De frequentie van optreden van een risico speelt ook een rol. Als een statisch risico en het dynamische risico samen met frequent en niet-frequent optreden van een risico in een matrix wordt gezet, ontstaan vier verschillende risicodefinities, zie tabel 3.6.

Tabel 3.6: Risico categorisering (Halman, 1994).

	Frequent optreden	***Niet frequent optreden***
Statisch risico keuze probleem	Objectief meetbaar: voorbeeld: aantal verletdagen in de begroting van een aannemer.	Objectief beoordeelbaar: voorbeeld: aankoop aandeel.
Dynamisch risico keuze proces	Objectief meetbaar: voorbeeld: kwaliteitsprocedures in procesindustrie.	Subjectief beoordeelbaar: voorbeeld: projectbeheersing.

3.4.2 Risico’s bij bouwprojecten

Dit onderzoek richt zich op de GWW-sector van de Nederlandse bouwsector. In het onderzoek staan risico’s in bouwprojecten dan ook centraal. Projecten zijn namelijk per definitie unieke activiteiten (Kor & Wijnen, 2005), en anderzijds dynamisch (Halman, 1994). Op basis van deze twee conclusies kan men een projectrisico indelen in een van de vier kwadranten uit tabel 3.6. Een projectrisico is dus een niet frequent voorkomend en dynamisch beïnvloedbaar risico, welke subjectief beoordeelbaar is. Een verdere uiteenzetting van het begrip projectrisico volgt in deze paragraaf.

De menselijke oorzaken achter dit soort risico’s wordt steeds sterker benadrukt (Atkinson, 1998; Bea, 2006; Sowers, 1991; Wearne; 2008; Whitman, 2000). Waar ongelukken en schade incidenten in eerste instantie vaak een technische oorzaak lijken te hebben, blijkt er vrijwel altijd een menselijke fout achter schuil te gaan (Freudenberg, 1988).

De definitie van risico volgens NEN-ISO 31000 (2009) is “het effect van onzekerheid op het behalen van doelstellingen”. Deze definitie geeft weer dat risico een negatieve impact heeft op het behalen van projectdoelstellingen. Zoals eerder benadrukt bij het begrip risico, speelt de beïnvloedbaarheid een belangrijke rol bij de beschrijving van het begrip projectrisico. Het gaat hier om de beïnvloedbaarheid van een activiteit of situatie binnen een project waaruit een risico kan ontstaan en om de beïnvloedbaarheid van het gevolg van optreden van het risico. Hoe meer beïnvloedbaar, hoe lager het risico. Hoe minder beïnvloedbaar, hoe groter het risico. Een risico wordt dan ook opgevat als een door de risiconemer beïnvloedbare factor binnen een dynamisch keuzeproces (Halman, 1994). Dit leidt tot een risicoketen voor projectsituaties, zie Figuur 3.5.



Figuur 3.5: Risicoketen voor projectsituaties (Van der Heijden, 2006)

Nu de componenten van projectrisico zijn vastgesteld en een afbakening is gegeven van het begrip, kan een definitie voor projectrisico's worden gegeven:

Projectrisico:
"Een projectrisico is de mogelijkheid van ongewenste afwijkingen ten opzichte de projectdoelen, als gevolg van onzekerheid binnen een project en verminderde beïnvloedbaarheid van activiteiten of situaties in een project" (Halman, 2008).

3.5 Geotechnisch risico

Terwijl de vorige paragraaf een kader weergeeft ten aanzien van risico's, brengt deze paragraaf de kennis op het gebied van geotechnisch falen en risico's samen. Deze samenloop van kennis gaat daarom over geotechnische risico's en creëert een breder inzicht over het begrip geotechnisch falen.

3.5.1 Definitie

Voor dit onderzoek is het belangrijk een definitie te bepalen voor geotechnisch risico, aangezien het Geo-Impuls programma zich voornamelijk focust op geotechnisch falen en –risico. De huidige definities van geotechnische risico's (Tabel 3.7) blijken nog (te) weinig concreet voor geotechniek.

Tabel 3.7: Veelgebruikte definities 'Geotechnisch risico'

Definiëring	Bron
'Onvoorziene geologische condities.'	Hoek en Palmeiri (1998)
'De prijs voor het oplossen van geotechnische problemen waarvoor geen hedendaagse passende technologie bestaat.'	Sowers (1994)
'De kans dat een geotechnisch gerelateerd verlies optreedt.'	Whitman (2000)
'Het risico dat zich voordoet op een constructie door de grond of grondwater door condities op de bouwlocatie'.	Clayton (2001)
'De kans op gevaar of commerciële schade.'	Trenter (2003)
'Een onzekere gebeurtenis of een reeks van omstandigheden die, mocht dat gebeuren, een effect zou kunnen hebben op de verwezenlijking van de doelstellingen van het project.'	Trenter (2003)
'De kans op een ongewenste gebeurtenis met een bepaalde meetbare economische schade.'	Trenter (2003)
'Het potentieel schadelijke product van de kans van optreden en de gevolgen van een geotechnisch incident.'	Chapman *et al.* (2007)

Waar het bij risico vooral gaat om bekende waarschijnlijkheden, gaat het bij onzekerheid vooral om onbekende waarschijnlijkheden, uitgedrukt in de vorm van kans of de mate van waarschijnlijkheid. In combinatie met menselijke onwetendheid en vaagheid van processen vormt dit een problematiek van incomplete kennis. Voor geotechnische risico's geldt hetzelfde. De betrouwbaarheid van bovengrondse constructies (beton, staal) kan met 85-95% zekerheid worden benaderd. Voor ondergrondse constructies (grond) is dit slechts 50% (Wentink, zoals geciteerd in Van Staveren, 2006). Deze lage mate van zekerheid, ofwel hoge mate van onzekerheid, is kenmerkend voor de geotechniek en zorgt er voor dat het moeilijker en duurder is om op dit gebied aan de klantverwachtingen te voldoen. Incomplete kennis wordt dus vaak veroorzaakt door gebrekkige- of onbetrouwbare informatie. De vier onderdelen van incomplete kennis zijn voor geotechniek als volgt te omschrijven (Van Staveren, 2010-a):

- Randomness: te vertalen als willekeur of het ontbreken van patronen in geotechnische informatie; ondanks beschikbare geologische kennis lijkt op veel projectlocaties de ondergrond met een forste mate van willekeur (random) opgebouwd.
- Fuzziness: ontbreken van eenduidigheid van geotechnische informatie; in de praktijk worden nogal vaak verschillende interpretaties gegeven aan grondeigenschappen. Er dient dus beter, op een eenduidig vastgelegde werkwijze (bijv. met getallen) gecommuniceerd te worden. Er zijn teveel verschillende methodieken, wat resulteert in verschillende interpretaties.
- Incompleetheid: te weinig geotechnische informatie; is een algemeen probleem voor geotechnici. Grondonderzoek geeft inzicht in een fractie van het volume ondergrond, en geeft niet altijd een betrouwbaar beeld.
- Onjuistheid: feitelijk foute geotechnische informatie. De bouwsector is mensenwerk, mensen maken fouten, zover staat vast. Kwaliteitssystemen zouden deze bron van fouten fors kunnen reduceren.

Deze vier componenten veroorzaken geotechnische risico's, met mogelijk geotechnisch falen als gevolg. Dit geotechnisch risico heeft dus ergens *impact* op. Geotechniek in de bouwsector speelt zich voornamelijk af in projecten. Evenals bij de definitie van projectrisico wordt gebruik gemaakt van de definitie volgens NEN-ISO 31000 (2009): "risico is het effect van onzekerheid op het behalen van doelstellingen". Deze definitie geeft weer *waarop* een risico een negatieve impact heeft, namelijk op het behalen van projectdoelstellingen.

Zoals eerder benadrukt bij het begrip risico, speelt de beïnvloedbaarheid een belangrijke rol bij de beschrijving van het begrip projectrisico. Het gaat hier om de beïnvloedbaarheid van een activiteit of situatie binnen een project waaruit een risico kan ontstaan en om de beïnvloedbaarheid van het gevolg van optreden van het risico. Hoe meer beïnvloedbaar, hoe lager het risico. Hoe minder beïnvloedbaar, hoe groter het risico. Nu de componenten van geotechniek en risico zijn vastgesteld en een afbakening is gegeven van het begrip, kan een definitie voor geotechnisch risico worden gegeven. In lijn met de definiëring van het begrip risico is er voor gekozen om slechts een klein nuanceverschil te hanteren tussen een risico en een geotechnisch risico. De ondergrond is en blijft hierbij de belangrijkste factor van verschil:

Geotechnisch risico:
"Een ongewenste gebeurtenis, met minimaal één geotechnische oorzaak, een kans van optreden en minimaal één effect op de doelstellingen van een bouw- of infrastructuur project (Van Staveren, 2010-a)."

3.6 Perceptie van risico's

In deze paragraaf wordt het begrip *perceptie* beschreven. Perceptie is geen eenduidig begrip. In dit onderzoek gaat het om de percepties van risico's ten aanzien van geotechnisch falen. Allereerst wordt een definitie gegeven van perceptie en risicoperceptie. Hoe kan omschreven worden wat er nu wordt bedoeld met risicoperceptie en welke diverse factoren spelen een rol? Vervolgens worden de drie meest gangbare modellen vanuit de wetenschap uitgewerkt met betrekking tot percepties. Met deze gangbare modellen kan risicoperceptie in algemene zin worden omschreven. Op basis van deze modellen zijn er een aantal determinanten geselecteerd die moeten verklaren waarom er diversiteit in percepties bestaan voor dit onderzoek.

3.6.1 Definitie van het begrip risicoperceptie

Deze paragraaf zal antwoord gegeven op sub-onderzoeksvraag:

1.5 Op welke manier kan de perceptie van risico's omschreven worden?

Perceptie betekent waarnemen en daaraan (bewust of onbewust) een betekenis geven. De definitie van risicoperceptie is het geheel van meningen, oordelen, affect en houding van mensen ten opzichte van risicovolle activiteiten en technologieën (Pidgeon, Hood, Jones, Turner en Gibson, 1992). Tientallen demografische, psychologische, sociale, culturele en situatie specifieke factoren bepalen hoe mensen over risico's denken, wat ze er van vinden en hoe ze er op reageren. Risicoperceptie is een uiterst complex proces. Slovic (1987) ontwikkelde een risicoanalysemodel met als doel: op een objectieve wijze inzicht verkrijgen in de mate van risico die nieuwe risicobronnen en technologieën met zich meebrengen. Van elke afzonderlijke bedreiging werd de kans van optreden ervan bepaald en wordt vervolgens beoordeeld wat de schade is die zou kunnen optreden als deze bedreiging zich daadwerkelijk voordoet. Maar alleen de kans en de ernst van de dreiging zijn niet de enige componenten die de meeste mensen gebruiken in het beoordelen van risico's. Er blijkt een significant verschil te bestaan tussen de berekende *objectieve* risico's en de *subjectieve* beleving van die risico's (Fischhoff, 1989). Mensen construeren hun eigen werkelijkheid en beoordelen risico's aan de hand van eigen percepties (Gutteling & Kuttschreuter, 2002). Deze manier van intuïtieve risicobeeldvorming is gebaseerd op de wijze waarop risico wordt gecommuniceerd, de psychologische mechanismen die ingeven hoe met onzekerheid om te gaan en eerdere opgedane ervaringen met gevaar (Jaeger et al. 2002). Een dergelijk fenomeen is ook te herkennen in projectsituaties. Bij de identificatie, besluitvorming en managen van projectrisico's speelt de individuele risicoperceptie van de leden van een projectteam en de wijze waarop deze leden elkaar al dan niet beïnvloeden een grote rol (Sitkin en Pablo, 1992). Concluderend kan men zeggen dat er niet één enkele manier is om risicoperceptie te omschrijven, maar dat het volledig afhankelijk is van de situatie.

3.6.2 Toonaangevende modellen

Naast het belang van het definiëren van risicoperceptie is het belangrijk om te weten hoe men risicoperceptie kan omschrijven. Met het beantwoorden van sub-onderzoeksvraag 1.6 wordt inzichtelijk gemaakt hoe men risicoperceptie kan modelleren en op welke manier ze dan verschillen van elkaar.

1.6 Welke onderliggende factoren kunnen ten grondslag liggen aan diversiteit in risicopercepties?

Drie modellen zijn toonaangevend in de bepaling van risicoperceptie; het psychometrisch paradigma (Slovic, 1987), de culturele theorie (Douglas en Wildavsky, 1982) en het sociale amplificatie model

(Kasperson et al., 1988). Deze modellen proberen risicoperceptie te verklaren als de resultante van een aantal demografische, psychologische, sociale, culturele of situationele factoren (Woudenberg, 2003).

Het *psychometrisch paradigma* model veronderstelt dat verschillende culturele, sociale en psychologische factoren een rol spelen in de bepaling van de risicoperceptie (Slovic, 1987). Een factoranalyse toegepast op verzamelde data in Europa resulteerde in een aantal componenten voor het bepalen van een risico (Renn en Rohrmann, 2000). Enkele voorbeelden zijn bekendheid met de risicobron, vrijwillige risico acceptatie; mogelijkheid van zelfcontrole en nog tal van factoren. Het tweede model is de *culturele theorie*, bekend geworden door het boek van Douglas en Wildavsky (1982). De culturele theorie stelt dat de oordelen van mensen over risico's samenhangen met hun culturele, door groepen gedeelde attitudes en opvattingen. Deze attitudes en opvattingen zijn aangeboren en niet te verklaren door psychologische factoren. Het *sociale amplificatie* model (Kasperson et al., 1988) kenmerkt zich doordat er naast een directe relatie tussen risicoperceptie enerzijds, en psychologische, sociale, institutionele en culturele factoren anderzijds, er ook aandacht is voor de indirecte relaties zoals bijvoorbeeld de media. Deze kunnen de beleving van en reacties op risico's versterken of juist afzwakken die tot een bepaald gedrag leiden. De bovenstaande drie theorieën kennen diverse raakvlakken. De verschillende factoren, die een rol spelen bij het omschrijven van risicoperceptie volgens deze modellen, zijn in Tabel 3.8 opgesomd.

Tabel 3.8: een samenvatting van de drie toonaangevende risicoperceptie theorieën

Psychometrisch paradigma	**Culturele theorie**	**Sociale amplificatie**
Gericht op individu (micro)	*Gericht op projectniveau (meso)*	*Gericht op projectorganisatie (macro)*
Culturele factoren	Culturele factoren	Culturele factoren
Sociale factoren		Sociale factoren
Psychologische factoren		Psychologische factoren
		Institutionele factoren

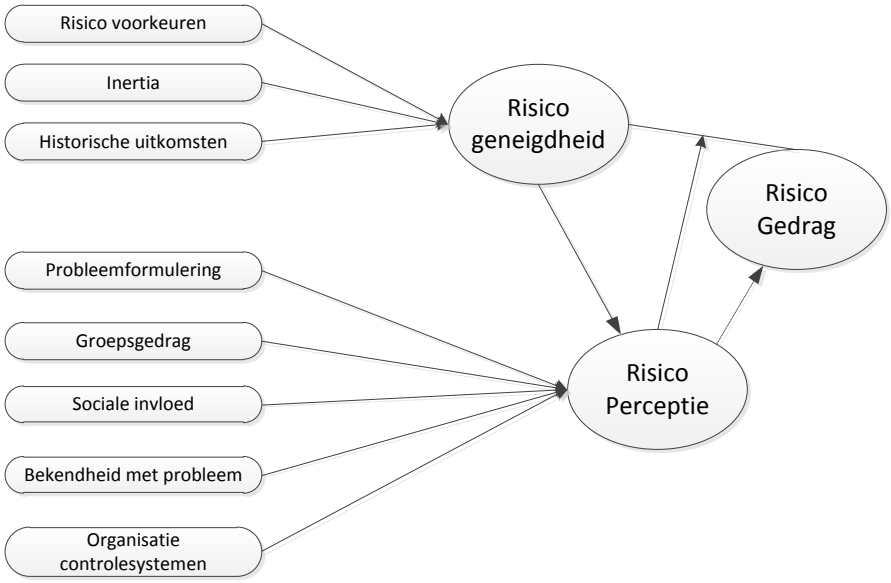
Sitkin en Pablo (1992) concluderen dat als er in de toekomst onderzoek wordt gedaan in welke mate risicogedrag wordt beïnvloed door objectieve of gepercipieerde situatie specifieke karakteristieken, dat ze op zijn minst de effecten van risicogeneigdheid mee moeten nemen in het onderzoek. Bovenstaande theorieën doen dat niet. Ook blijkt uit dit onderzoek dat diverse auteurs verschillende bijdragen hebben geleverd aan het beschrijven risicoperceptie. De bevindingen van onder andere Kahneman en Tversky (1979) waren correct, echter de context waarbinnen het onderzoek plaatsvond is niet altijd even volledig. Daarom worden in de volgende paragraaf, volgens het recente onderzoek van Sitkin en Pablo (1992) diverse determinanten van risicoperceptie en risicogedrag beschreven.

3.6.3 Determinanten van risicoperceptie voor geotechnisch falen

In de vorige paragraaf zijn de meest gangbare modellen voor het bepalen van risicoperceptie beschreven. Afgeleid van deze gangbare modellen en het onderzoek van Sitkin en Pablo (1992) worden in deze paragraaf een aantal determinanten (lees ook: factoren) beschreven. Met deze determinanten kan de diversiteit in percepties van geotechnisch falen worden beschreven. Op deze manier wordt een aansluiting gemaakt met het onderwerp van dit onderzoek. De inzichten vanuit de literatuur die geschikt zijn, worden afgesloten met een stelling die gebruikt wordt in de enquête. Determinanten waarvoor geen stellingen zijn opgesteld worden wel meegenomen in dit theoretisch kader, omdat ze onderdeel zijn van het volledige model van Sitkin en Pablo (1992). In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op de volgende sub-onderzoeksvraag:

1.7 Op welke manier kan de perceptie van (geotechnisch) falen omschreven worden?

Sitkin en Pablo (1992) hebben op basis van bestaande theorieën (o.a. Janis, 1972; Douglas en Wildavsky, 1982; Hofstede, 1980; Slovic, 1987; Kahneman en Tversky, 1979) een model ontwikkelt. Dit model integreert een grote variatie aan literatuur op het gebied van risicovolle besluitvormingsprocessen. Een aantal van deze theorieën zijn hiervoor ook beschreven, echter in dit nieuwe model zijn alleen directe variabelen die invloed hebben op risicogedrag in een organisatorische context. Zij beschrijven twee centrale invloeden, risicoperceptie en risicogeneigdheid, die door middel van individuele, situationele en organisatorische factoren die invloed hebben op het risicogedrag (Pablo et. al, 1996). Figuur 3.6 geeft het door Sitkin en Pablo (1992) ontwikkelde model weer, waar deze factoren en relaties voor het bepalen van de risicoattitude zijn beschreven. Sitkin en Pablo (1992) hebben de veronderstelde onderlinge relaties en interacties niet onderzocht, en deze worden dus ook niet in dit onderzoek meegenomen.



Figuur 3.6: Determinanten van risicogedrag (Sitkin en Pablo, 1992).

Risicogeneigdheid

Met risicogeneigdheid wordt de algemene individuele neiging bedoeld om risico's te nemen dan wel te vermijden, en dit beïnvloed hoe de besluitvormer risico's evalueert en beslist welke risico's acceptabel zijn (Sitkin en Pablo, 1992). Niet elke partij wenst dezelfde risico's te lopen. Beslissingnemers met risicozoekend gedrag (geneigdheid) zullen een lagere perceptie hebben van risico's dan beslissingnemers met risicomijdend gedrag. Dus de risicosympathie beïnvloedt de perceptie van risico's. Het risicogedrag van beslissingnemers zal gelijk zijn aan hun genegenheid voor risico's. Het gedrag van een beslissingnemer komt sterk overeen met zijn sympathie voor risico's die hij of zij heeft. Hoe hoger het niveau van risicoperceptie, hoe sterker de overeenkomst tussen risicosympathie en risicogedrag, behalve voor risicozoekende beslissingnemers heeft het effect een limiet bij hun sympathie (Sitkin en Pablo, 1992).

<u>Risicovoorkeuren</u>

Persoonlijke ervaringen of denkwijzen ten aanzien van risico's resulteren in herkenbare voorkeuren op welke manier beslissingsnemers risico's beoordelen en reageren op risico's (Slovic, 1972; Douglas en Wildavsky, 1982). Individuen hebben dus de neiging om te doen waar hun voorkeur naar uit gaat,

ze worden echter meestal gedwongen te handelen naar de organisatorische situatie waarin ze verkeren. De volgende stelling kan worden meegenomen voor de enquête: *"Op basis van mijn persoonlijke voorkeuren en denkwijzen beoordeel ik geotechnisch risico's als belangrijk".*

Inertie

Evenals organisaties ontwikkelen individuen een routinematige manier in het omgaan met risico's, waarmee men zich zelf voorbestemt te reageren op een voorspelbare manier (Douglas en Wildavsky, 1982). Een individu zijn oriëntatie op het beheersen van risico's in een specifieke context, neigt hetzelfde te blijven en in een bepaald patroon (Kogan en Wallach, 1964; Rowe, 1977; Slovic, 1972). Hiermee wordt bedoeld dat indien men vroeger risicomijdend was, de persoon dit ook later neigt te doen, en uiteraard andersom. De volgende stelling kan worden meegenomen voor de enquête: *"Een geotechnisch incident in mijn laatste project heeft geleid tot passende beheersmaatregelen in een volgend project".*

Historische uitkomsten

Sitkin en Pablo (1992) proberen een relatie te leggen tussen risicovolle beslissingen die in het verleden zijn genomen en beslissingen waar risico's aan verbonden zijn, die nog genomen moeten worden. Het blijkt dat de beslissingsnemer niet zozeer wordt beïnvloed door hoe vaak er een verkeerde beslissing is genomen, maar wel door het effect van de foute beslissing, dit beïnvloedt het risicomijdende gedrag (Sitkin en Pablo, 1992). De volgende stellingen kunnen worden meegenomen voor de enquête:

- *"In mijn laatste project heb ik specifiek gestuurd op geotechnische risico's"*
- *"In mijn laatste project zijn nogal wat onjuiste inschattingen en keuzes gemaakt ten aanzien van geotechnische risico's".*

Risicoperceptie

Zoals eerder is omschreven wordt met risicoperceptie bedoeld: het geheel van meningen, oordelen, affect en houding van mensen ten opzichte van risicovolle activiteiten en technologieën (Pidgeon, Hood, Jones, Turner en Gibson, 1992). De risicosympathie van een beslissingnemer is van invloed op de risicoperceptie van die persoon. Risicomijdende beslissingnemers zullen zwaarder tillen aan risico's, en deze dus anders interpreteren, dan risicozoekende beslissingnemers. Daarnaast kunnen vijf gebieden onderscheiden worden waardoor de inschatting van risico's door de beslissingnemers wordt beïnvloed. De volgende vijf onderdelen zoals afgebeeld in Figuur 3.6 zijn van invloed (Sitkin en Pablo, 1992) op risicoperceptie.

Probleemformulering

Risico's worden pas berekend nadat iemand de activiteit of technologie die het risico veroorzaakt als riskant heeft aangemerkt (Woudenberg, 2003). Voor dit onderzoek is het dus relevant om allereerst te achterhalen of professionals in de bouwsector de activiteiten en/of technologieën gerelateerd aan geotechniek wel aanmerken als risicovol. Onder risicovol wordt verstaan: hebben de activiteiten en of/technologieën een negatief effect op het behalen van doelstellingen.

In 1979 ontwikkelden Kahneman en Tversky de *prospect theorie,* die in 2002 is bekroond met een Nobelprijs. Uit het onderzoek blijkt dat individuen bij het inschatten van een risico sterk beïnvloed worden door de wijze waarop dit risico is omschreven, dit wordt ook wel *risk framing* genoemd. Kahneman en Tversky (1986) toonden in hun onderzoek naar de prospect theorie aan dat mensen kleine kansen veel te hoog inschatten (bijvoorbeeld loterijen), en relatief grote risico's (roken)

worden onderschat. Ook blijkt dat individuen die in een positieve omstandigheid verkeren meer risicomijdend zijn, omdat ze het idee hebben dat ze meer te verliezen hebben. Individuen die in een negatieve situatie zitten hebben het idee dat ze niks te verliezen hebben en vertonen daarom risicozoekend gedrag. Hieruit wordt door Sitkin en Pablo (1992) geconcludeerd dat positief geformuleerde probleemstellingen vaker als risicovol beoordeeld worden dan dezelfde stelling, maar dan negatief verwoord. Tevens hebben Sitkin en Pablo (1992) een tegenstelling hierin gevonden, want door stellingen positief te verwoorden, zo blijkt uit andere onderzoeken van o.a. Mach en Shapira (1987), wordt de aandacht van het risico afgeleid wat tot gevolg kan hebben dat er meer aandacht is voor kansen dan voor de risico's.

Daarnaast toonde het onderzoek van Kahneman en Tversky (1986) aan dat individuen de kans op een specifiek geval overschatten. Ook is aangetoond dat men geneigd is om minder risico's te nemen naarmate het te verliezen bedrag of de potentiële schade groter is. Het is volgens deze onderzoekers dan ook correcter om te spreken in termen van *verliesmijdend* gedrag i.p.v. risicomijdend gedrag. Dit kan tot gevolg hebben dat risicozoekende gedragingen ontstaan. Bij het negatief formuleren van de probleemdefinitie wordt risicomijdend gedrag waargenomen in de vorm van starheid in respons of hyperwaakzaamheid (Kahneman en Tversky, 1979; March en Shapira, 1987; Sitkin en Pablo, 1992).

Groepsgedrag

De bouwsector wordt voornamelijk gekenmerkt door projecten en besluitvorming vindt dan meestal plaats binnen projectgroepen. Echter, het is belangrijk om in te zien dat besluitvorming over risico's kwalitatief worden beïnvloed door de groepsprocessen in een projectteam. Bazerman (1994) heeft uitgebreid onderzoek gedaan naar besluitvormingsprocessen in groepsverband. Groepen vertonen een afwijkend gedrag met betrekking tot het nemen van risico's dan men op basis van afzonderlijke groepsleden zou verwachten. In sommige gevallen leidt dit tot een grotere neiging om risico's te nemen en in andere gevallen is er sprake van een meer behoudende neiging.

Een ander fenomeen in projectteams is het concept van "groupthink", wat is ontdekt door Janis (1972). Groepsdenken ontstaat wanneer groepen zeer samenhangend en bindend zijn (vaak en/of langdurig samenwerken) en wanneer de leden onder grote druk staan om een beslissing te maken. Enkele negatieve gevolgen kunnen zijn (Borchers, 1999): nauwelijks alternatieven, niet kritisch tegenover projectgroep leden, geen gebruik maken van externe hulpmiddelen, selectief zijn in het zoeken naar informatie en geen plannen voor onvoorziene omstandigheden. Dergelijke gevolgen ontstaan doordat er een groeiende sociale druk binnenin een projectteam heerst, en er vooral de neiging is om conflicten te voorkomen. Juist omdat leden conflicten willen voorkomen worden er geen andere alternatieven aangedragen, is er geen kritische houding in het projectteam en overheerst vooral het gevoel dat er overeenstemming bereikt dient te worden. Daarnaast kent elk individu veelal een ander (vaak) conflicterend belang en dit bemoeilijkt het besluitvormingsproces. De volgende stellingen kunnen worden meegenomen voor de enquête:

- *"Mijn kritische houding ten aanzien van geotechnische risico's wordt door de projectgroep als positief ervaren".*
- *"Om conflicten te vermijden blijven in groepsverband geotechnische risico's onbesproken.*
- *"In groepsverband wordt er kritisch gekeken naar geotechnische risico's".*

Sociale invloed

Individuen halen over het algemeen hun informatie bij mensen uit hun omgeving, daarom kan gesproken worden over een sociale invloed. De cultuur binnen de organisatie wordt veelal bepaald

door het management en heeft zijn invloed op het personeel. Beslissingnemers in organisaties met meer een gematigde risicocultuur zullen risico's minder snel opmerken, maar wel meer accuraat reageren ten opzicht van beslissingnemers in organisaties met een extremere risicocultuur. De perceptie van een beslissingnemer met betrekking tot risico zal consistent zijn met het risicorolmodel van de leiders (Sitkin en Pablo, 1992; McNamara en Bromiley, 1999). Het sociale amplificatie model (Kasperson et al., 1988) kent ook een centraal thema waarbij de meeste mensen informatie over risico's uit de tweede hand krijgen. Verschillende kanalen filteren en transformeren de informatie voordat het bij mensen terechtkomt. De media en belangengroeperingen zijn belangrijke kanalen. Zij kunnen signalen (en daarmee de angsten onder het publiek) versterken of afzwakken. De volgende stellingen kunnen worden meegenomen voor de enquête:

- *"Binnen onze organisatie zijn we ons te weinig bewust van de geotechnische risico's".*
- *"In onze organisatie wordt ten aanzien van geotechniek een risico gestuurde werkwijze toegepast".*

<u>Bekendheid met het probleemgebied</u>
Beslissingnemers met een gemiddelde kennis van het onderwerp waar een beslissing over genomen moet worden, hebben een beter inschattingsvermogen ten aanzien van de kansen en hebben meer vertrouwen daarin dan beslissingnemers met een hoge of lage kennis van het onderwerp. Echter beslissingnemers met een gemiddeld tot hoog kennisniveau van het onderwerp hebben een meer stabiel niveau van risicoperceptie (Sitkin en Pablo, 1992).

Ten aanzien van informatiebehoefte formuleerde Atkin de zogenoemde 'information seeking theory' (Atkin, 1973). Een toename van de onzekerheid over de buitenwereld correspondeert met een toename van de behoefte om informatie te zoeken. Het verkrijgen van informatie leidt op die manier tot de reductie van o.a. onzekerheid. Toch zullen mensen niet bij elke behoefte aan informatie daadwerkelijk gaan zoeken. Atkin is van mening dat het zoeken naar informatie afhankelijk is van de afweging die mensen maken over enerzijds de te verwachten opbrengst en anderzijds over de noodzakelijke kosten die zij moeten maken om de informatie te verwerven. Worden de kosten hoger geschat dan de baten, dan is het minder waarschijnlijk dat de informatie wordt gezocht. Overtreffen echter de ingeschatte opbrengsten de investering, dan is de kans groot dat de persoon actief naar informatie gaat zoeken. De kosten die verbonden zijn aan het verwerven van informatie hangen onder andere af van de beschikbare middelen van een individu zoals tijd, geld, energie en mentale capaciteit. Gutteling en Kuttschreuter (2002) veronderstellen dat informatie zoeken kan leiden tot het maken van een beoordeling van de bedreiging en/of van de mogelijkheden om er mee om te gaan. Hiermee menen zij dat bij de beoordeling van een risicosituatie vooral informatie gezocht wordt over de ernst en/of de waarschijnlijkheid van het risico, en als er sprake is van een bedreiging, wordt informatie gezocht over welke acties ze kunnen ondernemen om adequaat met de bedreiging om te gaan. Voorts stellen zij dat in ieder geval ook de ernst van de bedreiging samenhangt met de mate van informatie zoeken. Dit wil zeggen dat; naarmate men de bedreiging als ernstiger beoordeelt, men ook een grotere mate van informatie zoekgedrag vertoont. De volgende stellingen kunnen worden meegenomen voor de enquête:

- *"Als individu heb ik weinig kennis van geotechnische risico's".*
- *"Om meer kennis van geotechnische risico's te verkrijgen, ga ik op zoek naar meer kennis".*

In paragraaf 3.2.4 zijn diverse risicomanagement strategieën besproken. Een van deze strategieën betreft het afwijzen van risico's en daarmee het afwegen van de keuze om het project wel of niet

voort te zetten. Naarmate mensen intensiever en langer betrokken zijn bij een project wordt het moeilijker voor hen om te beslissen het project alsnog te stoppen, ook al wijst alle informatie erop dat het beter is dit wel te doen. Dit fenomeen wordt ook wel *"escalation of commitment"*, oftewel escalatie van betrokkenheid genoemd (Schmidt en Calantone, 2002). Een van de symptomen van deze theorie is dat tegenvallende resultaten weinig tot geen effect hebben. Een ander symptoom is dat de kosten om problemen op te lossen oplopen terwijl de kans op succes alsmaar afneemt. Daarnaast zijn er diverse uitlokkers voor escalation of commitment, deze diverse factoren zijn te vinden in Tabel 3.9.

Tabel 3.9: Factoren voor escalation of commitment.

Individu	**Organisatie**	**Sociaal**
Persoonlijk aandeel in project.	Externe ingehuurde partijen hebben geen neiging te stoppen.	Rechtvaardiging tegenover externe kritiek.
Wil om "sunk costs[1]" terug te verdienen.	Ontwikkelen van specifieke kennis als excuus om door te gaan.	Leiderschapsideaal.
Selectief interpreteren van informatie.		
Eeuwige optimisten van een project.		

Het fenomeen escalatie van commitment (betrokkenheid) komt ook in de bouwsector voor. Een goede praktijkcase is de Noord-Zuidlijn, geconstrueerd op basis van het adviesrapport van Commissie-Veerman (2009).

> Commissie-Veerman onderzocht of Gemeente Amsterdam de werkzaamheden aan de metro helemaal moest stoppen, deels stoppen of afbouwen. De commissie adviseerde Amsterdam om de metrolijn volledig af te bouwen, ondanks de enorme indirecte en directe schade[1]. De beslissing om door te bouwen is als volgt gerechtvaardigd in het adviesrapport: "stoppen met de aanleg van de Noord/Zuidlijn houdt een enorme investering in die niets heeft opgeleverd. De grote ondergrondse werken, zoals deze al in dit stadium zijn gerealiseerd zullen voor niets zijn aangelegd en tot in lengte van jaren het fysieke bewijs vormen van mislukking en verspilling" (Veerman, 2009). Doorbouwen aan een project wat uiteindelijk een mislukking blijkt, is ook immers ook een enorme verspilling.

<u>Organisatie controle systeem</u>

Als een organisatie een systeem hanteert om beslissingen over risico's te monitoren heeft dit invloed op de risicoperceptie van de beslissingnemer. Sitkin en Pablo (1992) onderscheiden twee risico gerelateerde beloningssystemen, een proces gecontroleerde organisatie en een resultaat gecontroleerde organisatie. Hoe meer de organisatie de nadruk legt op het controleren van het proces des te lager is de risicoperceptie van de beslissingnemers. Bij een resultaat gecontroleerde organisatie wordt een hogere risicoperceptie waargenomen. De volgende stellingen kunnen worden meegenomen voor de enquête:

- *"Binnenin mijn (project)organisatie wordt geen prioriteit gegeven aan geotechnische risico's".*
- *"In de toekomst (volgende projecten) geef ik meer aandacht aan geotechnische risico's".*
- *"De aandacht van de media in bouwprojecten verhoogt de aandacht voor de beheersing van geotechnische risico's".*

[1] Sunk costs zijn al gemaakte kosten die niet meer ongedaan te maken zijn.

3.7 Conclusie

Dit theoretisch kader wordt afgesloten met een overzicht van de literatuur die verder in het onderzoek gebruikt wordt. De genoemde elementen uit de literatuur vormen samen de basis voor de te ontwikkelen enquête.

Oorzaken en beheersmaatregelen

Vanuit de CUR (2010) rapportage worden de belangrijkste oorzaken en beheersmaatregelen gebruikt. Deze oorzaken en beheersmaatregelen worden in Tabel 3.10 opgesomd.

Oorzaken	Beheersmaatregelen
Micro niveau: professional en techniek	
• Foute geotechnische analyses en foute ontwerpkeuzes; • Onvolledige analyse en ontwerp; • Onvoldoende robuust ontwerp, waardoor kleine variaties in uitgangspunten en randvoorwaarden relatief grote gevolgen hebben; • Uitvoering afwijkend van uitgangspunten, randvoorwaarden en veronderstellingen in het ontwerp; • Monitoring niet voorzien en/of niet benut; • Geotechnische onzekerheden worden onvoldoende herkend en erkend.	• Zorg voor een ontwerpteam met relevante ervaring en opleiding; • Pas controles op het ontwerp toe, gebaseerd op eenvoudige en doorzichtige rekenmodellen; • Voor second opinions geldt eveneens: juiste team en, naast meer geavanceerde ook eenvoudige en doorzichtige rekenmodellen; • Zorg voor een uitvoeringsteam met relevante werkervaring en opleiding; • Bij wijzigingen van het ontwerp altijd terugkoppeling naar ontwerpers; • Zorg voor goede communicatie tussen ontwerpers en uitvoerders; • Maak gebruik van risicoanalyse in het ontwerp, draag de resultaten over aan de uitvoerders, maak gebruik van risicoanalyse voor de bouwfase; • Maak een project specifiek monitoringsplan, gebruikmakend van de risicoanalyse met go/no go momenten en tijdige gerichte acties als de monitoringgegevens afwijken van de aannames.
Meso niveau: de projectorganisatie	
• Onvoldoende toetsing van het ontwerp en controle tijdens de uitvoering; • Onvoldoende aandacht voor de effecten van het bouwproject op de fysieke omgeving; • Onvoldoende coördinatie tussen subsystemen; • Onvoldoende assertief willen weten wat ze nog niet weten; • Onvoldoende inzicht in kosten van alen en voordelen van het vermijden van falen; • Onvoldoende de doelstelling communiceren om falen te reduceren.	• Organiseer effectieve toetsing van het ontwerp en controle tijdens de uitvoering; • Zorg voor voldoende aandacht voor de effecten van het bouwproject op de directie fysieke omgeving, zoals belendingen; • Draag zorg voor coördinatie van de subsystemen van het project (in ontwerpfase, in uitvoeringsfase en tussen beide); • Neem grondhouding aan van: wat weten we, wat kunnen we te weten komen en wat is onzeker; • Formuleer projectdoelstellingen m.b.t. geotechniek en communiceer hierover; • Integreer geotechnisch risicomanagement in project risicomanagement.
Macro niveau: de bouwsector en de externe factoren	
• Focus op lage kosten waardoor onvoldoende aandacht voor kwaliteit; • Opportunisme in besluitvorming: plafondprijs, planning, beperken overlast, procedures boven geotechnisch opgave stellen.	• Leg de focus op kwaliteit en daarbij behorende reële kosten tijd; • Vermijd opportunistische besluitvorming en maak realistische keuzes.

Tabel 3.10: Oorzaken en beheersmaatregelen

Risicoperceptie geotechnisch falen

In paragraaf 3.6.3 zijn de inzichten die vanuit de literatuur geschikt zijn voor de enquête uitvoerig aan de orde geweest. Deze inzichten worden afgesloten met stellingen die terug te vinden zijn in de enquête. Voor een overzicht van de stellingen zie paragraaf 3.6.3, en paragraaf 4.3.3.

Gevolgen geotechnisch falen

In de CUR (2010) rapportage worden vijf negatieve effecten van geotechnisch falen opgesomd: directe faalkosten, omgevingsschade, gevolgschade, onveiligheid en imagoschade. Bij meerdere vragen zullen deze effecten gebruikt worden.

In hoofdstuk 4 wordt een uitgebreider overzicht gegeven hoe de beschreven literatuur wordt gebruikt voor de enquête. Het geeft inzicht op welke wijze de variabelen zijn opgebouwd, en hoe deze worden ondersteund met dit theoretisch kader.

4 Enquête opzet

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van de enquête voor Geo-Impuls. Deze uiteenzetting dient ervoor om aan te tonen dat er verantwoorde keuzes zijn gemaakt in de methoden en technieken die gebruikt zullen gaan worden in de analyses van het onderzoek. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag twee en drie:

2. Welke beoordelingscriteria zouden onderdeel kunnen vormen voor het ontwikkelen, testen en verbeteren van de enquête?

3. Welke beoordelingscriteria zouden onderdeel kunnen vormen voor een representatieve online enquête betreffende de percepties op het geotechnisch falen van de bouwsector in de GWW-sector?

In paragraaf 4.1 worden de onderzoekspopulatie en het steekproefkader besproken. Paragraaf 4.2 beschrijft de dataverzamelingsmethode. In paragraaf 4.3 worden de schalen waarop de onderzoeksvariabelen gemeten gaan worden uiteengezet. Het hoofdstuk sluit af met paragraaf 4.4 met een verslag van de resultaten uit de twee testfases.

4.1 Onderzoekspopulatie en eisen aan steekproefkaders

De populatie voor dit onderzoek is de bouwsector in Nederland, en gezien het feit dat het programma van Geo-Impuls zich voornamelijk richt op GWW-sector zal hier in de enquête rekening mee gehouden worden. Echter, dit wil niet zeggen dat er in de andere sectoren geen geotechnische vraagstukken zijn.

Van de totale populatie (de bouwsector), wordt een steekproef getrokken omdat de hele sector te benaderen te groot is. Het steekproefkader is een lijst van alle leden van een te onderzoeken populatie. Er zijn diverse alternatieven om een steekproef te trekken, en daarom dient er een juiste afweging gemaakt te worden. Het is belangrijk dat het steekproefkader een zo goed mogelijke weergave is van de populatie. Belangrijk is om af te vragen wie de lijst gaat invullen; uitvoerende personeel, directeuren, adviseurs. Deze personen maken allemaal deel uit van de totale populatie. Echter personen met een hogere functie (vanaf projectleider/adviseur etc.) hebben de voorkeur omdat zij een belangrijke rol spelen in het besluitvormingsproces ten aanzien van geotechnische risico's. Voor het kiezen van het steekproefkader voor dit onderzoek is een afweging gemaakt tussen eisen als generaliseerbaarheid van onderzoeksresultaten, vooringenomenheid, representativiteit van de respondent, intrinsieke motivatie van een respondent, beschikbaarheid/mogelijkheid tot het benaderen van de respondenten en de respons-rate. Op basis van deze eisen is gekozen om diverse sporen te gebruiken als steekproefkaders ten behoeve van de dataverzameling. In de volgende paragraaf wordt uitgebreid stilgestaan bij de dataverzamelingsmethode en de gekozen steekproefkaders.

4.2 Dataverzamelingsmethode

Er zijn verschillende soorten enquêtes en uiteraard zijn er verschillende voor en –nadelen aan verbonden. Voor dit onderzoek is een schriftelijke vragenlijstlijst meer geschikt dan interviews, vanwege de omvang van de steekproef en de tijdsspanne. Daarnaast is het de bedoeling dat om de 2 jaar een her-meting plaatsvindt. Daarom is het voor de hand liggend om deze schriftelijke vragenlijst online af te nemen. Dit is tegenwoordig relatief goedkoop en kent een snelle verwerkingstijd.

4.2.1 Steekproefkaders

Op basis van de geschetste eisen aan de steekproefkaders is de keuze gemaakt om een aantal verschillende steekproeven te nemen. Er dient een keuze gemaakt te worden tussen een zuivere toevallige (aselecte) of een niet toevallige trekking (niet-aselecte). Bij een aselecte steekproef heeft elk element van de populatie een gelijke kans om in de steekproef te worden opgenomen, in tegenstelling tot een niet-aselecte steekproef. Daarnaast kan men met en zogenoemde niet-aselecte steekproef geen conclusies trekken voor de gehele populatie, daar deze steekproeflijst zelf is bepaald. Er zijn drie methodes gekozen, die allen aselect zijn. De combinatie van deze drie opties resulteert in een juiste afspiegeling van de beoogde respondenten.

De eerste methode is de enquête onder de aandacht brengen van de aangesloten kennisinstellingen in nieuwsbrieven, websites en/of intranet. De tweede methode is een discussie starten op de LinkedIn groep van Geo-Impuls en om daarmee leden uit te nodigen deel te nemen aan de enquête. De derde is door een persoonlijke benadering respondenten te verzamelen, ook wel snowball sampling genoemd.

Aangesloten kennisinstellingen

Gekozen is om alle betrokken kennisinstellingen die zich hebben gecommitteerd aan Geo-Impuls te benaderen, om hun ledenlijst ter beschikking te stellen voor deze enquête. Op deze manier wordt de enquête op een zo breed mogelijke schaal uitgezet om de respons-rate te maximaliseren. De kennisinstellingen die zijn aangesloten bij Geo-Impuls zijn:

- CURNET; twee organisaties,
    - Centrum voor Ondergronds Bouwen (COB): via de nieuwsbrief en website;
    - CUR Bouw & Infra: via de nieuwsbrief;
- Deltares; onafhankelijk kennisinstituut en adviseur voor deltatechnologie. Via intranet en de nieuwsbrief.
- CROW; kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte. Via de nieuwsbrief.

Bij elke methode is hetzelfde nieuwselement geplaatst, welke is opgenomen in bijlage 5.

LinkedIn

Voor dit onderzoek wordt gebruikt gemaakt van sociale media, en wel van LinkedIn. LinkedIn is een sociale netwerksite voor zakelijke contacten. Naast het opbouwen van je zakelijke netwerk door jezelf te “linken” met zakelijke contacten kan men ook groepen aanmaken. Zo is er ook een groep gecreëerd voor het Geo-Impuls programma: Geo-Impuls voor Geo-Engineering. Op moment van schrijven telt de groep 120 leden. De meeste leden zijn allemaal geïnteresseerd in ontwikkelingen van het Geo-Impuls programma en hopen updates via deze LinkedIn groep te mogen ontvangen. Daarnaast is ook gebruik gemaakt van een tweede groep: Geotechnical Engineering Experts. Binnenin deze groep wordt een groepsdiscussie gestart met daarin een verwijzing naar de online enquête, waarmee direct alle leden een uitnodiging ontvangen. Daarnaast is LinkedIn goedkoop, voor iedereen toegankelijk en snel op te zetten. Het is een zeer laagdrempelige manier van kennisdeling. Gebruikers kiezen zelf op welk moment ze deelnemen aan de kennisdeling. Daarmee is LinkedIn een ideaal discussie- of kennisdelingsplatform voor groepen mensen die lastig fysiek bij elkaar te brengen zijn.

Persoonlijke benadering (snowball sampling)
Snowball sampling is een onderzoeksmethode die valt onder een aselecte steekproefneming. Het uitvoeren van een dergelijke manier van steekproeftrekken is vooral geschikt als er sprake is van een moeilijk vindbare groep. Het idee van snowball sampling is dat een aantal ondervraagde respondenten weer nieuwe te ondervragen respondenten aandragen. Voor dit onderzoek zijn de projectleiders van de 12 werkgroepen gevraagd mee te werken om respondenten aan te leveren. Ook zijn de stuurgroepleden gevraagd hun ambassadeursfunctie te vervullen. Daarmee wordt bedoeld dat zij de hoofdactoren die zij vertegenwoordigen (opdrachtgevers, bouwers, adviesbureaus en kennisinstellingen), benaderen om mee te werken aan de enquête.

4.2.2 Methodologische verantwoording
Om de bovenstaande keuzes te verantwoorden dient er allereerst gekeken te worden naar de verschillende datasets, opbouw van de respondenten en andere verschillen. De diverse methoden van dataverzameling betekent dat de respondenten allemaal verschillend zijn benaderd. In eerste instantie worden de datasets gescheiden verzameld door middel van een vraag in de enquête. De vraag gaat in op welke wijze de respondent in contact is gekomen met deze enquête. Indien er weinig verschillen zijn, kunnen de diverse datasets samengevoegd worden. Daarnaast is ter voorkoming dat respondenten twee keer de enquête invullen, een beveiliging ingesteld dat dezelfde IP-Adressen (computers) uitgesloten worden.

4.3 Variabelen
In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van een online enquête om de onderzoeksgegevens te verkrijgen. De enquête bestaat uit verschillende onderdelen en vragen, in deze paragraaf wordt de onderbouwing gegeven waarom voor type vragen en schalen is gekozen. Voor een volledig overzicht van de enquête zie bijlage 4. Alle respondenten dienen de vragen te beantwoorden met als uitgangspunt zijn/haar laatste project. De enquête begint daar dan ook mee. Er zijn diverse type projecten op basis van de incidentenanalyse (andere voortgangsmeting) geformuleerd. Dit zijn parkeerkelders, wegverhardingen, aquaducten, bruggen, tunnels, sluizen, stuwen kantoren, appartementen, woningen, rioleringen en kabels en leidingen. Daarnaast kunnen respondenten zelf een project omschrijven.

4.3.1 Oorzaken geotechnisch falen
In dit gedeelte van de enquête wordt ingegaan op de meest frequent voorkomende oorzaken van geotechnisch falen. Zoals eerder vermeld zijn deze oorzaken op basis van het theoretisch kader die dit rapport ondersteund. Echter de oorzaken zijn geformuleerd en aangepast zodat de respondenten het begrijpen. De vastgestelde oorzaken van geotechnisch falen zijn als stelling geponeerd. De respondenten dienen antwoord te geven op drie vragen:

- In hoeverre heeft de genoemde oorzaak zich voorgedaan? Antwoordschaal is een 5 punt schaal van nooit, bijna nooit, soms, altijd, bijna altijd. Daarnaast is de optie “weet niet” toegevoegd, op deze wijze voelt de respondent zich niet gedwongen.
- Welke invloed heeft deze oorzaak in negatieve zin op het project? Antwoordschaal is een 5 punt schaal van zeer klein, klein, gemiddeld, groot, zeer groot. Ook hier is de optie “weet niet” toegevoegd.
- Op welk aspect had deze oorzaak de meeste impact? Antwoord keuzen zijn: doorlooptijd, fysieke schade, kosten, kwaliteit, overlast, persoonlijk letsel en reputatie. Er is één antwoord keuze mogelijk. Ook bij deze vraag is de optie “weet niet” toegevoegd.

Aan het einde van de lijst met oorzaken konden de respondenten aangeven of ze belangrijke oorzaken missen. Voor de zelf aangedragen oorzaken zijn dezelfde drie vragen gesteld met dezelfde schalen.

4.3.2 Beheersmaatregelen geotechnisch falen

In dit gedeelte van de enquête wordt ingegaan op een lijst van beheersmaatregelen die worden geacht het beste bij te dragen aan het verminderen van geotechnisch falen. De vastgestelde beheersmaatregelen zijn als stelling geponeerd. De respondenten dienen antwoord te geven op drie vragen:

- In welke mate is de genoemde beheersmaatregel toegepast? Antwoorden kunnen gegeven worden op een 5 punt schaal van nooit, bijna nooit, soms, altijd tot bijna altijd. Daarnaast is de optie “weet niet” toegevoegd, op deze wijze voelt de respondent zich niet gedwongen.
- Welke invloed in positieve zin heeft deze beheersmaatregel gehad op het project? Antwoordschaal is een 5 punt schaal van zeer klein, klein, gemiddeld, groot, zeer groot. Ook hier is de optie “weet niet” toegevoegd.
- Op welk aspect had deze beheersmaatregel de meeste impact? Antwoord keuzen zijn: doorlooptijd, fysieke schade, kosten, kwaliteit, overlast, persoonlijk letsel en reputatie. Ook voor deze vraag is de optie “weet niet” toegevoegd.

Aan het einde van de lijst met beheersmaatregelen konden de respondenten aangeven of ze belangrijke beheersmaatregelen missen. Voor de zelf aangedragen beheersmaatregelen zijn dezelfde drie vragen gesteld met dezelfde schalen.

4.3.3 Verklarende variabelen

Om de diversiteit onder de verschillende hoofdactoren ten aanzien van besluitvormingsprocessen van risico’s te verklaren, wordt het onderzoek van Sitkin en Pablo (1992) gebruikt. Het proces van risicovolle besluitvorming wordt beïnvloed door risicogeneigdheid en risicoperceptie. Om deze twee kernbegrippen te onderbouwen zijn daarvoor een aantal determinanten beschreven, welke het proces van risicovolle besluitvorming verklaren. Het volledige model van Sitkin en Pablo (1992) is al uitgebreid aan de orde geweest in het theoretische kader (zie paragraaf 3.6.3). Daarom wordt niet nogmaals iedere variabele met de bijbehorende factoren toegelicht.

Risicogeneigdheid

Om het kernbegrip risicogeneigdheid te onderbouwen zijn drie determinanten geformuleerd. Op basis van deze determinanten zijn een aantal stellingen geformuleerd:

- Risicovoorkeuren (Slovic, 1972);
  - *“Op basis van mijn persoonlijke voorkeuren en denkwijzen beoordeel ik geotechnisch risico's als belangrijk”.*
- Inertie (Douglas en Wildavsky, 1982);
  - *“Een geotechnisch incident in mijn laatste project heeft geleid tot passende beheersmaatregelen in een volgend project”.*
- Geschiedenis uitkomsten (Osborn en Jackson, 1988);
  - *“In mijn laatste project heb ik specifiek gestuurd op geotechnische risico's”.*
  - *“In mijn laatste project zijn nogal wat onjuiste inschattingen en keuzes gemaakt ten aanzien van geotechnische risico's”.*

Deze stellingen worden aan de hand van een vijf-punt schaal getoetst: geheel mee eens, mee eens, neutraal, mee oneens en geheel mee oneens.

Risicoperceptie

Om het kernbegrip risicoperceptie te onderbouwen zijn vijf determinanten geformuleerd. Op basis van deze determinanten zijn een aantal stellingen geformuleerd:

- Groepsdenken (Janis, 1972; Bazerman, 1994);
  - *"Mijn kritische houding ten aanzien van geotechnische risico's wordt door de projectgroep als positief ervaren".*
  - *"Om conflicten te vermijden blijven in groepsverband geotechnische risico's onbesproken.*
  - *"In groepsverband wordt er kritisch gekeken naar geotechnische risico's".*
- Sociale invloed (Sitkin en Pablo, 1992; Kasperson et. al., 1988);
  - *"Binnen onze organisatie zijn we ons te weinig bewust van de geotechnische risico's".*
  - *"In onze organisatie wordt ten aanzien van geotechniek een risico gestuurde werkwijze toegepast".*
- Informatiebehoefte (Sitkin en Pablo, 1992; Atkin, 1973; Schmidt en Calantone, 2002);
  - *"Als individu heb ik weinig kennis van geotechnische risico's".*
  - *"Om meer kennis van geotechnische risico's te verkrijgen, ga ik op zoek naar meer kennis".*
- Organisatie controle systeem (Sitkin en Pablo, 1992).
  - *"Binnenin mijn (project)organisatie wordt geen prioriteit gegeven aan geotechnische risico's".*
  - *"In de toekomst (volgende projecten) geef ik meer aandacht aan geotechnische risico's".*
  - *"De aandacht van de media in bouwprojecten verhoogt de aandacht voor de beheersing van geotechnische risico's".*
- Probleemformulering (Kahneman en Tversky, 1997; March en Shapira, 1987);
  Diverse antwoorden kunnen door middel van deze theorieën worden verklaard. In hoofdstuk 5 zal dit verder aan bod komen.

Deze stellingen worden eveneens aan de hand van een vijf-punt schaal getoetst: geheel mee eens, mee eens, neutraal, mee oneens en geheel mee oneens.

Risicoafweging

In de CUR (2010) rapportage worden vijf negatieve effecten van geotechnisch falen opgesomd. Aangevuld vanuit de CUR (2010) rapportage zijn in totaal zeven negatieve effecten van geotechnische incidenten benoemd: doorlooptijd, fysieke schade, kosten, kwaliteit, overlast, persoonlijk letsel en reputatie. Het is interessant om te weten welk negatief effect het zwaarste weegt (geforceerde rangschikking) als er risicovolle beslissingen gemaakt worden. In aanvulling op datgene wat al is beschreven is het interessant om de overeenkomsten en/of verschillen van deze vraag te analyseren.

4.3.4 Demografische variabelen

Naast de vragen die rechtstreeks zijn afgeleid uit de theorie, is er ook een aantal standaardvragen dat kan bijdragen aan het verkrijgen van meer informatie over de respondent zelf. Om zoveel mogelijk te weten te komen van de respondent zijn de volgende vragen gesteld:

- *In welke sector van de bouwbranche bent u actief?*
  Deze vraag is onderverdeeld in de Grond –Weg en –Waterbouw (GWW), Utiliteitsbouw en Woningbouw.
- *Bent u bekend met het Geo-Impuls programma? Antwoordkeuzen:*
  - Ja, ben actief betrokken;
  - Ja, maar ben niet actief betrokken;
  - Nee, maar ben wel geïnteresseerd;
  - Nee, ben ook niet geïnteresseerd;'
- *Als welke "hoofdactor" beschouwt u zichzelf?*
  Antwoordkeuzen zijn opdrachtgever, bouwer, adviesbureau en kennisinstelling.
- *Welke functie vervult u momenteel?*
  Lijst met antwoordkeuzen: uitvoerder, calculator, werkvoorbereider, tekenaar, constructeur, projectleider, hoofd bedrijfsbureau, inkoper, projectmanager, adviseur, omgevingsmanager, risicomanager, technisch manager, communicatiemanager, directeur.
- *Hoeveel jaar werkervaring heeft u in de bouwsector?*
  Antwoordkeuzen zijn 0-2, 3-5, 6-10, 11-20 en 21 jaar of langer.
- *Hoeveel jaar relevante werkervaring heeft u met geotechniek?* Antwoordkeuzen zijn 0-2, 3-5, 6-10, 11-20 en 21 jaar of langer.
- *Hoeveel jaar relevante werkervaring heeft u met geotechnisch risicomanagement?* Antwoordkeuzen zijn 0-2, 3-5, 6-10, 11-20 en 21 jaar of langer.
- *Wilt u op de hoogte worden gehouden van de enquête resultaten?*
  Ja/nee met mogelijkheid tot achterlaten van emailadres.
- Als laatste vraag een afsluitend tekstbox voor het stellen van open vragen en/of op het achterlaten van op –of aanmerkingen.

4.4 Testen van de enquête

Voordat de enquête werd uitgezet onder de respondenten zijn twee testfases doorlopen. De eerste testfase is een panel van studenten en de tweede testfase een panel van experts. De eerste testfase had als doel studenten feedback te laten geven op de enquête. In totaal hebben vijf studenten meegewerkt aan de eerste testfase. De voornaamste vraag was in hoeverre de gestelde vragen en stellingen juist worden geïnterpreteerd. De tweede en laatste testfase is uitgevoerd in samenwerking met een drietal promovendi en een hoogleraar op de Universiteit Twente. Deze extra 2^{e} test zorgt voor aanvullende verbeteringen die de kwaliteit van de enquête ten goede is gekomen. De aanpassingen die zijn gemaakt na het uitvoeren van deze testfases zijn in bijlage 4 opgenomen.

5 Empirische analyse en resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten die verkregen zijn met behulp van de enquête geanalyseerd. Dit hoofdstuk beantwoord op de vierde onderzoeksvraag:

4. **Wat kan er geleerd worden van de vergelijking tussen de wetenschappelijke literatuur en de enquête-analyse, met het oog op het doen van conclusies en aanbevelingen voor het beantwoorden van de percepties van geotechnisch falen?**

Voor de statistische analyse is het programma SPSS 18 gebruikt. In het volgende hoofdstuk worden de empirische resultaten van de enquête geanalyseerd en verder uitgewerkt. Voor de statistische analyse zijn alleen volledig ingevulde enquêtes gebruikt, daarmee zijn onvolledige enquêtes uitgesloten. Allereerst wordt er in paragraaf 5.1 een schets van de data gegeven. Paragraaf 5.2 gaat verder in op de analyse ten aanzien van de oorzaken en paragraaf 5.3 op de analyse van de beheersmaatregelen. Paragraaf 5.4 beschrijft een aantal aanvullende analyses. In paragraaf 5.5 worden een aantal vergelijkingsanalyses uitgevoerd tussen verschillende hoofdactoren aan de hand van diverse variabelen. In paragraaf 5.6 wordt een correlatieanalyse beschreven die is toegepast op een aantal geotechnische risico's. Daarnaast wordt in paragraaf 5.7 een discussie uiteengezet naar aanleiding van de diverse resultaten.

5.1 Schets van de data

Allereerst wordt een overzicht gegeven van de data door de resultaten van de demografische variabelen te beschrijven. Om respondenten te vinden voor deze enquête is gebruikt gemaakt van de websites en nieuwsbrieven van de aangesloten kennisinstellingen en een persoonlijke benadering. Daarmee is een steekproef genomen uit de totale populatie (de bouwsector). Doordat gekozen is voor een grote variëteit in benadering is getracht een zo representatief beeld van de populatie neer te zetten in de steekproef. In Tabel 5.1 wordt procentueel weergegeven op welke wijze de respondenten in contact zijn gekomen met de enquête.

Tabel 5.1: Wijze van contact

COB	CROW[2]	CUR B&I	Deltares	LinkedIn	Persoonlijke benadering	Overig
5,77%	0,0%	3,85%	1,92%	5,77%	59,62%	23,08%

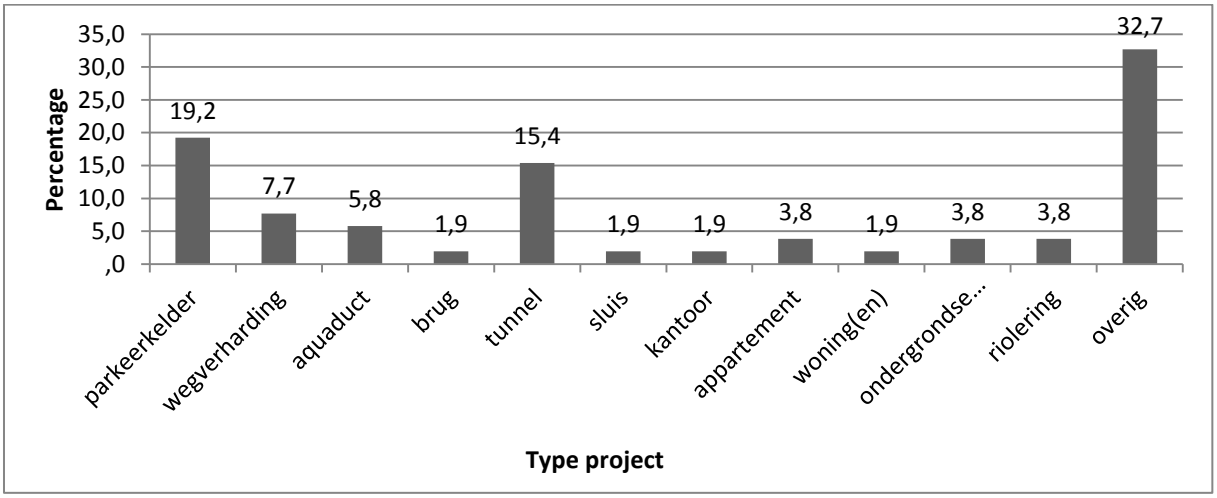
Het totaal aantal volledig ingevulde enquêtes (N) is 52. Op basis daarvan zijn de bovenstaande percentages ontleend. Opvallend is het grote aantal mensen met een persoonlijke benadering, dit heeft ongetwijfeld invloed op de bias (vooringenomenheid) van de respondenten groep. De overige groep respondenten zijn veelal door persoonlijke benadering in contact gekomen, of via de bij Geo-Impuls betrokken partijen.

Type project

Bij het invullen van de enquête is gevraagd aan de respondent om de enquête in te vullen op basis van het laatste project. Reden hiervoor is om respondenten te dwingen te focussen op één project. Daarmee wordt het voor de respondent veel concreter en kan men zich beter herinneren wat heeft plaats gevonden in het laatste project. In Figuur 5.1 wordt een overzicht gegeven van diverse

[2] De verspreiding van de enquête via de nieuwsbrief van CROW kwam op een later moment i.v.m. de planning van CROW.

mogelijke projecten en de percentages die corresponderen met de reacties. De meest voorkomende projecten zijn tunnels (30,8%), daaropvolgend parkeerkelders (19,2%), wegverhardingen (15,4%) en aquaducten (11,5%). Ook kozen veel respondenten voor de optie “andere”. Genoemde opties onder de keuzemogelijkheid “andere” zijn kademuren aanbrengen/vervangen en bouwrijp maken. Daarnaast waren er ook een aantal die aangaven dat veel projecttyperingen van toepassing zijn.



Figuur 5.1: Type project (percentages)

Verdeling naar sector

In Tabel 5.2 kan men de procentuele verdeling zien onder de drie verschillende hoofdgroepen in de bouwsector waarin de respondenten actief zijn. Zoals men ziet is het merendeel actief in de GWW-sector (90,4%). Gezien het feit dat de meeste geotechnische incidenten plaats vinden gedurende bouwwerkzaamheden bij GWW-projecten, sluit dit percentage prima aan bij de beoogde doelgroep.

Tabel 5.2: Sectorverdeling

Grond, -weg en Waterbouw	Utiliteitsbouw	Woningbouw
90,4%	7,7%	1,9%

Bekendheid met Geo-Impuls

Tabel 5.3 geeft een overzicht van de bekendheid met Geo-Impuls. Het geeft antwoord op de eventuele actieve betrokkenheid versus de interesse. Wat vooral opvalt is dat het overgrote gedeelte actief betrokken is, dit heeft uiteraard gevolgen voor de bias zoals eerder ook al is gesteld. Daarnaast is het ook interessant voor Geo-Impuls dat 26,7% van de respondenten het programma niet kent, maar wel geïnteresseerd is.

Tabel 5.3: Bekendheid met Geo-Impuls

Ja, en actief betrokken	Ja, niet actief	Nee, wel interesse	Nee, geen interesse
44,2%	15,4%	28,8%	11,5%

Type organisatie

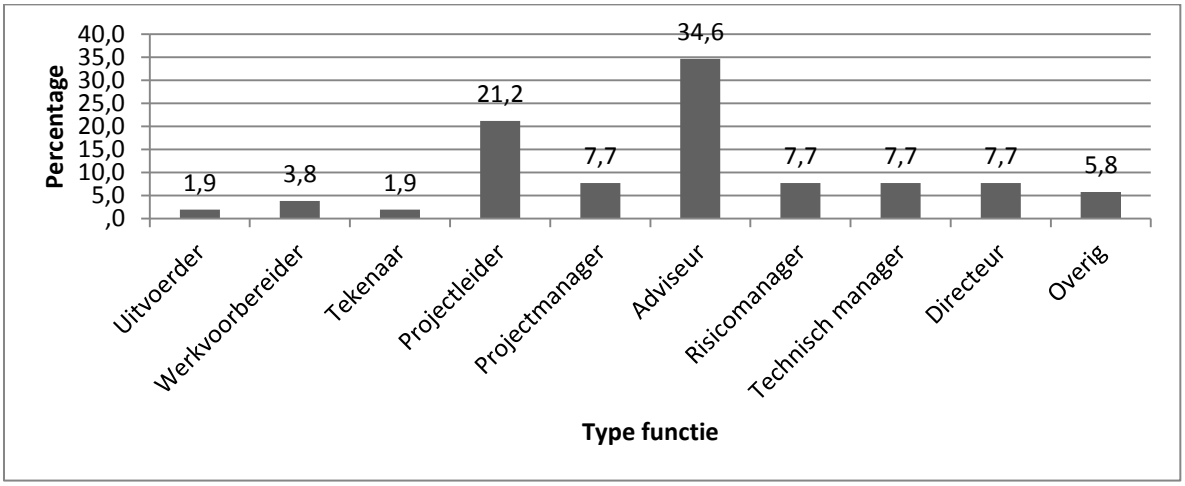
In tabel 5.4 worden de procentuele verhoudingen weergeven van de type organisatie waar de respondenten werkzaam voor zijn. Op basis van ervaringscijfers kan gezegd worden dat dit een normale verdeling is van de type organisaties.

Tabel 5.4: Type organisatie

Opdrachtgever	Bouwer	Adviesbureau	Kennisinstelling
15,6%	37,8%	42,4%	4,4%

Type functie

In Figuur 5.2 wordt een schets gegeven van de functies die de respondenten momenteel vervullen. De meest voorkomende functies zijn adviseur (34,6%) en projectleider (21,2%). Daarnaast wordt ook vaak gekozen voor de optie "andere", hier kunnen respondenten een specifiekere omschrijving van zijn/haar functie geven zoals geotechnisch adviseur, geotechnicus en contractmanager. Opvallend is echter wel dat de groep "adviseurs" groot is. Uit de analyse blijkt dat veel respondenten geotechnische adviseurs in dienst van bouwende organisaties zijn.



Figuur 5.2: Type functie (percentages)

Werkervaring

Tabel 5.5 geeft inzicht in de statistieken gerelateerd aan werkervaring. Er worden drie aspecten benoemd: relevante werkervaring in de bouwsector, werkervaring met geotechniek en werkervaring met geotechnisch risicomanagement.

Tabel 5.5: Werkervaring, -met geotechniek, -geotechnisch risicomanagement

	0-2 jaar	3-5 jaar	6-10 jaar	11-20 jaar	21 jaar >
Werkervaring	3,8%	3,8%	19,2%	48,1%	25,0%
Werkervaring geotechniek	11,5%	11,5%	25,0%	34,6%	17,3%
Erv. geotech. risicomanagement	26,9%	25,0%	23,1%	21,2%	3,8%

Er kunnen op basis van de bovenstaande tabel drie opvallende aspecten worden benoemd. Allereerst geeft de eerste vraag een bevestiging dat bij deze steekproef de respondenten veel ervaring hebben. Dit is ook het geval ten aanzien van werkervaring met geotechniek. Bij beide vragen (werkervaring & werkervaring geotechniek) is de groep van respondenten die tussen de 11 en 20 jaar werkervaring hebben hoog. Voor de twee vragen zijn deze percentages 48,1% en 34,6%. Daarnaast is de groep van respondenten met 21 jaar en meer ervaring voor beide vragen ook hoog, respectievelijk 25,0% en 17,3%. Ten aanzien van werkervaring met geotechnisch risicomanagement kan gezegd worden dan de antwoorden normaal verdeeld zijn, en dat er een gelijke verdeling is onder de antwoorden, met uitzondering van de respondenten met zeer veel ervaring (> 21 jaar). Daarnaast kan gesteld worden, gezien het grote percentage "betrokken Geo-Impuls leden" in deze steekproef, dat veelal ervaren personen geselecteerd zijn voor deelname aan het Geo-Impuls programma.

5.2 Analyse oorzaken geotechnisch falen

In deze paragraaf worden de resultaten besproken van de opgestelde lijst met oorzaken van geotechnisch falen. Ten aanzien van deze lijst met oorzaken hebben de respondenten drie vragen beantwoord:

- In hoeverre heeft de genoemde oorzaak zich voorgedaan?
- Welke invloed heeft deze oorzaak in negatieve zin op het project?
- Op welk aspect had deze oorzaak de meeste impact?

Tabel 5.6: Analyse lijst met oorzaken

Oorzaken geotechnisch falen (a)	Mate van voorkomen (b)	Negatieve impact (c)	Impact per aspect (d)	Vector R (e)
1. Onvoldoende aandacht binnen projectorganisatie voor de effecten van het bouwproject op de directe fysieke omgeving, zoals belendingen.	2,46 (SD=0,98)	2,67 (SD=1,20)	Kosten	3,64
2. Onvoldoende coördinatie in de projectorganisatie tussen delen van het project.	3,02 (SD=1,08)	2,96 (SD=1,05)	Kosten	4,23
3. De risico's die in het ontwerp aan de orde zijn geweest worden door de opdrachtgevende of ontwerpende organisatie onvoldoende gecommuniceerd naar de uitvoerende projectorganisatie.	2,94 (SD=1,15)	2,85 (SD=1,41)	Kosten	4,09
4. De ontwerper krijgt niet de mogelijkheid om tijdens de uitvoering van zijn ontwerp aanwijzingen te geven.	3,21 (SD=1,36)	2,94 (SD=1,48)	Kwaliteit	4,36
5. Fouten in het ontwerp van de geotechnische constructie leiden tot geotechnisch falen.	2,86 (SD=1,16)	3,37 (SD=1,47)	Kosten	4,42
6. Fouten in uitvoering van de geotechnische constructie leiden tot geotechnisch falen.	3,00 (SD=1,05)	3,56 (SD=1,24)	Kosten	4,65
7. De projectorganisatie is zich onvoldoende bewust van geotechnische onzekerheden aan ontwerp en uitvoering.	3,04 (SD=1,07)	3,13 (SD=1,07)	Kosten	4,37
8. Teveel focus op lage kosten, i.p.v. aspecten als constructieve veiligheid en kwaliteit.	3,12 (SD=1,18)	2,79 (SD=1,19)	Kosten	4,18
9. Het ontwerp van de geotechnische constructie is onvolledig door het ontbreken van totaaloverzicht over het ontwerp.	2,67 (SD=1,15)	2,50 (SD=1,32)	Kosten	3,66
10. Onvoldoende robuustheid van het ontwerp leiden tot grotere gevoeligheid bij wijzigingen.	3,19 (SD=1,27)	3,1 (SD=1,36)	Kosten	4,45
11. Onjuiste geotechnische analyse.	2,40 (SD=0,99)	2,96 (SD=1,50)	Kosten	3,81
12. Een te positief beeld tijdens de besluitvorming ten aanzien van geotechnische vraagstukken.	3,25 (SD=1,10)	3,25 (SD=1,36)	Kosten	4,60

a = N= 52.

b = gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1= "nooit" en 5= "altijd".

c = gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1= "zeer klein" en 5= "zeer groot".

d = keuzemogelijkheden: doorlooptijd, fysieke schade, kosten, kwaliteit, overlast, persoonlijk letsel en reputatie.
e = Vector R wordt berekend door: R=√((a)2 +(b)2)) met Rmin = √((1)2 +(1)2))= 1,41 en Rmax = √((5)2 +(5)2))= 7,07

Daarnaast hebben de respondenten de mogelijkheid gekregen om hun eigen oorzaken aan te dragen. In Tabel 5.6 is de lijst met oorzaken te vinden en zijn de antwoorden op bovenstaande drie vragen te vinden. De antwoorden van alle respondenten zijn uitgedrukt als het gemiddelde (M) en de standaarddeviatie (SD). Een verdere toelichting op de gehanteerde schalen zie Tabel 5.6. De

standaarddeviatie is een indicator voor de spreiding van uitkomsten rondom een gemiddelde. Hoe groter een standaarddeviatie hoe minder homogeen de antwoorden van de respondenten in de steekproef zijn geweest. Normaliter spreekt men van een grote afwijking wanneer de waarde hoger of lager dan 1 keer de standaardafwijking van de verwachtingswaarde (het midden van de verdeling) af ligt (de Vocht, 2005).

Mate van voordoen

De respondenten is gevraagd in hoeverre de volgende oorzaken zich hebben voorgedaan in hun laatste project. Op basis van de informatie uit Tabel 5.6 kunnen de meest frequent voorkomende oorzaken worden aangemerkt. Aspect “aanwijzingen geven” (nr. 4) is met een M=3,21 een SD=1,36 de meest uitspringende oorzaak. De grote SD geeft echter aan dat er uiteenlopende meningen zijn. Andere oorzaken die relatief grote afwijkende waarden dan gemiddeld (2,93) laten zien, vertonen waarden die aangeven dat de oorzaken minder voorkomen. Een daarvan is “aandacht in projectorganisatie” (nr. 1) met M=2,46 en SD=0,98. Ook hiervoor geldt dat er geen overduidelijke afwijking is, maar wel een relatief lage SD. Hetzelfde geldt voor het aspect “onjuiste geotechnische analyse” (nr. 11) met een M=2,40 en SD=0,99.

Impact in negatieve zin op het project

De respondenten is gevraagd welke invloed een genoemde oorzaak heeft gehad in negatieve zin op het project. Op basis van de informatie uit Tabel 5.6 kunnen de oorzaken met meeste invloed in negatieve zin op het project worden aangemerkt. Aspect “fouten in uitvoering” (nr. 6) is met een M=3,56 een SD=1,24 de meest uitspringende oorzaak. De grote SD geeft echter aan dat er uiteenlopende meningen zijn. Andere oorzaken liggen te dicht bij het gemiddelde en hebben te hoge spreidingen. Andere oorzaken die relatief grote afwijkende waarden dan gemiddeld (3,00) laten zien, vertonen waarden die aangeven dat de oorzaken minder invloed hebben. Een daarvan is “aandacht in projectorganisatie” (nr. 1) met M=2,67 en SD=1,20. Ook hiervoor geld dat er geen overduidelijke afwijking is, maar wel een relatief lage SD. Hetzelfde geldt voor het aspect “ontbreken totaaloverzicht” (nr. 9) met een M=2,50 en SD=1,32.

Impact per aspect

De oorzaken van geotechnisch falen worden geacht de meeste impact te hebben op het aspect “kosten” Dit is het geval bij 11 van de 12 oorzaken. Daarnaast wordt “kwaliteit” eenmaal genoemd. De aspecten “kwaliteit” en “doorlooptijd” komen vaak op de 2^{e} plaats. De oorzaken die geacht worden weinig tot geen impact hebben zijn “overlast”, “persoonlijk letsel” en “reputatie”.

Mate van voorkomen versus impact

Voor dit onderzoek is het van belang om te kijken welke oorzaken nu het meest frequent voorkomen, maar die ook worden geacht de meeste impact te hebben. In Tabel 5.6 zijn voor de 12 oorzaken de gemiddelden voor beide aspecten berekend aan de hand van “vectoren”. De gemiddelden voor de mate van voorkomen corresponderen met 1= “nooit” en 5= “altijd”. De gemiddelden voor de mate van negatieve impact correspondeert met 1= “zeer klein” en 5= “zeer groot”. Vectoren met een relatief hoge waarde geven aan dat de oorzaak relatief vaak voorkomt, maar ook geacht worden een grote negatieve impact te hebben. Dit geldt voor oorzaak nr. 6 en nr. 12. Deze twee oorzaken zijn: fouten in de uitvoering van de geotechnische constructie en te positief beeld tijdens de besluitvorming. Vanuit een ander perspectief vallen er ook twee oorzaken op. De eerste is nr. 1 (onvoldoende aandacht voor fysieke omgeving), die niet vaak voorkomt én ook een relatief lage impact heeft. Hetzelfde geldt voor oorzaak nr. 9 (ontbreken van totaal overzicht).

Eigen ingebrachte oorzaken

Een overzicht van de eigen ingebrachte oorzaken zijn opgenomen in bijlage 8. De voorgestelde oorzaken die overlap hebben of hetzelfde zijn als de eerder genoemde oorzaken in Tabel 5.6 zijn cursief weergegeven. Wat vooral opvalt, is dat de respondenten de perceptie hebben dat deze oorzaken bijna altijd tot altijd voorkomen. De oorzaken hebben over het algemeen genomen ook een zeer grote negatieve impact op de project prestaties. Deze eigen ingebrachte oorzaken zouden in een aanvullend onderzoek getoetst moeten worden.

5.3 Analyse beheersmaatregelen geotechnisch falen

In deze paragraaf worden de resultaten besproken van de opgestelde lijst met beheersmaatregelen ter vermindering van het geotechnisch falen. Ten aanzien van deze lijst met beheersmaatregelen hebben de respondenten drie vragen beantwoordt:

- In welke mate is de genoemde beheersmaatregel toegepast?
- Welke invloed in positieve zin heeft deze beheersmaatregel gehad op het project?
- Op welk aspect had deze beheersmaatregel de meeste impact?

Tabel 5.7: Analyse beheersmaatregelen

Beheersmaatregelen geotechnisch falen (a)	**Mate van voorkomen (b)**	**Positieve impact (c)**	**Impact per aspect (d)**	**Vector R (e)**
1. Heldere Go/No go momenten tijdens de uitvoering.	3,26 (SD=1,43)	3,33 (SD=1,34)	Doorloop-tijd	4,71
2. Terugkoppeling van wijzigingen in de uitvoering naar de ontwerpers	3,00 (SD=1,18)	3,30 (SD=1,28)	Kwaliteit	4,44
3. Uitvoerder/ onderaannemer krijgt een toelichting op het ontwerp voor het starten van de uitvoering.	2,79 (SD=1,28)	3,49 (SD=1,55)	Kwaliteit	4,41
4. Opvolging geven aan monitoring gegevens indien afwijkend van de ontwerpuitgangspunten.	3,63 (SD=1,31)	3,41 (SD=1,22)	Kwaliteit	5,06
5. Bewustzijn van geotechnisch risico's bevorderen.	3,51 (SD=0,94)	3,42 (SD=1,07)	Kwaliteit	4,77
6. Controleren van het ontwerp met een eenvoudig en doorzichtig rekenmodel.	3,33 (SD=1,43)	3,44 (SD=1,49)	Kwaliteit	4,82
7. Geotechnicus geeft altijd aan welke randvoorwaarden / risico's gelden bij het opvolgen van het ontwerp.	3,88 (SD=1,10)	3,67 (SD=1,19)	Kwaliteit	5,29
8. Geotechnisch ontwerp afsluiten met een monitoring plan (om terugkoppeling van de ontwerpaannames in de uitvoering te krijgen).	3,44 (SD=1,26)	3,56 (SD=1,28)	Kwaliteit	5,03
9. Toetsing van het ontwerp door een tweede professional voorafgaand aan de uitvoering.	3,41 (SD=1,56)	3,32 (SD=1,30)	Kwaliteit	4,87
10. De geo adviseur bewust onderdeel maken van de projectorganisatie tijdens ontwerp & uitvoering.	3,51 (SD=1,42)	3,79 (SD=1,23)	Kwaliteit	5,13
11. Zorg voor een ontwerpteam met relevante ervaring en opleiding.	3,86 (SD=0,92)	3,88 (SD=0,76)	Kwaliteit	5,47
12. Zorg voor een voldoende ervaren uitvoeringsteam.	3,91 (SD=0,87)	4,12 (SD=0,79)	Kwaliteit	5,67
13. Gebruik maken van risicomanagement tijdens het gehele project (voor zowel uitvoering als ontwerp).	3,37 (SD=1,16)	3,51 (SD=1,08)	Kosten	4,88
14. Leg de focus op kwaliteit (niet op laagste prijs) tijdens het gehele bouwproces.	3,10 (SD=1,17)	3,79 (SD=1,15)	Kosten	4,78
a = N= 52.				

b = gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1= "nooit" en 5= "altijd".
c = gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1= "zeer klein" en 5= "zeer groot".
d = keuzemogelijkheden: doorlooptijd, fysieke schade, kosten, kwaliteit, overlast, persoonlijk letsel en reputatie.
e = Vector R wordt berekend door: R=√((a)2 +(b)2)) met Rmin = √((1)2 +(1)2))= 1,41 en Rmax = √((5)2 +(5)2))= 7,07

Bij de voorgestelde beheersmaatregelen valt het relatief hoge gemiddelde op van de antwoorden, dit betekent dat van veel beheersmaatregelen wordt gedacht dat ze vaak worden toegepast en een positieve bijdrage leveren aan de projectprestaties.

In welke mate toegepast

De respondenten is gevraagd in hoeverre de volgende beheersmaatregelen zijn toegepast in hun laatste project. Op basis van de informatie uit Tabel 5.7 kunnen de meest toegepaste beheersmaatregelen worden aangemerkt. Aspect "geotechnicus geeft randvoorwaarden aan" (nr. 7) is met een M=3,88 een SD=1,10 de meest uitspringende beheersmaatregel. De grote SD geeft echter aan dat er uiteenlopende meningen zijn. Andere beheersmaatregelen die relatief vaak worden toegepast onder de respondenten is "ervaren ontwerpteam" (nr. 11) met een M=3,86 en SD=0,92 en "ervaren uitvoeringsteam" (nr. 12) met een M=3,91 en SD=0,87. Wat hier vooral opvalt, zijn de lage standaarddeviaties met SD=0,92 en SD=0,87. Andere beheersmaatregelen die relatief grote afwijkende waarden dan gemiddeld (3,43) laten zien, vertonen waarden die aangeven dat de beheersmaatregelen niet vaak/bijna nooit voorkomen. Een daarvan is "toelichting op ontwerp" (nr. 3) met M=2,79 en SD=1,28. Hetzelfde geldt voor het aspect "terugkoppeling" (nr. 2) met een M=3,00 en SD=1,18 en voor "focus op kwaliteit i.p.v. prijs" (nr. 14) met een M= 3,10 en SD=1,17. Opvallende waarden ten aanzien van de spreiding zijn er ook. Deze waarden zijn zo interessant omdat dit betekent dat er een lage spreiding in de antwoorden liggen. Dit betekent dat de respondenten het ten aanzien van het antwoordresultaat overwegend eens zijn. Dit geldt voor aspect "bewustzijn risico's" (nr. 5) met M=3,51 en SD=0,94. Echter de waarde van M ligt dichtbij het gemiddelde.

Impact in positieve zin op het project

De respondenten is gevraagd welke invloed de genoemde beheersmaatregel heeft gehad in positieve zin op het project. Wat direct opvalt is het hoge gemiddelde (3,57). Dit geeft aan dat veel antwoorden in het antwoord keuzegebied vallen van "gemiddeld" tot "zeer grote" invloed. Op basis van de informatie uit Tabel 5.7 kunnen de beheersmaatregelen met meeste invloed in positieve zin op het project worden aangemerkt. Dit geldt voor aspect "ervaren ontwerpteam" (nr. 11) met M= 3,88 en SD=0,76 en aspect "ervaren uitvoeringsteam" (nr. 12) met M= 4,12 en SD=0,79. Wat hier vooral opvalt, zijn de lage waarden voor de standaardafwijking (SD). Daarnaast geldt voor twee aspecten dat ze ook een relatief positieve impact hebben. Dit zijn de aspecten "geo adviseur bewust onderdeel van projectorganisatie " (nr. 10) met M=3,79 en SD=1,23, en "focus op kwaliteit" (nr. 14) met M=3,79 en SD=1,15.

Impact per aspect

De beheersmaatregelen ter vermindering van geotechnisch falen worden geacht het meeste bij te dragen aan het aspect "kwaliteit". Dit is het geval bij 12 van de 14 beheersmaatregelen. Daarnaast wordt het aspect "kosten" tweemaal genoemd, welke ook vaak op de 2^{e} plaats komt. De aspecten waarvan wordt geacht dat de beheersmaatregelen weinig tot geen impact heeft gehad zijn "overlast", "persoonlijk letsel" en "reputatie".

Mate van voorkomen versus positieve impact

Voor dit onderzoek is het van belang om te kijken welke beheersmaatregelen nu het meest worden toegepast, maar die tegelijkertijd geacht worden de meest positieve impact te hebben. In Figuur 1.1 worden de 14 beheersmaatregelen afgezet tegen de gemeten gemiddelden. De gemiddelden voor de mate van toepassen corresponderen met 1= “nooit” en 5= “altijd”. De gemiddelden voor de mate van positieve impact correspondeert met 1= “zeer klein” en 5= “zeer groot”. Vectoren met een relatief hoge waarde geven aan dat de beheersmaatregel relatief vaak wordt toegepast, maar ook geacht worden een grote positieve impact te hebben. De meest opvallende beheersmaatregelen die relatief vaak worden toegepast, maar ook geacht worden een grote positieve impact te hebben zijn nr. 7, nr. 11 en nr. 12. Deze drie beheersmaatregelen zijn: geotechnicus geeft de randvoorwaarden/risico’s aan, ervaren en goed opgeleid ontwerpteam en ervaren en goed opgeleid uitvoeringsteam. Vanuit een ander opzicht vallen er ook twee beheersmaatregelen op. De eerste is nr. 2 “go/ no go momenten” en de tweede is nr. 3 “toelichting op ontwerp”.

Eigen ingebrachte beheersmaatregelen

Het overzicht van de eigen ingebrachte beheersmaatregelen is te vinden in bijlage 7. De voorgestelde beheersmaatregelen die overlap hebben of hetzelfde zijn als de eerder genoemde beheersmaatregelen worden cursief weergegeven. De eigen ingebrachte beheersmaatregelen hebben nogal wat overlap met de bestaande lijst van beheersmaatregelen. Daarom kan alleen het toezichtplan voor begeleidende toezichthouders als aanbeveling worden meegenomen. De eigen ingebrachte oorzaken zouden in een aanvullend onderzoek getoetst moeten worden.

5.4 Aanvullende analyses

Ten aanzien van geotechnische risico’s is een aantal stellingen geponeerd op een schaal van “geheel mee eens” (1) tot aan “geheel mee oneens” (5). Deze stellingen kunnen aan de hand van het gemiddelde en de standaarddeviatie worden geanalyseerd, zie ook Tabel 5.8. De stellingen zijn gesorteerd op het gemiddelde. De standaarddeviatie is een indicator voor de spreiding van uitkomsten rondom een gemiddelde. Hoe groter een standaarddeviatie hoe minder homogeen de antwoorden van de respondenten in de steekproef zijn geweest.

Tabel 5.8: Analyse stellingen t.a.v. risico’s (N=52)

Nr.	Stelling*	Gem (M)	St. Afwijking (SD)
1	Op basis van mijn persoonlijke voorkeuren en denkwijzen beoordeel ik geotechnisch risico's als belangrijk.	1,37	0,60
3	Om meer kennis van geotechnische risico's te verkrijgen, ga ik op zoek naar meer kennis.	1,94	0,80
11	In groepsverband wordt er kritisch gekeken naar geotechnische risico's.	2,06	0,78
9	Mijn kritische houding ten aanzien van geotechnische risico's wordt door de projectgroep als positief ervaren.	2,15	0,78
5	In mijn laatste project heb ik specifiek gestuurd op geotechnische risico's.	2,23	0,98
14	De aandacht van de media in bouwprojecten verhoogt de aandacht voor de beheersing van geotechnische risico's.	2,48	0,92
13	In onze organisatie wordt ten aanzien van geotechniek een risico gestuurde werkwijze toegepast.	2,62	0,95
8	In de toekomst (volgende projecten) geef ik meer aandacht aan geotechnische risico's.	2,67	0,99
7	Een geotechnisch incident in mijn laatste project heeft geleid tot passende beheersmaatregelen in een volgend project.	2,83	1,04

6	In mijn laatste project zijn nogal wat onjuiste inschattingen en keuzes gemaakt ten aanzien van geotechnische risico's.	3,44	0,98
12	Binnen onze organisatie zijn we ons te weinig bewust van de geotechnische risico's.	3,67	1,00
4	Binnenin mijn (project)organisatie wordt geen prioriteit gegeven aan geotechnische risico's.	3,90	0,89
2	Als individu heb ik weinig kennis van geotechnische risico's.	4,19	0,99
10	Om conflicten te vermijden blijven in groepsverband geotechnische risico's onbesproken.	4,21	0,78

** Gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1= "geheel mee eens" en 5= "geheel mee oneens".*

Het gemiddelde (M) van alle items is 2,84. Op basis van dit gegeven zijn de volgende items opvallend. Een aantal uitkomsten ligt onder het gemiddelde. Dat betekent dat de respondenten neigen *het eens* te zijn met de stellingen. Het beste voorbeeld is de stelling "importantie geotechniek" (nr. 1) met als gemiddelde (M)=1,37 en een standaardafwijking (SD)=0,60. Dit geeft aan dat veel respondenten het met de stelling eens zijn, maar ook dat er weinig spreiding bij de antwoorden voorkomt. Daarnaast zijn de respondenten het overwegend eens met de stelling "zoeken naar meer kennis" (nr. 3) met een M=1,94 en SD=0,80. Ook voor deze variabele geldt dat de SD erg laag is. Andere opvallende waarden zijn "sturen op risico's" (nr. 5) met M=2,23 en SD=0,98 "kritische houding risico's" (nr. 9) met M=2,15 en SD=0,78 en "groepsverband houding" (nr. 11) met M=2,06 en SD=0,78.

Ook is er een aantal uitkomsten dat boven het gemiddelde ligt. Dat betekent dat de respondenten neigen *het oneens* te zijn met de stellingen. Sterke uitkomst is aspect "weinig kennis" (nr. 2) met een M=4,19 en een SD=0,99 en "conflictvermijding in groep" (nr. 10) met M=4,21 en SD=0,78. Andere sterke uitkomsten zijn "prioriteit geven aan risico's" (nr. 4) met M=3,90 en SD=0,89 en "weinig bewust" (nr. 12) met M=3,67 en SD=1,00.

Voor alle andere waarden geldt dat ze te weinig afwijken van het gemiddelde en de spreidingen vrij hoog zijn. Dit maakt het lastig iets te kunnen zeggen over de antwoorden. Daarnaast kan in het algemeen worden gezegd dat de standaardafwijkingen van deze stellingen in vergelijking tot de oorzaken en beheersmaatregelen vrij laag zijn. Dit betekent dat de respondenten veelal dezelfde antwoorden geven en het dus overwegend met elkaar eens zijn.

Risico afweging

De respondenten zijn gevraagd om ten aanzien van zeven mogelijke schade effecten een keuze te maken wat het zwaarste weegt bij een risicovolle beslissing. In Tabel 5.9 wordt een overzicht gegeven van de zeven aspecten met de daarbij behorende gemiddelde en de standaardafwijking.

Tabel 5.9: Overzicht risicoafweging (N=52)

Aspect	Gemiddelde (M)*	Standaardafwijking (SD)	Rangvolgorde
Persoonlijk letsel	2,26	1,84	1
Fysieke schade	3,18	1,54	2
Kwaliteit	3,21	1,59	3
Kosten	3,66	1,52	4
Doorlooptijd	4,47	1,83	5
Reputatie	5,33	1,69	6
Overlast	5,70	1,42	7

** Gebruik gemaakt van een 7 punts schaal, 1= "meest belangrijke aspect" en 7= "onbelangrijkste aspect".*

Er zijn twee waarden die opvallen. Allereerst datgene wat het meest zwaarste weegt: “persoonlijk letsel”. Met M=2,26 en SD=1,84 op een rangorde schaal van 1 t/m 7 is dit een relatief sterke waarde. Daarnaast is de waarde “overlast” met een gemiddelde van 5,70 ook een bovengemiddelde waarde, met een lage SD=1,42. Dit betekent dat de meeste respondenten “overlast” niet belangrijk vonden bij risicovolle afwegingen. Opvallend is echter ook de tweede plek voor het aspect “fysieke schade”, met M=3,18 en SD=1,54 terwijl “reputatie” met M=5,33 en SD=1,69 juist opvalt omdat het op de 6e plek staat. De overige waarden liggen nagenoeg bij het totaalgemiddelde (3,97) en vertonen geen grote afwijkingen. Opvallend is dat imagoschade minder belangrijk wordt geacht door de meeste respondenten en groepen, terwijl dit juist één van de redenen was voor onder meer Rijkswaterstaat om deel te nemen aan het Geo-Impuls programma (paragraaf 2.2.1).

Echter, opvallend is de hoge standaarddeviatie onder de respondenten. Dit betekent dat er veel verschillende antwoorden zijn gegeven. Daarom is het dus interessant om te weten op welke wijze de vier verschillende hoofdactoren in de bouwsector antwoorden hebben gegeven. Deze analyse wordt in de volgende paragraaf uitgevoerd.

5.5 Vergelijkingsanalyses

In deze paragraaf worden een aantal vergelijkingsanalyses uitgevoerd. De eerste is de vergelijking tussen de belangrijkste hoofdactoren (type organisaties) in de bouwsector en hun percepties ten aanzien van risicovolle besluitvorming. De tweede vergelijking is eenzelfde vergelijking alleen dan tussen bouwers versus adviseurs

Hoofdactoren versus risicoafweging

In tegenstelling tot de vorige resultaten, waarbij alleen werd gekeken naar de rangvolgorde van de zeven aspecten wordt bij deze analyse gekeken hoe de verschillende organisaties scoren. Op basis daarvan vallen een aantal aspecten op ten opzichte van de totaalscores, zie ook Tabel 5.10. Vet/schuin en onderstreept nummer markeert het belangrijkste aspect, alleen een schuin gedrukte nummer is het daaropvolgend belangrijkste aspect.

De respondenten die als opdrachtgevende partij betrokken waren in projecten, vinden vooral de doorlooptijd, persoonlijk letsel en kosten belangrijk, maar overlast en reputatie niet. De uitvoerende partijen (bouwers) laten als enige groep een duidelijke voorkeur zien wat het belangrijkst is: persoonlijk letsel. Andere belangrijke aspecten zijn kosten, kwaliteit en fysieke schade. Wat totaal onbelangrijk wordt geacht is de overlast en reputatie. De adviesbureaus vinden persoonlijk letsel eveneens het belangrijkste aspect, en fysieke schade daaropvolgend. Totaal onbelangrijk is de overlast en reputatie. Er zijn te weinig respondenten die betrokken waren bij de kennisinstellingen om daar iets over te kunnen zeggen.

*Tabel 5.10: Type organisatie versus risico afweging (N=52)**

Type organisatie	kosten	Doorloop-tijd	kwaliteit	persoonlijk letsel	fysieke schade	Over-last	Reput-tie
Opdrachtgever (N=7)	***3,42***	3,43	3,71	*3,43*	3,71	5,00	5,29
Bouwers (N=17)	*3,12*	3,82	3,35	***1,88***	3,31	6,50	5,82
Adviesbureau (N=24)	4,00	5,23	3,08	***2,12***	*2,96*	5,48	5,08
Kennisinstelling (N=2)	6,00	*3,00*	***2,00***	4,00	-	4,50	4,50
Totaal (N=52	3,67	4,47	3,21	***2,26***	*3,18*	5,70	5,33

** Gebruik gemaakt van een 7 punts schaal, 1= “meest belangrijke aspect” en 7= “onbelangrijkste aspect”.*

Bouwers versus adviseurs

Ten aanzien van de twee grootste groepen uit de steekproef is een vergelijkingsanalyse uitgevoerd. Vanuit de groep “bouwers” zijn de adviseurs uitgesloten om vervolgens alleen “pure bouwers” mee te nemen voor een goede vergelijking. Reden hiervoor is dat steeds vaker “bouwers” hun eigen ontwerpers/adviseurs in dienst hebben om in te spelen op innovatieve contracten. Het totaal aantal “echte bouwers” bij deze vergelijking was N= 12 en “adviseurs” N=24. Deze tabellen zijn opgenomen in bijlage 7. De onderzochte variabelen zijn de oorzaken, beheersmaatregelen en de stellingen.

Oorzaken

Allereerst is gekeken naar de verschillende percepties in hoeverre bepaalde oorzaken van geotechnisch falen zich hebben voorgedaan. Daaruit zijn een aantal tegengestelde waarden opgevallen. Het sterkste verschil is oorzaak nr. 4, “de ontwerper krijgt niet de mogelijkheid gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven”. De andere is oorzaak nr. 6, “fouten in uitvoering geotechnisch constructie”. Voor deze twee oorzaken kan geobserveerd worden dat deze oorzaken bij de adviseurs “vaak tot altijd” voorkomt en bij de bouwers ”bijna nooit”. Andersom kan worden gesteld dat voor oorzaak nr. 2 “onvoldoende coördinatie in de projectorganisatie” bouwers aangeven dat dit “vaak tot altijd ” voorkomt en onder adviseurs “bijna nooit”.

Daarnaast is gekeken in welke mate de oorzaken een negatieve impact hebben op het project. Hiervoor zijn een aantal opvallende waarden geconstateerd. Ook hier is het sterkste verschil oorzaak nr. 4, “de ontwerper krijgt niet de mogelijkheid gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven”. Voor deze oorzaak kan geobserveerd worden dat de impact in negatieve zin bij de adviseurs “groot” is en de impact bij de bouwers ”klein”. Voor de andere twee oorzaken geldt dat de bouwers aangeven dat de impact “groot” is en de impact voor de adviseurs “klein”. Deze oorzaken zijn “onvoldoende communicatie van risico’s door ontwerper/opdrachtgever” (nr. 3) en “onjuiste geotechnische analyse” (nr. 11).

Rol van de opdrachtgever

Om tot een volledige vergelijking te komen is ook gekeken naar de rol van de opdrachtgever. Ten aanzien van de mate van voorkomen zijn ze het eens met de “adviseurs”. Ook zij vinden “vaak tot altijd” dat “de ontwerper niet de mogelijkheid krijgt om gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven” (nr. 4). Hetzelfde geldt voor de “fouten in uitvoering geotechnisch constructie” (nr. 6). Voor deze twee oorzaken kan geobserveerd worden dat deze oorzaken bij de adviseurs “vaak tot altijd” voorkomt en bij de bouwers ”bijna nooit”. Voor oorzaak nr. 2 “onvoldoende coördinatie in de projectorganisatie” bouwers vinden opdrachtgevers evenals adviseurs dat dit “bijna nooit” voorkomt. Overwegend zijn opdrachtgevers het eens met de adviseurs, wat te verklaren valt doordat de opdrachtgever zichzelf laat vertegenwoordigen door adviseurs in bouwprojecten.

Beheersmaatregelen & Stellingen

Ten aanzien van de beheersmaatregelen zijn de adviseurs, bouwers en opdrachtgevers het overwegend eens, er zijn geen grote afwijkingen zoals bij de oorzaken te constateren. Hetzelfde geldt voor de stellingen, hiervoor geldt ook dat de respondenten in grote mate eens zijn met de stellingen.

5.6 Correlatie analyse

In bijlage 9 wordt een overzicht gegeven van de correlatie analyse van de stellingen ten aanzien van risico’s. De correlatiecoëfficiënt (r_s) geeft de sterkte van het mogelijke verband aan tussen twee variabelen. Omdat het een relatief kleine steekproef betreft zullen de correlaties getoetst worden op

basis van een 90%-betrouwbaarheidsinterval. Er zijn echter ook significante correlaties die met een 95% betrouwbaarheid aangetoond kunnen worden[3].

Er zijn twee sterke correlaties te benoemen. De variabele “kritische houding in groepsverband” (nr. 11) correleert significant met “geen prioriteit geven” (nr. 4) op basis van een 95%-betrouwbaarheidsinterval. Er is sprake van een hoge significante negatieve correlatie tussen deze twee variabelen(r_s= -0.614, p<.01). Dit betekent concreet dat als respondenten een kritische houding aannemen in groepsverband, met een betrouwbaarheid van 95% gezegd kan worden dat in 66% van de gevallen de respondenten ook een binnen zijn/haar organisatie prioriteit wordt gegeven aan geotechnische risico’s. Eveneens correleert “conflictvermijding” (nr. 10) met “kritische houding in groepsverband” (nr. 11) negatief (r_s=-0.639, p<0.1). Dit betekent concreet dat als respondenten een kritische houding aannemen in groepsverband, met een betrouwbaarheid van 95% gezegd kan worden dat in 66% van de gevallen de respondenten ook conflicten niet uit de weg gaan om geotechnische risico’s te bespreken.

5.7 Discussie

Het belang van onderzoek op het gebied van geotechnisch falen werd al meerdere benoemd (van Tol, 2007; Avendaño Castillo, 2011). Dit onderzoek heeft een interessante en vooralsnog unieke bijdrage geleverd aan de bestaande literatuur ten aanzien van geotechniek en daaraan gerelateerde percepties van risico’s. Dit onderzoek heeft inzicht gegeven in de percepties van ervaren professionals over de meest frequent voorkomende oorzaken van geotechnisch falen, en de door hen meest toegepaste beheersmaatregelen om het falen te verminderen. Ook is inzichtelijke gemaakt welke oorzaken als meeste een negatieve impact hebben en welke beheersmaatregelen als meeste een positieve impact hebben. Tevens is onderzocht welke schade effecten van het falen de voorkeur heeft bij risicovolle besluitvorming, onderverdeeld naar de hoofdactoren in de bouwsector.

De resultaten van dit onderzoek worden beperkt doordat veel respondenten direct of indirect betrokken zijn/waren bij Geo-Impuls. Dit brengt een bepaalde vooringenomenheid (bias) met zich mee. In welke mate dit een positieve of negatieve invloed heeft kan moeilijk worden bepaald. Dit wil echter niet zeggen dat de resultaten onbetrouwbaar/onbruikbaar zijn. De respondentengroep bestond voornamelijk uit ervaren professionals die in grote mate affiniteit hebben met geotechniek, wat uiteraard de betrouwbaarheid en bruikbaarheid ten goede komt. Echter heeft een relatief groot aantal respondenten weinig werkervaring met geotechnisch risicomanagement. Vooral opvallend is het lage percentage werkerving met risicomanagement onder de groep ervaren respondenten. Dit is wellicht te verklaren doordat deze respondenten dermate ervaren zijn dat zij voornamelijk werken op basis van intuïtie en routine, en niet op een risico gestuurde werkwijze. Overigens is er ook een groep respondenten die aangeven wél ervaring te hebben met geotechnisch risicomanagement. In hoeverre dit daadwerkelijk geotechnisch risicomanagement is, kan moeilijk worden aangetoond. Echter, een hoger ervaringspercentage “ervaring met geotechnisch risicomanagement” kan aanzienlijk bijdragen aan reductie van geotechnisch falen. Doordat veel respondenten betrokken waren bij Geo-Impuls kunnen de resultaten lastig worden gegeneraliseerd naar de gehele populatie (bouwsector). Een grotere en uitgebreidere steekproef is benodigd om dit te bewerkstelligen.

[3] In de correlatiematrix zal de betrouwbaarheid van de significante correlaties als volgt aangeduid worden:
* significantie op basis van 90%-betrouwbaarheidsinterval, ** significantie op basis van 95%-betrouwbaarheidsinterval

Oorzaken

Voor de oorzaken zijn geen grote uitschieters geconstateerd, geotechnisch falen blijkt op te treden door een behoorlijk aantal oorzaken en is daarom lastig te reduceren (80-20 regel gaat niet op). Veel verschillende oorzaken vragen om veel verschillende oplossingen. Deze resultaten kunnen wellicht worden verklaard doordat de respondenten is gevraagd de enquête in te vullen op basis van hun laatst afgeronde project. Dit is wel beter voor het ophalen van herinneringen, maar geeft ook beperkingen. In het laatste project kan er wellicht niets fout zijn gegaan, maar in voorgaande projecten wel, met als gevolg dat er belangrijke informatie niet wordt achterhaald. Dit zou eventueel ook een verklaring kunnen zijn waarom sommige respondenten de enquête niet hebben afgerond.

Beheersmaatregelen

Voor de beheersmaatregelen zijn, evenals bij de oorzaken, geen grote uitschieters geconstateerd. De uiteenlopende oorzaken van geotechnisch falen vragen uiteraard logischerwijs om verschillende oplossingen. Ook hiervoor geldt dat de resultaten te wijten kunnen zijn aan het feit dat de respondenten is gevraagd de enquête in te vullen op basis van hun laatst afgeronde project. Wat verder opvalt, is dat oorzaken voornamelijk impact hebben op het aspect “kosten” en dat de beheersmaatregelen voornamelijk een impact hebben op “kwaliteit”. Daarnaast zullen ook niet veel respondenten zeggen dat ze beheersmaatregelen toepassen die niet effectief zijn. Vooralsnog is het nog niet mogelijk deze percepties te toetsen aan de feitelijke effectiviteit van de door de professionals aangegeven beheersmaatregelen. Een onafhankelijke toetsing van het effect van beheersmaatregelen is nodig in aanvullend onderzoek. Echter is wel achterhaald welke beheersmaatregelen het meeste zijn toegepast en welke volgens de respondenten worden geacht het meest een positieve impact te hebben.

Overige analyses

Op basis van diverse uiteenlopende theorieën zijn stellingen geponeerd. Bazerman (1994) heeft uitgebreid onderzoek gedaan naar besluitvormingsprocessen in groepsverband, en concludeerde dat groepen een afwijkend gedrag vertonen met betrekking tot het nemen van risico’s dan men op basis van afzonderlijke groepsleden zou verwachten. Uit de enquête bleek dat de respondenten wél hetzelfde gedrag vertonen. De respondenten geven aan dat een kritische houding ten aanzien van geotechnische risico’s als positief wordt ervaren in de projectgroep, en dat er in groepsverband ook kritisch naar deze risico’s wordt gekeken. Dit kan verklaard worden dat de meeste respondenten actief betrokken zijn bij Geo-Impuls en daarmee ook de intrinsieke motivatie hebben om de risico’s boven tafel te krijgen.

Ook is er een opvallend waarde geconstateerd bij een afweging van diverse schade effecten werd “imago schade” weinig ingevuld. Terwijl dit een van de bindende factoren bleek te zijn tussen alle partijen bij de oprichting van de Geo-Impuls, wat is bevestigd in de interviews (bijlage 1). Mogelijk komt dit door het beperkt aantal directeuren die geënquêteerd zijn (9%), terwijl er tijdens de oprichting van Geo-Impuls wel veel directieleden aanwezig waren. Het topmanagement is waarschijnlijk gevoeliger voor het imago van het bedrijf en de bedrijfstak.

Rijkswaterstaat is de grootste opdrachtgever in de sector en ondervindt veel last van geotechnisch falen. Ook zijn ze de initiator van het Geo-Impuls programma. Daarom is het opvallend dat er weinig opdrachtgevers medewerking hebben verleend aan de enquête (15,6%). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat respondenten van gemeentelijke ingenieursbureaus zoals IBA (Amsterdam), IbDH (Den Haag) en IGMR (Rotterdam), zichzelf zien als adviseur in plaats van opdrachtgever. Hetzelfde

verschijnsel deed zich voor onder kennisinstellingen aangesloten bij Geo-Impuls, er waren heel weinig respondenten in deze groep van hoofdactoren.

Bouwers versus adviseurs

Allereerst is gekeken naar de verschillende percepties tussen de verschillende hoofdactoren (bouwers-adviseurs-opdrachtgevers). Zoals eerder benoemd in bovenstaande discussie waren er te weinig respondenten onder de kennisinstellingen. Er zijn een aantal tegengestelde waarden opgevallen voor de oorzaken, maar niet voor de beheersmaatregelen en stellingen. Blijkbaar hebben de respondenten wel dezelfde ideeën om geotechnisch falen aan te pakken, maar verschillen ze van de oorzaak ervan. Dit kan komen omdat de adviseurs meer betrokkenheid willen bij de realisatie, terwijl bouwers vinden dat zij zelf deskundig genoeg zijn. Dit laatste kan worden verklaard vanwege een steeds vaker voorkomend concept. De grotere aannemers (BAM, Heijmans, VolkerWessels etc.) hebben steeds meer inhouse engineering (ontwerp) afdelingen. Hiermee wordt ingespeeld op de steeds meer toenemende vraag van integrale projectvoorbereiding. Waarbij de uitvoerende partij naast de uitvoering, ook het ontwerp verricht (design & construct, ook wel DC genoemd). Bij de resultaten van de vergelijking tussen bouwers en adviseurs is het belangrijk om dit in ogenschouw te nemen. Echter, met het toevoegen van inhouse engineering aan een uitvoeringsorganisatie, geeft het niet altijd de garantie dat de “kloof” tussen ontwerp en uitvoering wordt weggenomen.

Slot

In de Nederlandse bouwsector en ook op mondiaal niveau is geotechniek en geotechnisch falen een veel besproken onderwerp. Gezien de relatief beperkte wetenschappelijke kennis over dit complexe onderwerp en de huidige belangstelling en aandacht voor geotechniek zullen er nog vele onderzoeken (moeten) volgen. Dit onderzoek heeft zodoende een bijdrage geleverd aan een meer en diepgaander inzicht in de risicoperceptie van professionals in de GWW-sector ten aanzien van geotechnisch falen. Om een breder en betrouwbaarder beeld te krijgen van de risicoperceptie onder professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen is aanvullend onderzoek vereist. Dit aanvullend onderzoek staat al op de planning voor 2013. Om een nog beter beeld te kunnen schetsen (meer respondenten) hoe geotechnisch falen wordt beleefd, zou samenwerking gezocht moeten worden met overkoepelende partijen als Bouwend Nederland, Economisch Instituut Bouwnijverheid (EIB), NL Ingenieurs en KIVI NIRIA.

6 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zullen de conclusies en aanbevelingen aan de orde komen. Dit hoofdstuk heeft als doel antwoord te geven op de centrale onderzoeksvraag. In voorgaande hoofdstukken zijn de deelvragen beantwoord. De deelvragen hebben aan de ene kant gezorgd voor een gestructureerd onderzoek en aan de andere kant voor een goed onderbouwd antwoord op de centrale onderzoeksvraag. In dit hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen beschreven, welke antwoord geven op de centrale onderzoeksvraag:

> *"Wat zijn de percepties op het gebied van geotechnisch falen in projecten onder de verschillende partijen in de bouwbranche?"*

6.1 Conclusies

Op basis van de enquête resultaten onder een ervaren respondentengroep kan een aantal conclusies worden getrokken.

Oorzaken geotechnisch falen

Uit de enquête blijkt dat de meest frequent voorkomende oorzaak van geotechnisch falen is dat de ontwerper niet de mogelijkheid krijgt om tijdens de uitvoering van zijn ontwerp aanwijzingen te geven. Daarnaast kan worden gezegd dat fouten in de uitvoering van de geotechnische constructie geacht worden de meeste impact in negatieve zin te hebben op het project. De meest opvallende oorzaken die relatief vaak voorkomen, maar ook worden geacht een grote negatieve impact te hebben zijn: fouten in de uitvoering van de geotechnische constructie en een te positief beeld tijdens de besluitvorming. De oorzaken van geotechnisch falen worden geacht de meeste impact te hebben op het aspect "kosten". De aspecten waarvan wordt geacht dat de oorzaak weinig tot geen impact hebbe gehad zijn "overlast", "persoonlijk letsel" en "reputatie". Voor de oorzaken zijn verder geen grote uitschieters geconstateerd, geotechnisch falen blijkt op te treden door een behoorlijk aantal oorzaken en is daarom lastig te reduceren (80-20 regel gaat niet op).

Beheersmaatregelen geotechnisch falen

De meest toegepaste beheersmaatregel in de projecten van de respondenten is dat de geotechnicus de randvoorwaarden/risico's aangeeft die gelden bij het opvolgen van het ontwerp. Andere beheersmaatregelen die relatief vaak worden toegepast is het zorgdragen voor een ervaren en goed opgeleide ontwerp- en uitvoeringsteam. De beheersmaatregelen die geacht worden het meeste positief bij te dragen aan de projectprestaties, is het zorgdragen voor een ervaren en goed opgeleide ontwerp- en uitvoeringsteam. Deze beide aspecten worden beiden genoemd als *vaak toegepaste* beheersmaatregel die daarnaast ook nog eens een *positieve impact* hebben. Dit geldt ook voor de beheersmaatregel dat de geotechnicus de randvoorwaarden/risico's aangeeft. De beheersmaatregelen ter vermindering van geotechnisch falen worden geacht de meeste impact te hebben op het aspect "kwaliteit". De aspecten waarvan wordt geacht dat de beheersmaatregelen weinig tot geen impact heeft gehad zijn "overlast", "persoonlijk letsel" en "reputatie".

Hoofdactoren: bouwers versus adviseurs

Uit een vergelijking tussen de twee grootste groepen uit de steekproef zijn de volgende interessante constateringen op te merken. Voor twee oorzaken kan geobserveerd worden dat ze bij de adviseurs "vaak tot altijd" voorkomen en bij de bouwers "bijna nooit". Dit geldt voor de ontwerper die niet de mogelijkheid krijgt om gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven, en dat er fouten in de

uitvoering van de geotechnische constructie zijn. Het tegenovergestelde geldt voor de oorzaak dat er onvoldoende coördinatie in de projectorganisatie is. Hierbij geven de bouwers aan dat dit “vaak tot altijd” voorkomt en de adviseurs zeggen “bijna nooit”. Dat de ontwerper niet de mogelijkheid krijgt om gedurende de uitvoering aanwijzingen te geven, daarvan vinden de adviseurs dat de impact in negatieve zin op het project “groot” is en bij de bouwers ”klein”. Voor de andere twee oorzaken geldt dat de bouwers aangeven dat de impact “groot” is en de adviseurs “klein”. Deze oorzaken zijn onvoldoende communicatie van risico’s door ontwerper/opdrachtgever en een onjuiste geotechnische analyse.

Overige conclusies

Alle respondenten vinden op basis van haar/zijn persoonlijke voorkeuren en denkwijzen geotechnische risico’s belangrijk. Ook gaan veel respondenten, wanneer blijkt dat ze te weinig kennis hebben van geotechnische risico’s, op zoek naar meer kennis. Daarnaast hebben respondenten in hun laatste project vaak gestuurd op geotechnische risico’s. Tevens beamen de respondenten dat een kritische houding ten aanzien van geotechnische risico’s als positief wordt ervaren in de projectgroep, en dat er in groepsverband ook kritisch naar deze risico’s wordt gekeken. Daarnaast waren veel respondenten het volledig oneens dat ze te weinig kennis hebben van geotechnische risico’s. Hetzelfde geldt voor het feit dat er geen aandacht in de projectorganisatie aan geotechnische risico’s wordt gegeven, en dat risico’s in groepsverband niet worden besproken om conflicten te voorkomen. In navolging op individuele stellingen bleken ook een aantal stellingen samen te vallen (correleren). Met een betrouwbaarheid van 95% gezegd kan worden dat in 66% van de gevallen dat wanneer respondenten een kritische houding aannemen in groepsverband, ook binnen zijn/haar organisatie prioriteit wordt geven aan geotechnische risico’s. Daarnaast kan met een betrouwbaarheid van 95% gezegd worden dat in 66% van de gevallen wanneer respondenten een kritische houding aannemen in groepsverband, ook conflicten niet uit de weg gaan om geotechnische risico’s te bespreken.

Op basis van een geforceerde rangschikking bij risicovolle besluitvorming ten aanzien van geotechnisch falen zijn de volgende conclusies getrokken. Het allerbelangrijkste aspect, dat het meest zwaarste weegt is “persoonlijk letsel”. Het aspect “overlast” wordt minder belangrijk geacht bij risicovolle afwegingen. Opvallend is echter ook de tweede plek voor het aspect “fysieke schade”, terwijl “reputatie” juist opvalt omdat het op de 6^{e} plek staat. Dezelfde test, onderverdeeld naar de hoofdactoren, laat zien dat *opdrachtgevende* partijen vooral de kosten en doorlooptijd belangrijk vinden, maar persoonlijk letsel en kwaliteit minder. De *bouwende* partijen laten als enige groep een duidelijke voorkeur zien voor wat het belangrijkst is: persoonlijk letsel. Dit resultaat is vrij logisch door hun activiteiten en verantwoordelijkheden. Andere belangrijke aspecten zijn kosten en fysieke schade. Wat minder onbelangrijk wordt geacht is de overlast en reputatie. De *adviseurs* vinden persoonlijks letsel eveneens het belangrijkste aspect, en fysieke schade daaropvolgend. Minder belangrijk is de overlast en doorlooptijd.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kunnen de volgende aanbevelingen worden aangedragen.

Geo-Impuls programma

Uit de enquête is gebleken dat een aantal oorzaken frequent voorkomt en ook een grote impact heeft. Dit zijn de grootste “pijnpunten” volgens de ervaren respondentengroep. Uit de enquête is ook gebleken dat een aantal beheersmaatregelen frequent wordt toegepast en tevens een positieve impact heeft. Aanbevolen wordt om deze oorzaken en beheersmaatregelen bespreekbaar te maken gedurende Geo-Impuls vergaderingen en te evalueren in hoeverre de activiteiten in de bestaande werkgroepen aansluiten op de genoemde bevindingen. Een relatief groot aantal respondenten zegt weinig werkervaring met geotechnisch risicomanagement te hebben. Dit percentage verlagen kan aanzienlijk bijdragen aan reductie van faalkosten en vereist (grotere) inspanningen van de werkgroepen communicatie en opleiding (werkgroep 9).

Door een vergelijking te maken tussen de hoofdactoren “bouwers” en “adviseurs” zijn uiteenlopende percepties geconstateerd. De resultaten van deze vergelijking bevestigen de “kloof” tussen ontwerp uitvoering in de bouwsector. Aanbevolen wordt dat Geo-Impuls (de stuurgroep en kernteam) de resultaten van dit onafhankelijk onderzoek meeneemt als draagvlak voor het (her)opstarten van de werkgroep “kwaliteit in ontwerp en uitvoering”. De verschillende percepties van de twee partijen is de reden waarom deze werkgroep nog niet is gestart. Wellicht zien participerende partijen op basis van de enquêteresultaten het belang om in de toekomst samen te werken aan oplossingen, met als doel het verminderen van de kloof tussen ontwerp en uitvoering. Veel respondenten maakten gebruik van de mogelijkheid om zelf oorzaken en beheersmaatregelen aan te dragen. Deze eigen ingebrachte oorzaken en beheersmaatregelen worden voorgedragen als aanbevelingen voor Geo-Impuls, omdat deze wellicht nieuwe inzichten bieden. Deze oorzaken en beheersmaatregelen dienen nogmaals getoetst te worden. Deze eigen ingebrachte oorzaken en beheersmaatregelen zijn opgenomen in bijlage 8.

Enquête

Op basis van de dataverzameling blijkt dat veel respondenten de enquête niet geheel invulden. Na een analyse van de loggegevens kan gezegd worden dat de geschatte benodigde tijd (10 á 15 minuten), voor veel respondenten te kort is gebleken. Aanbevolen wordt om de enquête in te korten en te focussen op een aantal specifieke onderdelen (voornamelijk op de oorzaken en beheersmaatregelen). Daarnaast zijn de respondenten zijn gevraagd zich te focussen op het laatst uitgevoerde project. Wellicht gaf dit ook een aanleiding om de enquête eerder te onderbreken. Voor een volgende enquête zou het wellicht beter zijn deze toevoeging te verwijderen. Daarnaast kan het ook meer respons opleveren als de enquête buiten de vakantieperiodes om, wordt uitgezet. Deze aspecten hebben allemaal invloed op de grootte van de steekproef. Met behulp van deze aanbevelingen kan voor de her-meting in 2013 wellicht een grotere respons gegenereerd worden.

Meldpunt voor geotechnische incidenten

Voor het aanpakken van bouwincidenten ten aanzien van constructieve veiligheid is er een initiatief van het Platform Constructieve Veiligheid (ABC). Binnen ABC worden ‘bouwfouten’ geregistreerd die betrekking hebben op de constructieve veiligheid. Doel van deze registratie is om te leren van fouten uit het verleden en daarmee zorg te dragen voor veiliger bouwwerken. Dezelfde opzet zou ook prima kunnen werken voor geotechnisch falen, en enorm veel informatie kunnen opleveren over de mogelijke oorzaken, teneinde geotechnisch falen te verminderen.

Bronnen

De volgende bronnen zijn gebruikt voor het uitwerken van dit afstudeeronderzoek.

Wetenschappelijke literatuur

- Abbot, L. (1955). Quality and competition. New York: Columbia University Press.
- Abdul-Rahman, H. (1995). The cost of non-conformance during a highway project: a case study. Construction Management and Economics. 13, 23-32.
- Asselt, M.B.A., van (2000). *Perspectives on uncertainty and risk: the PRIMA approach to decision support,* Dordrecht: Kluwer.
- Atkin, C.K. (1973). Instrumental utilities and information seeking. In: P. Clarke (Ed.): New models for communication research, volume 2. Londen: Sage.
- Atkinson, A. (1998). "Human error in the management of building projects." Construction Management & Economics 16(3): 339.
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. International Journal of Project Management. 19 (6). 337-342.
- Atkinson, R., Crawford, L. and Ward, S. (2006). Fundamental uncertainties in project and the scope of project management. *International Journal of Project Management,* 24 (8), 687-698.
- Atkintoye, A.S. and MacLeod, M.J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International Journal of Project Management,* 15 (1), 31-38.
- Aven, T. en Kristensen, V. (2005). Perspectives on risk: review and discussion of the basis for establishing a unified and holistic approach. Reliability Engineering & System Safety, 90 (1), 1-14.
- Avendaño Castillo, J.E. (2011). An expert based investigation into the sources of failure costs in the Dutch industry. *To be published.*
- Bazerman, M.H. (1994). *Judgement in managerial decision making,* New York, John Wiley.
- Bea, R. G. (2006). "Reliability and Human Factors in Geotechnical Engineering." Journal of Geotechnical and Geo-environmental Engineering 132(5): 631-643.
- Buzzell, R. en Gale, B. (1987). The PIMS principles: Linking strategy to performance. New York: Free Press.
- Cameron, K.S. en Whetten, D.A. (1983). Organizational effectiveness: A comparison of multiple models. New York: Academic Press.
- Chapman, T.J.P. (2006). Key points of contention in framing assumptions for risk and uncertainty management. International Journal of Project Management, 24 (4), 303-313.
- Chapman, T.J.P., Staveren, M. Th. van., Stacey, T.R. en Hellings, J.E. (2007). Ground risk mitigation by better geotechnical design and construction management. First International Symposium on Geotechnical Safety & Risk. Tongji University, China.
- Claes, P. (2007). Risicomanagement. Vierde druk. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Clayton, C. C. R. I. (2001). Managing geotechnical risk : improving productivity in UK building and construction. London, Thomas Telford Publishing.
- Commissie Veerman (2009). Bouwen aan Verbinding. Projectbureau Noord/Zuidlijn. Gemeente Amsterdam.
- Crosby, P.B. (1979). Quality is free: The art of making quality certain. New York: New American Library.

- CUR (2010). Leren van geotechnisch falen (Learning from geotechnical failures in English). Gouda, Stichting CURNET. CUR report 227.
- Dam, van, A. (2009). De kunst van het falen. Derde druk. Amsterdam: AMBO
- Dorée, A.G. (2001). Dobberen tussen concurrentie en co-development, problematiek van samenwerking in de bouw. Faculteit der Technologie en Managemenet, Universiteit Twente.
- Douglas, M. en A. Wildavsky (1982). *Risk & Culture. An essay on the selection of technological & environmental dangers,* San Francisco, USA: University of California Press.
- Feigenbaum, A.V. (1951). Quality control: Principles, practice, and administration. New York: McGraw Hill.
- Flanagan, R., and Norman G. (1993). Risk management and construction, Blackwell Scientific Publications, Osney Mead, Oxford, London
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., and Rothengatter W. (2003) Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Freudenberg, W.R. (1988). Perceived risk, real risk: social science and the art of probabilistic risk management. Science, New Series. 242 (4875), 44-49.
- Gehner, E. (2003). Risicoanalyse bij projectontwikkeling. Amsterdam: Uitgeverij SUN.
- George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Gilmore, H.L. (1974). Product conformance cost. Quality progress, 7 (5), 16-19.
- Gliem, J.A en Gliem, R.R. (2003). Calculating, Interpreting and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales. Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education. The Ohio State University, Columbus, OH.
- Grönroos, C. (1983). Strategic management and marketing in the service sector. Cambridge. MA: Marketing Science Institute.
- Gutteling, J. M. en Kuttschreuter, M (2002). Beleving veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen en de consequenties voor communicatie met het publiek. Enschede: Universiteit Twente.
- Halman, J.I.M. (1994). Diagnosing risks in product innovation projects. *International Journal of Project Management*. 12 (7): 75-80.
- Halman, J.I.M. (ed.), (2008). *Risicomanagement in de bouw*. Aeneas, Boxtel.
- Hoek, E. en Palmeiri, A. (1998). Geotechnical risks on large civil engineering projects. International Association of Engineering Geologists, Vancouver, Canada.
- In het Veld, J. (2007). Analyse van organisatieproblemen. (Achtste druk ed.). Noordhoff Uitgevers B.V.
- Jaafari, A. 2001. Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: Time for a fundamental shift. International Journal of Project Management, 19 (2), pp. 89–101.
- Jaeger, C., Renn, O., Rosa, E., Webler, Th., (2002). Risk and Rational Action. Earthscan, London.
- Janis, I. (1972). Victims of groupthink. Boston: Houghton Mifflin.
- Juran, J.M. (1951). Quality control handbook. New York, McGraw-Hill
- Kahneman, D., en Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, Econometrica, XLVII (1979), 263-291.
- Kliem, R.L. en Ludin, I.S. (1997). Reducing Project Risk. Hampshire, Verenigd Koninkrijk: Gower.
- Knight, F.H. (2002). Risk, uncertainty and profit. United States of America: Beard Books.
- Levitt, T. (1972). Production-line approach to service. Harvard Business Review, 50 (5), 41-52.

- Loosemore, M., et al. (2006). *Risk management in projects,* Abingdon: Taylor & Francis.
- Love, P. en D. Edwards (2005). *"Calculating total rework costs in Australian construction* projects." Civil engineering and environmental systems 22(1): 11-27.
- Love, P.E.D. en Irani, Z. (2003). A project management quality cost information system for the construction industry. Information & Management. 40, 649-661
- MacCrimmon, K.R. en Wehrung, D.A. (1986). *Taking risks: the management of uncertainty,* New York: Free Press.
- March, J.G., Saphira, Z. (1987). *Managerial perspectives on risk and risk taking.* Management Science, 33, 1404-18.
- Miller, R. en Lessard, D. (2001). Understanding and managing risks in large engineering projects. International Journal of Project Management. 19 (8). 437-443
- Mitchell, J.K. (2009). Geotechnical Surprises-Or Are They? The 2004 H. Bolton Seed Lecture. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 135, No. 8. ASCE.
- Pablo. A.L., Sitkin, S.B., Jemison, D.B. (1996). Acquisition decision-making processes: the central role of risk. Journal of Management. Vol. 22 (5), 723-746.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. en Berry, L.L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. Journal of Marketing. 49, 41-50.
- Pidgeon, N.F., Hood, C., Jones, D., Turner, B. and Gibson, R. (1992). Risk perception. Ch 5 of Risk Analysis, Perception and Management: Report of a Royal Society Study Group, London, The Royal Society, 89-134.
- Reeves, C.A. en Bednar, D.A. (1994). Defining Quality: Alternatives and Implications. The Academy of Management Review, 19 (3), 419-445
- Ross, P.J. (1989). Taguchi techniques for quality engineering. New York: McGraw-Hill.
- Sitkin, S.B., Pablo, A.L. (1992). *Reconceptualizing the determinants of risk behaviour.* Academy of Management Review, 17 (1), 9-38.
- Slovic, P. (1972). Information processing, situation specificity, and generality of risk-taking behavior. Journal of Personality and Social Psychology, 22: 128-134.
- Slovic, P. (1987). 'Perception of risk'. Science (236), 280-285.
- Sowers, G. F. (1993) Human Factors in Civil and Geotechnical Engineering Failures. Journal of Geotechnical Engineering. Vol. 119. No. 2. ASCE.
- Trenter, N. (2003). Understanding and containing geotechnical risk. Proceedings of the ICE – Civil Engineering. 156 (1), 42-48.
- USP Marketing Consultancy (2008). *Faalkosten in de bouw naar hoogtepunt.*
- Van Staveren, M. Th. (2010-a). *Geotechniek in beweging, een praktijkgids voor risico gestuurd werken.* 1e druk. Enschede: Ipskamp Drukkers.
- Van Staveren, M. Th. (2010-b). *Incidenten Cobouw Analyse 2010. Intern Geo-Impuls document.*
- Van Staveren, M.Th. (2006). *Uncertainty and Ground Conditions: A Risk Management Approach*. First edition. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
- Van Tol, A.F. (2007). Schadegevallen bij bouwputten. *Cement.* 6, 6-13;
- Vermande, H.M. and Spalburg, M.G. (1998). *Risicomanagement in de bouw: een verkenning*, Rotterdam: Stichting Bouw Research.
- Vlek, C. A. J. (1990). *Beslissen over risicoacceptatie,* Den Haag: Gezondheidsraad.
- Wang, J. X. en M. L. Roush (2000). What every engineer should know about risk engineering and management. New York, Marcel Dekker Inc.

- Wearne, S. (2008). *Organisational lessons from failures. Proceedings of Institution of Civil Engineers*. ICE. Civil Engineering Vol. 161. Issue 6.
- Well-Stam, D. Van, Lindenaar, F., Kinderen, van, S., Bunt, van den, B.P. (2003). *Risicomanagement voor projecten: de RISMAN-methode toegepast.* Utrecht: Spectrum.
- Whitman, R.V. (2000). Organizing and Evaluating Uncertainty in Geotechnical Engineering. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 126 (7), 583-593.
- Wichers Hoeth, A.W. en Fleuren, K.G.A. (2001). De bouw moet om; op weg naar feilloos bouwen. Rotterdam: Stichting Bouwresearch. (SBR 491).
- Williams, T.M. (1996). The two-dimensionality of project risk, International Journal of Project management, 14(3): 185-186.
- Woudenberg, F. (2003). Communicatie bij incidenten: ramp of zegen? *Tijdschrift voor* veiligheid & veiligheidszorg (2), 3-15.

Methodologie literatuur

- Elling, R., Andeweg, B., de Jong, J. (2005). Rapportagetechniek. Derde druk. Groningen: Wolters- Noordhof.
- Iarossi, G. (2006). The Power of Survey Design: A User's Guide for Managing Surveys, Interpreting Results, and Influencing Respondents. Washington, D.C.: The World Bank.
- Kempen, P.M. en Keizer, J.A. (2000). Advieskunde voor praktijkstages. Organisatie verandering als leerproces. Groningen: Wolters-Noordhoff
- Verschuren, P. en Doorewaard, H. (2000). Het ontwerpen van een onderzoek. Derde druk. Utrecht: Lemma.
- Vocht, A., de (2005). Basishandboek SPSS 13 voor Windows. 1e druk. Utrecht: Bijleveld Press.

Websites

- Borchers, T. (1999). Groupthink. Ontleend op 22 februari 2011, van: http://www.abacon.com/commstudies/groups/groupthink.html
- Help, de Vinex zakt! Het probleem. Ontleend op 15 februari 2011, van: http://www.geodelft.nl/nl/page3991.asp
- Projectbureau Noord/Zuidlijn (2008). Lekkage diepwand Vijzelgracht. Ontleend op 15 februari 2011, van: http://www.noordzuidlijn.amsterdam.nl/@147505/pagina/
- SBR (2011). Wat zijn faalkosten. Faalkosten in de bouw Ontleend op 14 maart 2011, van http://www.faalkostenindebouw.nl/watzijnfaalkosten.html

Bijlagen

Bijlage 1: Samenvatting Interviews

Bijlage 2: Werkgroepen Geo-Impuls

Bijlage 3: Incidentenanalyse 2010

Bijlage 4: Testprotocol enquête inclusief resultaten

Bijlage 5: Uitnodiging tot Enquête

Bijlage 6: Enquête Geo-Impuls

Bijlage 7: Analyse bouwers (excl. Adviseurs) versus adviseurs

Bijlage 8: Eigen ingebrachte oorzaken en beheersmaatregelen

Bijlage 9: Correlatieanalyse

Bijlage 1: Samenvatting Interviews

Naam: *Bedrijf:* *Functie:* *Interview-onderwerp*	**Dhr. Anemaat** **Rijkswaterstaat** **Directeur**	**Dhr. Van den Berg** **Deltares** **Sectordirecteur**	**Dhr. Van Tol** **Deltares** **Professor Fundering-technieken**	**Dhr. Huisman** **BAM Infraconsult** **RAMS- Risk and Systems Engineer**	**Dhr. Moll** **Strukton N.V.** **Directeur**	**Mevr. Van Olst** **IBA Amsterdam** **Directeur**	**Samenvatting**
Motivatie deelname	Rijkswaterstaat is de grootste opdrachtgever in Nederland in de GWW-sector. Als publiek orgaan voelt men zich moreel verplicht de inzet van financiële middelen effectiever en efficiënter te maken.	Deltares is een kennisinstituut. Deltares is vooral betrokken als (technisch) adviseur. Deltares heeft dus kennisontwikkeling en verspreiding als motivatie en geen financiële motivatie. (belangrijk verschil!)	Idem.	Profiteren van de ontwikkelde Geo-Impuls producten en toepassen in eigen huidige projecten. Uiteindelijk zoekt BAM mogelijkheden voor financiële doeleinden, al denkt men dat Rijkswaterstaat financieel uiteindelijk nog het meeste wint.	Uit interesse voor samenwerking op gebied van Geotechniek, met als doel kennisontwikkeling en uitbreiden van het netwerk van specialisten. Dit dan toepassen in projecten.	IBA Amsterdam is een ingenieursbureau en is met name bezig met het ontwikkelen en toepassen van kennis. Door deelname meer kennis ontwikkeling op gebied van geotechniek.	Motivatie van de deelnemers lopen uiteen vanwege diverse redenen: financiën, imago, kennisontwikkeling. Bewustwording van geo problematiek is voor alle deelnemers een uitdaging, en doelstelling.
Rol van de deelnemer	Voorzitter van Stuurgroep.	Managementteam-lid.	Voorzitter van kernteam.	Managementteam-lid	Managementteam-lid	Managementteam-lid	-
Voortgang Geo-Impuls	Ziet veel werkgroepen moeite hebben met ontwikkelen van een PVA. Sommigen zijn al druk bezig, andere beginnen net. Maar er zijn inmiddels ook al nuttige opgeleverde producten.	Vooral op managementniveau bezig, en constateert hetzelfde als dhr. Anemaat.	Eerste resultaten in pilotprojecten zichtbaar.	Vind de doelstelling erg ambitieus. Benieuwd in hoeverre dit behaald kan worden. Daarnaast doen veel Geo-Impuls deelnemers het er “even bij”.	Vooral op managementniveau bezig. Constateert hetzelfde als dhr. Anemaat.	Risico’s betreffende geotechnisch falen worden beter geïnterpreteerd. Betrokken partijen worden bewuster en denken verder vooruit dan voorheen (gevolgen wordt beter op ingespeeld).	Deelname van zoveel diverse gerenommeerde bedrijven is al meerwaarde voor de bouwsector. Verdere ontwikkelingen realiseren in de werkgroepen is de volgende stap.
Verwachting- en afstudeer-onderzoeken	Benieuwd naar resultaten.	Goed dat er studenten kijken naar het programma met een kritische blik.	Ziet graag dat we geotechnisch falen uitdrukken in cijfers, maar weet uit ervaring dat dit een lastige opgave is.	Is benieuwd naar de resultaten van de onderzoeken. Ziet zeker kansen voor de toekomst.	Benieuwd naar de resultaten. Ziet Geo-Impuls als verbindende factor.	Wordt er daadwerkelijk geleerd van geotechnisch falen? Wat zijn de leermomenten?	Alle deelnemers zijn benieuwd naar de resultaten.

Bijlage 2: Werkgroepen Geo-Impuls

1. Geotechnische risicoverdeling in projecten; toepassing van de RV-G (Risicoverdeling Geotechniek) systematiek om geotechnische risico's te inventariseren en alloceren (T).
2. Grondonderzoek in de tenderfase; opmars naar een breed gedragen aanbeveling voor grondonderzoek bij specifieke oplossingsrichtingen in de bouw (O).
3. Kwaliteitscontrole van in de grond gevormde elementen; tekortkomingen aan in de grond gevormde elementen eerder kunnen opsporen (O).
4. Proceseisen geotechniek in contracten; over afgewogen eisen, het zichtbaar maken van geotechnische risico's en contractbeheersing in de bouw (T).
5. De ondergrond naar de voorgrond in projecten; toepassing van systematiek om vroegtijdig inzicht te krijgen in de geotechnische risico's bij projecten (S/T).
6. Kwaliteit in ontwerp en uitvoering; de veelal gescheiden werelden ontwerp en uitvoering komen nader tot elkaar bij dit onderwerp (O).
7. Betrouwbaar ondergrond model; een beter beeld van de ondergrond door verbeterde meet- en interpretatietechnieken (O).
8. Communicatie voor, door en rondom het programma, ter verbetering van het imago en de positionering van de sector (S).
9. Opleiding; invulling van onderwijs aan en opleiding van goed geschoolde (toekomstige) technici in de geo-engineering (S).
10. Metingen en modelverbetering; een beter begrip van geotechnische aspecten door koppeling van realtime metingen met voorspellingsmodellen (T/O).
11. Observational Method; robuuste en betaalbare projecten door sturing op basis van metingen en risico gestuurde scenario's (T/O).
12. Internationale samenwerking; uitwisselen van kennis met andere landen met de Geo-Impuls als focus (S/T).

Bijlage 3: Incidentenanalyse 2010

Geo-Impuls heeft als doelstelling een halvering van het geotechnisch falen in de bouwsector in 2015. Om deze doelstelling aantoonbaar te maken dienen nulmetingen en voortgangsmetingen te worden uitgevoerd. In dit hoofdstuk wordt de analyse van geotechnische incidenten (incidentenonderzoek) voor het jaar 2010 samengevat. De uitvoerige (wekelijkse) registratie is uitgevoerd door Deltares, in samenwerking met Van Staveren Risk Management (VSRM). VSRM heeft voor Geo-Impuls de dataverzamelingsmethode ontwikkeld, en verzorgd ook de jaarlijkse analyses en rapportages. Van Staveren (2010-b), heeft de eerste Cobouw incidentenanalyse van 2010 uitgevoerd en daar wordt in dit hoofdstuk verder bij stilgestaan.

Inleiding

De analyse is gebaseerd op totaal 36 incidenten, die zijn geregistreerd van week 1 t/m week 49 in het jaar 2010. Op basis van de inhoud van deze publicaties in de Cobouw zijn, voor zover mogelijk, de algemene kenmerken, de oorzaken en de effecten van de incidenten geclassificeerd en in een Excel-database opgeslagen.

Algemene informatie

Allereerst is een definitie van een geotechnisch incident vastgesteld. Onder een *geotechnisch incident* wordt verstaan: “het optreden van een gebeurtenis met negatieve effecten voor één of meerdere stakeholders, met één of meerdere oorzaken die te maken hebben met bouwen in grond, op grond of met grond.” Negatieve effecten kunnen zoals al eerder aangegeven, indirect (imagoschade, gevolgschade etc.) of direct (financieel) zijn.

De analyse van het algemene incident informatie betreft achtereenvolgens:

1. *Het aantal incidenten en de periode van optreden;*
   In totaal zijn er 36 incidenten in de Cobouw geregistreerd vanaf week 1 t/m week 49 van 2010. Dat is gemiddeld drie incidenten per maand. Opvallend is dat de meeste incidenten zich in de herfst en -wintermaanden voordoen.

2. *Het aantal malen dat over hetzelfde incident is gepubliceerd;*
   23 van de 36 incidenten (2/3 van het totaal) zijn 1 maal in de Cobouw gepubliceerd. Voor 9 incidenten (ongeveer 1/4 van het totaal) zijn tweemaal beschreven in de Cobouw. De overige 4 incidenten hebben Cobouw nog vaker gehaald.

3. *De geografische verdeling van de gepubliceerde incidenten;*
   De meeste incidenten (2/3 van het totaal zijn opgetreden in drie provincies: Noord-Holland (10 incidenten), Gelderland (7 incidenten) en Zuid-Holland (6) incidenten). Daarnaast zijn voor Noord-Brabant 3 incidenten gerapporteerd en Limburg 2. De overige provincies kenden elk 1 geotechnisch incident.

4. *Het type constructies, waarbij de incidenten zijn opgetreden;*
   De incidenten zijn ingedeeld in 6 typen constructies, waarop de geotechnische incidenten betrekking op hebben. Dit zijn aanleg of onderhoud van (1) bouwputten (2) ondergrondse leidingen of rioleringen, (3) fundering, (4) wegen, (5) tunnels en (6) overige.

In totaal 24 van de 36 incidenten (2/3) van het totaal), zijn opgetreden bij aanleg of onderhoud van (1) bouwputten (9 incidenten), (2) ondergrondse leidingen of rioleringen (8 incidenten) en (3) fundering (7 incidenten). Voor (4) wegen en (5) tunnels zijn respectievelijke 4 en 2 incidenten gepubliceerd. De overige 6 incidenten zijn ingedeeld in de categorie (6) overige.

5. *Het type gepubliceerde incidenten;*
   Het type incidenten is eveneens ingedeeld in 4 typen gebeurtenissen. Dit zijn (1) bezwijken (instorten), (2) deformaties (verzakkingen, zettingen, opdrijven, horizontale vervormingen), (3) lekkage, en (4) overige (archeologische vondsten etc.). De eerste drie type gebeurtenissen kan men rekenen als geotechnische gebeurtenissen.

   In totaal zijn kan men 22 van de 36 (2/3 van het totaal) gepubliceerde incidenten toekennen aan de geotechnische gebeurtenissen. 19 % van de gepubliceerde incidenten betrof (1) bezweken of gedeeltelijk bezweken constructies, 31% van de gepubliceerde incidenten betrof (2) deformaties, 11% van de gepubliceerde incidenten betrof (3) lekkages. De resterende 14 incidenten (1/3 van het totaal) valt in de groep (4) overige. 14 % van het totaal zijn beschadigingen van ondergrondse obstakels en 8% archeologische vondsten.

6. *Het type betrokken opdrachtgever;*
   In 28 van de 36 gepubliceerde incidenten (78%) betrof het een project of constructie met een publieke opdrachtgever of beheerder, waarvan in 24 gevallen (67%) gemeenten. De andere publieke opdrachtgevers zijn Rijkswaterstaat en waterschappen, beide 2 incidenten. In 6 van de 36 incidenten betrof het een (semi)private opdrachtgever) en in 2 gevallen is niet uit de publicatie op te maken of de opdrachtgever publiek of privaat is.

7. *Het type betrokken bouwbedrijf.*
   In 17 van de 36 gepubliceerde incidenten was af te leiden hoe groot het bouwbedrijf was. Bij 11 incidenten waren de bedrijven geclassificeerd als groot, 4 als middelgroot en de resterende 2 als klein.

Oorzaken geotechnische incidenten

De indeling van oorzaken van geotechnische incidenten is gebaseerd op het rapport van CUR (2010), *Leren van geotechnisch falen*, waarbij vijf oorzaken te onderscheiden zijn op drie verschillende niveaus. Sommige gepubliceerde incidenten vonden plaats op diverse niveaus, dat betekent dus dat één incident op twee niveaus voorkwam.

Micro niveau: falende professional en falende techniek

Op micro niveau zijn voor 12 van de 36 incidenten (1/3 van het totaal) mogelijke oorzaken door de professional afgeleid. Voor 19 van de 36 incidenten (ongeveer 1/2 van het totaal) zijn mogelijke oorzaken van de geotechniek afgeleid.

Meso niveau: falende projectorganisatie

Op organisatieniveau zijn voor 8 van de 36 incidenten 20 % van het totaal) mogelijke oorzaken voor de geotechnische incidenten aangegeven.

Macro niveau: falende bouwsector en falende externe factoren

Op macro niveau zijn in totaal 4 mogelijke oorzaken aangegeven, waarvan 1 betrekking heeft op de bouwsector en de 3 overige externe oorzaken zijn.

Effecten geotechnische incidenten

Voor de registratie van de effecten van de gepubliceerde geotechnische incidenten zijn 6 soorten effecten onderscheiden. Bij sommige incidenten zijn er meerdere effecten opgetreden en dit vertaalt zich dan ook terug in de volgende samenvatting.

1. *Optreden van slachtoffers:*
   In 5 van de 36 gepubliceerde incidenten (14%) zijn slachtoffers gevallen, waarvan 3 van 36 incidenten dodelijke slachtoffers.
2. *Optreden van fysieke schade*
   In 26 van de 36 gevallen is fysieke schade opgetreden, met bezwijken bij 6 (8%) incidenten en onbruikbaarheid door deformaties in 13 gevallen (36%).
3. *Optreden van imagoschade*
   In 15 van de 36 (40%) gepubliceerde incidenten is reputatieschade geregistreerd, waarbij het vooral negatieve publiciteit betrof.
4. *Optreden van kostenverhogen*
   Bij 3 van de 36 gepubliceerde incidenten (8%) bedragen de kostenverhogingen als gevolg van het opgetreden incident meer dan 1 miljoen euro. In 70% van de gevallen kon niet worden opgemaakt hoe hoog de kostenverhogingen waren.
5. *Optreden van vertragingen*
   Uit 17 van de 36 gepubliceerde incidenten (47%) konden vertragingen worden afgeleid, met een maximale lengte van 6 maanden.
6. *Optreden van overlast*
   In 20 van de 36 gepubliceerde gevallen is overlast geconstateerd, waarbij het meestal beperkte of korte overslag betrof. Bij een aantal incidenten (4) was de overlast welk zwaar en langdurig.

In de meeste gepubliceerde incidenten waren meerdere stakeholders de dupe van de geotechnische incidenten, waarbij in veel gevallen opdrachtgevers, aannemers en onderaannemers betrokken waren. Opvallend is dat ingenieursbureaus in geen enkel geval worden genoemd als betrokken partij.

Conclusies

De Cobouw Incidenten Analyse 2010 is de eerste systematische registratie (nulmeting) van de in de Cobouw gepubliceerde geotechnische incidenten. In de komende jaren tot en met 2015 wordt deze registratie voortgezet als voortgangsmetingen, waardoor eventuele trends zichtbaar kunnen worden. Daardoor is het momenteel lastig te zeggen of 36 gepubliceerde incidenten, gemiddeld 3 per maand, veel of juist weinig zijn. Wel kan worden aangenomen dat het daadwerkelijk aantal opgetreden incidenten hoger is, omdat niet alle incidenten de Cobouw zullen halen. Hoe groot het “topje van de ijsberg” van de in de Cobouw gepubliceerde incidenten verhoudingsgewijs ten opzichte van het totaal aantal opgetreden incidenten is, valt ook lastig in te schatten: bijvoorbeeld 20 %, 50 % of 80 %?

Wel is het aannemelijk dat de meest spraakmakende geotechnische incidenten de pers halen. Dit zullen in veel gevallen ook de incidenten met de grootste effecten zijn, omdat het anders geen nieuws is. De werkelijke effecten zijn naar verwachting groter, waarbij wederom op basis van de huidige informatie niet is aan te geven hoeveel groter.

In aanvulling op de algemene informatie en hun effecten blijkt dat voor elk geregistreerd geotechnisch incident minimaal één (mogelijke) oorzaak kan worden afgeleid uit de veelal vrij beknopte berichten in de Cobouw. Op basis van deze berichtgeving zijn de meeste oorzaken in te delen op het micro niveau van de professional en de geotechniek. Dit wijkt af van de bevindingen uit CUR (2010) waarbij ongeveer evenveel oorzaken op micro en meso niveau zijn gevonden. Een mogelijke verklaring is dat het identificeren van oorzaken op meso (organisatie) niveau een diepgaandere analyse van het geotechnische incident vereist, waarvoor de relatief beperkte informatie uit de Cobouw berichtgeving tekort schiet.

Ten slotte, uit de incidentenanalyse blijkt dat in alle gevallen meerdere partijen betrokken zijn bij de geotechnische incidenten en daar nadelige effecten van ondervinden. Naast opdrachtgevers en opdrachtnemers (aannemers en 8 onderaannemers) zijn dat bijvoorbeeld nutsbedrijven en bewoners nabij de bouwplaats waar de incidenten zijn opgetreden. Dit bevestigt dat de ambitieuze Geo-Impuls doelstelling van het halveren van geotechnisch falen in 2015 ons allen, opdrachtgevers, opdrachtnemers en derden, aangaat.

Bijlage 4: Testprotocol enquête inclusief testresultaten

Dit testprotocol is opgesteld en aan de deelnemers van de eerste testfase voorgelegd. Volgens Iraossi (2006) is de onderstaande checklist een goed uitgangspunt om de enquête en de vragen te controleren:

- Snappen de respondenten de doelstelling van de enquête?
- Voelen de respondenten zich op hun gemak bij het beantwoorden van de vragen?
- Is het taalgebruik van de enquête helder?
- Is de lengte van de enquête duidelijk?
- Zijn de antwoordkeuzes geschikt met de respondent zijn ervaring?
- Zijn er items waar een respondent lang over na moet denken voordat hij het beantwoord? Welke zijn dat?
- Welke vragen zorgen voor verwarring, irritatie of verlegenheid
- Zijn er vragen die antwoord bias genereren? Welke zijn dat?
- Zijn de verkregen antwoorden datgene wat je had verwacht, en liggen de resultaten in lijn met het doel van de enquête?
- Is er genoeg diversiteit gecreëerd in he verkrijgen van de antwoorden?
- Is de enquête te lang?
- Zijn er volgens jou test groep nog belangrijke zaken over het hoofd gezien?

Resultaten n.a.v. testen

Voordat de enquête werd uitgezet onder de respondenten zijn twee testfases doorlopen. De eerste testfase is een panel van studenten en de tweede testfase een panel van experts. De aanpassingen die hebben gevolgd na het uitvoeren van deze testfases zijn in deze bijlage vermeld.

Testfase 1: Studentenpanel

Deze testfase heeft als doel studenten feedback te laten geven op de enquête. De feedback bestaat uit diverse componenten, maar de voornaamste vraag is in hoeverre de gestelde vragen en stellingen juist worden geïnterpreteerd. Dit wordt getest door de studenten de enquêtes hardop te laten invullen. Elke testpersoon kreeg dezelfde enquête, nadat alle respondenten hun feedback hadden gegeven zijn diverse wijzigingen doorgevoerd:

- Duidelijker maken in de enquête wie je probeert te bereiken en welk nut dit dan heeft voor de respondent.
- De drie niveaus bij de oorzaken en beheersmaatregelen op micro-meso-macro structuur schept nogal wat verwarring. Dit kan later wel weer worden gestructureerd in de rapportage.
- De drie verschillende niveaus bij de drie type individuen brengt ook veel verwarring met zich mee. Daarnaast sluit het nogal wat groepen uit en zijn ze bovendien neerbuigend t.o.v. bijvoorbeeld geotechnische experts. Een lijst met functies toevoegen.
- Aantal stellingen in het begin kort formuleren en vervolgens meer aanvullende informatie geven. Respondenten kunnen er dan zelf voor kiezen om de aanvullende informatie te lezen, dit bevordert de doorlooptijd van de enquête. Daarnaast zijn een aantal stellingen vaag en onduidelijk genoteerd.
- Bij geforceerd rangschikken stonden nummers van 1 t/m 7. Duidelijker is om dit te veranderen naar 1ste plaats t/m 7^{e} plaats.

Testfase 2: Expertpanel

Deze tweede en laatste testfase is uitgevoerd in samenwerking met een aantal promovendi en docenten op de Universiteit Twente. Bewust is gekozen om testpersonen te kiezen die geen affiniteit hebben met geotechniek. Via deze extra 2^{e} test wordt voorkomen dat respondenten zonder kennis van geotechniek de stellingen niet begrijpen. Daarnaast zorgt deze testfase voor extra verbeteringen die de kwaliteit van de enquête ten goede komt. De volgende wijzigingen hebben zich voorgedaan:

- Een uitgebreidere toelichting bij de inleiding op begrippen geotechnisch incidenten en geotechnisch falen. Deze komen vaak voor maar een duidelijke afbakening ontbrak.
- Bij keuzevragen waarbij respondenten een “andere keuze” kunnen kiezen, lay-out technisch anders opmaken. Anders denken alle respondenten dat ze een toelichting moeten geven. Dat is alleen voor respondenten die een andere keuze maken dan de keuzemogelijkheden.
- Diverse stellingen zijn aangepast. Een aantal begrippen geven verwarring, zinsopbouw was soms ongelukkig, kleine toevoegingen etc.
- Inleidende zinnen toegevoegd om meer duidelijkheid te geven wat verwacht wordt van de respondent.
- Op de 5-punts schaal van geheel mee eens t/m geheel mee oneens werd als middelste keuze omschreven “noch mee eens, noch mee oneens”. Dit is vervangen voor ”neutraal”.

Bijlage 5: Uitnodiging Enquête

Boodschap voor in de nieuwsbrief en voor LinkedIn

Enquête: hoe denkt u over geotechniek en geotechnische risico's?

Om het aantal geotechnische incidenten in projecten te verminderen is afgelopen jaar projectbureau Geo-Impuls opgericht: een sectorbreed samenwerkingsverband van verschillende partijen uit de Nederlandse bouwsector.

Het is voor Geo-Impuls belangrijk om te weten wat uw ervaringen -als belanghebbende binnen de bouwsector- zijn over de toepassing van geotechniek in projecten. Dit helpt ons om te werken aan doelgerichte oplossingen die bijdragen aan het verminderen van geotechnisch falen en de gevolgen daarvan. Wij willen daarom naar uw mening en ervaringen vragen middels een online enquête.

Wij zouden het zeer op prijs stellen als u even de tijd neemt om onze enquête in te vullen. Het zal niet meer dan 10 minuten in beslag nemen en u doet ons daarmee een groot plezier. U kunt de enquête hier vinden.

Bij voorbaat dank.

Namens projectbureau Geo-Impuls,

Adam Ronhaar

Email kernteam

Geachte kernteamleden,

Geo-Impuls heeft als gewaagde doelstelling om in 2015 het geotechnisch falen in projecten met de helft te verminderen. Om deze doelstellig meetbaar te maken zijn er diverse onderzoeks sporen gestart, waarbij één volledig afhankelijk is van jullie medewerking.

Zoals jullie weten is Adam Ronhaar van de Universiteit Twente de laatste maanden druk bezig geweest met het ontwikkelen van een enquête voor Geo-Impuls. Om genoeg respondenten te vinden willen we jullie vragen de enquête in te vullen en te verspreiden onder je werkgroepleden. Indien mogelijk zou het ook fantastisch zijn als jullie en de werkgroepleden de enquête ook onder een aantal mensen in je netwerk wil verspreiden. Hoe meer resultaten verkregen worden des te betrouwbaarder de conclusies in het onderzoek zijn!

De enquête is online af te nemen en kan dus op elk gewenst moment in worden gevuld. Men kan HIER klikken om de enquête te starten (indien de link niet werkt zie onderstaande adres).

Graag ontvangen we jullie reacties voor 8 juli 2011. We stellen jullie medewerking zeer op prijs!

Met vriendelijke groeten,

Paul Litjens en Frits van Tol

Email stuurgroep

Geachte stuurgroepleden,

Geo-Impuls heeft als gewaagde doelstelling om in 2015 het geotechnisch falen in projecten met de helft te verminderen. Om deze doelstellig meetbaar te maken zijn er diverse onderzoeks sporen gestart, waarbij één volledig afhankelijk is van jullie medewerking.

Zoals jullie weten is Adam Ronhaar van de Universiteit Twente de laatste maanden druk bezig geweest met het ontwikkelen van een enquête voor Geo-Impuls. Om genoeg respondenten te vinden willen we jullie vragen de enquête in te vullen, en indien mogelijk te verspreiden onder een aantal mensen in je netwerk. Hoe meer resultaten verkregen worden des te betrouwbaarder de conclusies in het onderzoek zijn!

De enquête is online af te nemen en kan dus op elk gewenst moment in worden gevuld. Men kan HIER klikken om de enquête te starten (indien de link niet werkt zie onderstaande adres).

Graag ontvangen we jullie reacties voor 8 juli 2011. We stellen jullie medewerking zeer op prijs!

Met vriendelijke groeten,

Paul Litjens en Frits van Tol

Geo-Impuls

1. Inleiding

Geachte deelnemer,
Om het aantal geotechnische incidenten in projecten te verminderen is Geo-Impuls opgericht: een sectorbreed samenwerkingsverband met verschillende partijen uit de hele bouwsector. Geotechniek is de discipline van het ontwerpen en uitvoeren van constructies in, op of met de grond.

Met behulp van uw medewerking aan deze enquête kan een beeld geschetst worden hoe u, en daarmee de bouwsector de toepassing van geotechniek in projecten ervaart. Met de resultaten kan Geo-Impuls veel gerichter werken aan oplossingen. Deze oplossingen zouden bij moeten dragen aan het reduceren van geotechnische incidenten en de negatieve effecten.

De enquête resultaten worden vertrouwelijk behandeld. Indien gewenst kunt u op de hoogte worden gehouden van de resultaten. Dit kunt u kenbaar maken aan het einde van de enquête. Tussentijds onderbreken van de enquête is helaas niet mogelijk. Het invullen van deze enquête duurt ongeveer 10 minuten.

Het is belangrijk om u zelf bij het beantwoorden van de vragen te verplaatsen naar uw laatste project!

Alvast bedankt voor uw medewerking.
Adam Ronhaar
Geo-Impuls en Universiteit Twente

Geo-Impuls

2. Wijze van contact

1. Op welke wijze bent u in contact gekomen met deze enquête?

- [ ] Centrum voor Ondergronds Bouwen (COB)
- [ ] CROW
- [ ] CUR Bouw & Infra
- [ ] Deltares
- [ ] LinkedIn
- [ ] Persoonlijke benadering

Overige (geef nadere toelichting)

Geo-Impuls

3. Geotechnisch falen - Oorzaken

Verplaats uzelf naar uw laatste project, en geef antwoorden gebaseerd op uw ervaring.

1. Hoe kunt u dit laatste project het beste typeren?

Andere (geef nadere toelichting)

Geo-Impuls

2. De onderstaande lijst beschrijft de meest frequent voorkomende oorzaken van geotechnisch falen. Geef per oorzaak antwoord op de drie onderstaande vragen.

	Geef aan in hoeverre de volgende oorzaak zich heeft voorgedaan:	Welke invloed heeft dit in negatieve zin gehad op het project:	Op welk aspect had dit de meeste impact:
1. Onvoldoende aandacht binnen projectorganisatie voor de effecten van het bouwproject op de directe fysieke omgeving, zoals belendingen.			
2. Onvoldoende coördinatie in de projectorganisatie tussen delen van het project.			
3. De risico's die in het ontwerp aan de orde zijn geweest worden door de opdrachtgevende of ontwerpende organisatie onvoldoende gecommuniceerd naar de uitvoerende projectorganisatie.			
4. De ontwerper krijgt niet de mogelijkheid om tijdens de uitvoering van zijn ontwerp aanwijzingen te geven.			
5. Fouten in het ontwerp van de geotechnische constructie leiden tot geotechnisch falen.			
6. Fouten in uitvoering van de geotechnische constructie leiden tot geotechnisch falen.			
7. De projectorganisatie is zich onvoldoende bewust van geotechnische onzekerheden aan ontwerp en uitvoering.			
8. Teveel focus op lage kosten, i.p.v. aspecten als constructieve veiligheid en kwaliteit.			
9. Het ontwerp van de geotechnische constructie is onvolledig door het ontbreken van totaaloverzicht over het ontwerp.			
10. Onvoldoende robuustheid van het ontwerp leiden tot grotere gevoeligheid bij wijzigingen.			
11. Onjuiste geotechnische analyse.			

Geo-Impuls

12. Een te positief beeld tijdens de besluitvorming ten aanzien van geotechnische vraagstukken.			

3. Indien u zelf nog een oorzaak wilt aanwijzen, beantwoord dan de volgende vragen en benoem de zelf ingebrachte oorzaak vervolgens ook in de onderstaande tekstbox.

	Geef aan in hoeverre de volgende oorzaak zich heeft voorgedaan:	Welke invloed heeft dit gehad op het project	Op welk aspect had dit de meeste impact:
Eigen oorzaak 1			
Eigen oorzaak 2			

4. Noteer hier uw zelf ingebrachte oorzaak.

Geo-Impuls

4. Geotechnisch falen - Beheersmaatregelen

Verplaats uzelf naar uw laatste project, en geef antwoorden gebaseerd op uw ervaring.

1. De onderstaande lijst van beheersmaatregelen worden geacht het beste bij te dragen aan het verminderen van geotechnisch falen. Geef per beheersmaatregel antwoord op de drie onderstaande vragen.

	Geef aan in welke mate de volgende beheersmaatregelen zijn toegepast:	Welke invloed in positieve zin heeft dit gehad op het project:	Op welk aspect had dit de meeste impact:
1. Heldere Go/No go momenten tijdens de uitvoering.			
2. Terugkoppeling van wijzigingen in de uitvoering naar de ontwerpers.			
3. Uitvoerder/ onderaannemer krijgt een toelichting op het ontwerp voor het starten van de uitvoering.			
4. Opvolging geven aan monitoring gegevens indien afwijkend van de ontwerpuitgangspunten.			
5. Bewustzijn van geotechnisch risico's bevorderen.			
6. Controleren van het ontwerp met een eenvoudig en doorzichtig rekenmodel.			
7. Geotechnicus geeft altijd aan welke randvoorwaarden / risico's gelden bij het opvolgen van het ontwerp.			
8. Geotechnisch ontwerp afsluiten met een monitoring plan (om terugkoppeling van de ontwerpaannames in de uitvoering te krijgen).			
9. Toetsing van het ontwerp door een tweede professional voorafgaand aan de uitvoering.			
10. De geo adviseur bewust onderdeel maken van de projectorganisatie tijdens ontwerp & uitvoering.			

Geo-Impuls

11. Zorg voor een ontwerpteam met relevante ervaring en opleiding.			
12. Zorg voor een voldoende ervaren uitvoeringsteam.			
13. Gebruik maken van risicomanagement tijdens het gehele project (voor zowel uitvoering als ontwerp).			
14. Leg de focus op kwaliteit (niet op laagste prijs) tijdens het gehele bouwproces.			

2. Indien u zelf nog een beheersmaatregel wilt aanwijzen, beantwoord dan de volgende vragen en benoem de zelf ingebrachte beheersmaatregel vervolgens ook in de onderstaande tekstbox.

	Geef aan in welke mate de volgende beheersmaatregelen zijn toegepast:	Welke invloed heeft dit in positieve zin gehad op het project:	Op welk aspect had dit de meeste impact:
Eigen beheersmaatregel 1			
Eigen beheersmaatregel 2			

3. Noteer hier uw zelf ingebrachte beheersmaatregel.

Geo-Impuls

5. Geotechnische risico's

De vragen op deze pagina gaan over uw mening ten aanzien van geotechnische risico's.

1. In hoeverre bent u het eens met de volgende stellingen?

	geheel mee eens	mee eens	neutraal	mee oneens	geheel mee oneens
Op basis van mijn persoonlijke voorkeuren en denkwijzen beoordeel ik geotechnisch risico's als belangrijk.	◯	◯	◯	◯	◯
Als individu heb ik weinig kennis van geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯
Om meer kennis van geotechnische risico's te verkrijgen, ga ik op zoek naar meer kennis.	◯	◯	◯	◯	◯
Binnenin mijn (project)organisatie wordt geen prioriteit gegeven aan geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯
In mijn laatste project heb ik specifiek gestuurd op geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯
In mijn laatste project zijn nogal wat onjuiste inschattingen en keuzes gemaakt ten aanzien van geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯
Een geotechnisch incident in mijn laatste project heeft geleid tot passende beheersmaatregelen in een volgend project.	◯	◯	◯	◯	◯
In de toekomst (volgende projecten) geef ik meer aandacht aan geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯

Geo-Impuls

2. In hoeverre bent u het eens met de volgende stellingen?

	geheel mee eens	mee eens	neutraal	mee oneens	geheel mee oneens
Mijn kritische houding ten aanzien van geotechnische risico's wordt door de projectgroep als positief ervaren.	◯	◯	◯	◯	◯
Om conflicten te vermijden blijven in groepsverband geotechnische risico's onbesproken.	◯	◯	◯	◯	◯
In groepsverband wordt er kritisch gekeken naar geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯
Binnen onze organisatie zijn we ons te weinig bewust van de geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯
In onze organisatie wordt ten aanzien van geotechniek een risico gestuurde werkwijze toegepast.	◯	◯	◯	◯	◯
De aandacht van de media in bouwprojecten verhoogt de aandacht voor de beheersing van geotechnische risico's.	◯	◯	◯	◯	◯

3. Wanneer u een risicobeslissing neemt, welk aspect weegt dan bij u het zwaarst?
(Plaats het aspect wat het zwaarste weegt op plaats 1, en het minst zware op plaats 7)

	1e plaats	2e plaats	3e plaats	4e plaats	5e plaats	6e plaats	7e plaats
doorlooptijd	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯
fysieke schade	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯
kosten	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯
kwaliteit	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯
overlast	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯
persoonlijk letsel	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯
reputatie	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯

Geo-Impuls

6. Overige gegevens

Tot slot, deze pagina gaat in op een aantal algemene vragen.

1. In welke sector van de bouwbranche bent u actief?

◯ Grond, -Weg en Waterbouw (GWW) ◯ Utiliteitsbouw ◯ Woningbouw

2. Bent u bekend met het Geo-Impuls programma?

☐ ja, ben actief betrokken.

☐ ja, maar ben niet actief betrokken.

☐ nee, maar ben wel geïnteresseerd.

☐ nee, ben ook niet geïnteresseerd.

3. In welke type organisatie bent u werkzaam?

◯ Opdrachtgever ◯ Bouwer ◯ Adviesbureau ◯ Kennisinstelling

4. Welke functie vervult u momenteel?

☐

Overige (geef nadere toelichting)

5. Hoeveel jaar relevante werkervaring heeft u in de bouwsector?

◯ 0-2 jaar ◯ 3-5 jaar ◯ 6-10 jaar ◯ 11-20 jaar ◯ 21 jaar of langer

6. Hoeveel jaar relevante werkervaring heeft u met geotechniek?

◯ 0-2 jaar ◯ 3-5 jaar ◯ 6-10 jaar ◯ 11-20 jaar ◯ 21 jaar of langer

Geo-Impuls

7. Hoeveel jaar relevante werkervaring heeft u met geotechnisch risicomanagement?

◯ 0-2 jaar ◯ 3-5 jaar ◯ 6-10 jaar ◯ 11-20 jaar ◯ 21 jaar of langer

8. Wilt u op de hoogte worden gehouden van de enquête resultaten?
(naar verwachting wordt het onderzoek in augustus afgerond)

◯ ja

◯ nee

Uw emailadres kunt u hier invullen:

9. Wilt u tot slot nog een vraag stellen over het Geo-Impuls programma of naar aanleiding van deze enquête, dan kunt u een bericht achterlaten in onderstaande tekstvak.

Geo-Impuls

7. Afsluiting

Hartelijk dank voor uw medewerking!

Onderstaande partijen hebben een belangrijke bijdrage geleverd aan de totstandkoming van deze enquête.



UNIVERSITEIT TWENTE.

Bijlage 7: Analyse bouwers (excl. adviseurs) versus adviseurs

Oorzaken

Mate van voorkomen(a)

Adviseurs (N=24)			**Bouwers (N=12)**			**Opdrachtgever (N=7)**		
1	2,38	1,06	11	2,28	1,07	9	2,25	1,04
11	2,39	1,02	**4**	2,44	1,33	1	2,38	1,19
9	2,73	1,08	1	2,50	0,52	11	2,50	0,93
2	2,85	1,08	5	2,50	0,86	3	2,63	1,06
3	2,92	1,09	**6**	2,72	0,58	7	2,75	1,28
5	2,96	1,25	9	2,72	1,08	**2**	2,88	1,55
8	3,08	1,26	3	3,06	1,30	5	3,00	0,76
7	3,11	1,03	10	3,06	0,99	12	3,00	1,31
6	3,15	1,26	7	3,11	1,08	**6**	3,13	1,13
10	3,15	1,28	8	3,22	1,00	8	3,38	1,51
12	3,27	1,19	**2**	3,28	0,75	10	3,38	1,69
4	3,54	1,21	12	3,39	0,92	**4**	4,00	1,31
Nr.	Gemiddelde	Afwijking	Nr.	Gemiddelde	Afwijking	Nr.	Gemiddelde	Afwijking

Negatieve impact (b)

Adviseurs			**Bouwers**			**Opdrachtgever**		
9	2,62	1,36	9	2,29	1,14	9	2,13	1,13
8	2,81	1,39	1	2,44	0,92	**3**	2,63	1,19
3	2,85	1,29	**4**	2,50	1,54	**11**	2,63	1,40
11	2,88	1,53	8	2,67	0,97	12	2,63	0,92
1	2,92	1,35	10	2,83	1,15	1	2,63	1,19
2	2,96	1,00	2	2,94	0,87	8	2,88	0,99
4	3,12	1,42	**3**	2,95	1,70	2	3,00	1,60
10	3,19	1,33	7	3,11	0,83	7	3,00	1,51
12	3,19	1,41	**11**	3,11	1,64	10	3,00	1,69
7	3,23	1,11	6	3,17	1,10	**4**	3,13	1,46
5	3,46	1,68	5	3,22	1,40	6	3,25	1,04
6	3,96	1,31	12	3,67	1,33	5	3,38	0,92
Nr.	Gemiddelde	Afwijking	Nr.	Gemiddelde	Afwijking	Nr.	Gemiddelde	Afwijking

a = gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1="nooit" en 5= "altijd".
b = gebruik gemaakt van een 5 punts schaal, 1= "zeer klein" en 5= "zeer groot".

Bijlage 8: Eigen ingebrachte oorzaken en beheersmaatregelen

De cursief weergegeven oorzaken en beheersmaatregelen hebben overlap met de reeds opgestelde oorzaken en beheersmaatregelen voor dit onderzoek. Achter deze cursief weergegeven oorzaken en beheersmaatregelen staat een aspect nr. die correspondeert met de lijst met oorzaken en beheersmaatregelen van dit onderzoek.

Eigen ingebrachte oorzaak	**Mate van voorkomen**	**Negatieve impact**	**Invloed op aspect**
Onvoldoende terugkoppeling met CAR-verzekeraar over risico inventarisatie.	Bijna Altijd	Groot	Kwaliteit
Bezuinig niet op het nodige grondmechanica onderzoek in de ontwerpfase van het project.	-	-	-
Bodemgesteldheid wijkt af van veldonderzoek. (nr.11)	Altijd	Zeer groot	Kosten
Raakvlak geotechnisch ontwerp en constructief ontwerp onvoldoende geanalyseerd.	Altijd	Weet niet	Kwaliteit
Beperkte monitoring tijdens uitvoering.	Altijd	Zeer groot	Kosten
Communicatie.	Altijd	Weet niet(??)	Kosten
Onvoldoende grondonderzoek (nr. 11)	Nooit	Weet niet	Kosten
Grondonderzoek te laat beschikbaar.	Nooit	Weet niet	Kosten
Onvoldoende info in doorbuigen damwand t.a.v. waterdicht lassen, of onvoldoende laswerk;	Altijd	Zeer groot	Kosten
De omgeving bestaat uit kademuren, woningen op staal waarvan weinig of niets bekend is. Dat vergt veel analyse en impact t.b.v. PVE;	Altijd	Zeer groot	Kwaliteit
Onvoldoende kennis uitvoerend personeel in combinatie met ontbreken van inspecties door geotechnisch ontwerper (nr. 6).	Altijd	Zeer groot	Kwaliteit
Bij geotechnische hulpconstructie geen oog voor nette afwerking constructief beton; geen nette naden mogelijk.	Bijna nooit	Zeer groot	Kosten
Geotechnische ontwerpers bij aannemers worden soms onder druk gezet door eigen organisatie om optimistische aannamen te doen in het ontwerp. (nr. 12)	Nooit	Zeer groot	Kwaliteit
Onvoldoende verdichten van aangebrachte grond.	Altijd	Zeer groot	Kosten
Niet tijdig laten reviewen van geotechnisch ontwerp.	Altijd	Zeer klein	Doorlooptijd
Afwijkende grondopbouw	Altijd	Zeer groot	Doorlooptijd
Verkeerde aanname geohydrologische parameters	Altijd	Weet niet	Doorlooptijd

Eigen ingebrachte beheersmaatregel	Mate van voorkomen	Positieve impact	Invloed op aspect
2x Risicomanagement in voorbereiding en uitvoering (nr.13)	Bijna nooit	Zeer klein	Kwaliteit
Toezichtplan voor begeleiding toezichthouders;	Bijna nooit	Zeer klein	Kosten
Bij funderingswerkzaamheden altijd de omgeving monitoren (nr. 4)	Altijd	Zeer groot	Kosten
Onafhankelijke toetsende partij inschakelen (nr. 9);	Altijd	Groot	Kosten

Bijlage 9: Correlatieanalyse Stellingen

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Pearson Correlation	1	-,421**	,004	-,376**	,289*	-,081	,230	,074	,300*	-,256	,250	-,387**	,184	,318*
	Sig. (2-tailed)		,002	,978	,006	,038	,568	,100	,602	,031	,067	,074	,005	,193	,022
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
2	Pearson Correlation	-,421**	1	-,109	,066	-,328*	-,009	-,328*	,046	-,116	,201	-,320*	,163	,018	-,147
	Sig. (2-tailed)	,002		,441	,643	,017	,952	,018	,748	,414	,153	,021	,248	,902	,299
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
3	Pearson Correlation	,004	-,109	1	-,063	-,057	-,017	,152	,199	,046	-,201	,005	-,024	,047	,118
	Sig. (2-tailed)	,978	,441		,659	,686	,906	,282	,157	,746	,154	,969	,867	,739	,404
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
4	Pearson Correlation	-,376**	,066	-,063	1	-,355**	,162	-,187	,008	-,233	,427**	**-,614****	,512**	-,552**	-,086
	Sig. (2-tailed)	,006	,643	,659		,010	,251	,184	,954	,096	,002	,000	,000	,000	,544
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
5	Pearson Correlation	,289*	-,328*	-,057	-,355**	1	-,067	,289*	-,022	,441**	-,245	,265	-,180	,306*	-,060
	Sig. (2-tailed)	,038	,017	,686	,010		,635	,038	,878	,001	,079	,058	,201	,027	,672
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
6	Pearson Correlation	-,081	-,009	-,017	,162	-,067	1	,153	,051	-,014	,159	-,060	,130	,144	-,045
	Sig. (2-tailed)	,568	,952	,906	,251	,635		,278	,718	,922	,262	,673	,358	,309	,752
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
7	Pearson Correlation	,230	-,328*	,152	-,187	,289*	,153	1	,249	,082	,070	,230	-,036	,208	,150
	Sig. (2-tailed)	,100	,018	,282	,184	,038	,278		,075	,564	,620	,101	,798	,139	,288
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
8	Pearson Correlation	,074	,046	,199	,008	-,022	,051	,249	1	-,189	,144	-,052	,247	-,032	,177
	Sig. (2-tailed)	,602	,748	,157	,954	,878	,718	,075		,179	,309	,716	,078	,821	,209

	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
9	Pearson Correlation	,300*	-,116	,046	-,233	,441**	-,014	,082	-,189	1	-,250	,212	-,387**	,399**	-,023
	Sig. (2-tailed)	,031	,414	,746	,096	,001	,922	,564	,179		,073	,131	,005	,003	,870
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
10	Pearson Correlation	-,256	,201	-,201	,427**	-,245	,159	,070	,144	-,250	1	**-,639****	,267	-,100	,020
	Sig. (2-tailed)	,067	,153	,154	,002	,079	,262	,620	,309	,073		,000	,056	,481	,890
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
11	Pearson Correlation	,250	-,320*	,005	**-,614****	,265	-,060	,230	-,052	,212	**-,639****	1	-,377**	,295*	,015
	Sig. (2-tailed)	,074	,021	,969	,000	,058	,673	,101	,716	,131	,000		,006	,034	,914
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
12	Pearson Correlation	-,387**	,163	-,024	,512**	-,180	,130	-,036	,247	-,387**	,267	-,377**	1	-,298*	-,081
	Sig. (2-tailed)	,005	,248	,867	,000	,201	,358	,798	,078	,005	,056	,006		,032	,566
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
13	Pearson Correlation	,184	,018	,047	-,552**	,306*	,144	,208	-,032	,399**	-,100	,295*	-,298*	1	,171
	Sig. (2-tailed)	,193	,902	,739	,000	,027	,309	,139	,821	,003	,481	,034	,032		,226
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
14	Pearson Correlation	,318*	-,147	,118	-,086	-,060	-,045	,150	,177	-,023	,020	,015	-,081	,171	1
	Sig. (2-tailed)	,022	,299	,404	,544	,672	,752	,288	,209	,870	,890	,914	,566	,226	
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

GEOTECHNISCH FALEN

HET BOUWEN VAN CONSTRUCTIES MET STAAL, BETON OF HOUT IS DOORGAANS GOED TE OVERZIEN. MAAR BOUWEN IN, OP OF MET DE GROND IN NEDERLAND BLIJKT IN DE PRAKTIJK COMPLEXER. BEREKENINGEN TEN AANZIEN VAN GRONDEIGENSCHAPPEN ZIJN NIET ALTIJD EVEN BETROUWBAAR, DIT LEVERT REGELMATIG GROTE PROBLEMEN OP IN DE AANLEG- EN GEBRUIKSFASE VAN CIVIELTECHNISCHE PROJECTEN. DEZE PROBLEMEN WORDEN MEESTAL UITGEDRUKT IN ONDER ANDERE EXTRA KOSTEN, OMGEVINGSSCHADE, GEVOLGSCHADE, ONVEILIGHEID EN IMAGOSCHADE.

DEZE RAPPORTAGE BESCHRIJFT HET ONDERZOEK DAT IS UITGEVOERD IN OPDRACHT VAN GEO-IMPULS: EEN VERKENNING NAAR DE RISICOPERCEPTIE VAN PROFESSIONALS IN DE BOUWSECTOR TEN AANZIEN VAN GEOTECHNISCH FALEN.
GEO-IMPULS IS EEN SECTOR-BREED SAMENWERKINGSVERBAND VAN VERSCHILLENDE TOONAANGEVENDE HOOFDACTOREN UIT DE NEDERLANDSE BOUWSECTOR. OP BASIS VAN DIT ONDERZOEK KRIJGT GEO-IMPULS EEN GOED BEELD HOE HET ONDERWERP WORDT BELEEFD IN DE NEDERLANDSE BOUWSECTOR. MET HET ACHTERHALEN VAN DEZE PERCEPTIES KAN GEO-IMPULS VEEL DOELGERICHTER WERKEN AAN OPLOSSINGEN DIE BIJDRAGEN AAN HET VERMINDEREN VAN GEOTECHNISCH FALEN EN DE GEVOLGEN DAARVAN.
NIET ALLEEN VOOR MENSEN DIE BETROKKEN ZIJN BIJ DE UITVOERING VAN GEOTECHNISCHE ASPECTEN BIJ BOUWPROJECTEN IS DEZE RAPPORTAGE INTERESSANT.
OOK JUIST VOOR DE PROFESSIONALS IN DE BOUWSECTOR DIE MEER INZICHT WIL KRIJGEN IN HET ONDERWERP GEOTECHNISCH FALEN. DEZE RAPPORTAGE BEOOGT NAMELIJK HET GEZAMENLIJKE DOEL VAN GEO-IMPULS, MAAR OOK VAN VEEL PROFESSIONALS IN DE BOUWSECTOR: HET VERMINDEREN VAN HET GEOTECHNISCH FALEN!

ONTWERP: ZEE.NL