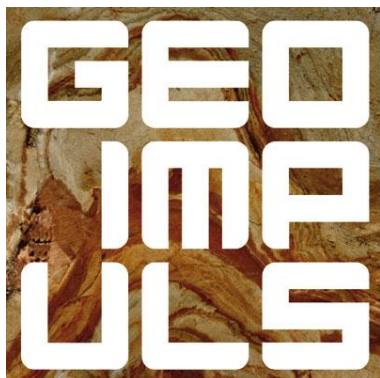


ORGANISATIE MATURITY IN GEOTECHNISCH RISICOMANAGEMENT

De ontwikkeling van een
geotechnisch risicomanagement maturity model
(GeoRMMM)

6 januari 2014

Colofon



Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Master Civil Engineering and Management

Bezoekadres Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede
Postadres Postbus 217
7500 AE Enschede
Website <http://www.utwente.nl/cem/>

Eerste begeleider: Prof. Dr. ir. J. I.M. (Joop) Halman
Tweede begeleider: Dr. S. H.S. (Saad) Al-Jibouri

Rijkswaterstaat
Initiator Geo-Impuls

Bezoekadres: Griffioenlaan 2
3526 LA Utrecht
Postadres: Postbus 24094
3502 MB Utrecht

Dagelijkse
begeleiders: Dr. Ir. M.Th. (Martin) van Staveren
MBA
Ir. P.M.C.B.M. (Paul) Cools

Auteur R.J. (Ruben) Langeveld
Lasonderstraat 56
7514CJ Enschede
langeveldruben@gmail.com

UNIVERSITEIT TWENTE.



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Risk Management Consultant
Director VSRM (www.vsrn.nl)
Secretaris Stuurgroep Geo-Impuls
Manager Geo Engineering RWS

Woord vooraf

Steek je kop niet in het zand, maar in de bodem! Dit is het motto van Geo-Impuls, het netwerk waar ik afgelopen maanden deel van uit heb mogen maken. Geo-Impuls heeft veel enthousiaste deelnemers vanuit verschillende rollen in de bouw die hun handen ineem hebben geslagen om het geotechnisch falen te verminderen in Nederland. Het enthousiasme van de deelnemers heeft mij erg geholpen tijdens mijn onderzoek. Ik heb nooit problemen gehad om respondenten te vinden die wilden meewerken met mijn onderzoek. Dit heeft er in geresulteerd dat ik de input van bijna 100 vakmensen heb kunnen gebruiken voor de ontwikkeling van het GeoRMMM.

Het resultaat van dit onderzoek is niet alleen een model waarmee opdrachtgevers de maturity van hun organisatie kunnen meten en de sterktes en zwaktes binnen hun organisatie kunnen identificeren, het is voor mij ook de afsluiting van een hele mooie studententijd.

Ik had deze periode niet kunnen afsluiten zonder de steun van veel verschillende personen. Ik wil graag Paul Cools bedanken. Hij heeft mij vanuit Rijkswaterstaat, de initiatiefnemer van het Geo-Impulsprogramma, erg goed op gang geholpen en de faciliteiten geboden die ik nodig had. Daarnaast wil ik mijn dagelijks begeleider Martin van Staveren bedanken. We hebben veel gespard over de inhoud van mijn onderzoek, zijn expertise op zowel geotechniek en risicomanagement hebben mij enorm geholpen bij belangrijke keuzes.

Vanuit de universiteit hebben Saad Al-Jabouri en Joop Halman een grote toegevoegde waarde gehad voor dit onderzoek. Zij hebben een schat van kennis over risicomanagement. Daarnaast hebben zij mij op een prettige manier ondersteund tijdens het proces door het onderzoek regelmatig kritisch onder de loep te nemen.

Ik wil daarnaast nog graag mijn familie en mijn vrienden bedanken voor de steun tijdens het afstuderen. Mijn huisgenoten wil ik bedanken voor de gezelligheid in het studentenhuus Hobbledehoy dat vaak ook als mijn kantoor fungeerde! Tot slot wil ik iedereen die feedback heeft gegeven op mijn model hartelijk bedanken.

Tot slot wil ik meegeven dat het een zekere mate van maturity vergt om te beseffen dat er zwakke plekken in je organisatie zitten. Het is belangrijk dat organisaties weten dat zij zichzelf kunnen en moeten verbeteren op het gebied van geotechnisch risicomanagement. Geo-Impuls heeft een grote bijdrage geleverd aan de bewustwording van het belang van het managen van geotechnische risico's. In de geest van maturity is het belangrijk om tijdens het lezen van dit onderzoek het volgende citaat van de zanger van Fleetwood Mac in uw achterhoofd te houden.

"If you're any good at all, you know you can be better." Lindsay Buckingham

Ik wens iedereen veel leesplezier toe!

Ruben Langeveld

Samenvatting

Vanaf januari 2014 zal er door Rijkswaterstaat meer gestuurd worden op de toepassing van geotechnisch risicomanagement. De reden hiervoor is dat een hoog percentage van de faalkosten in de bouw een geotechnische oorzaak heeft. Hierdoor is sectorbreed de vraag ontstaan naar steun bij de inbedding van een geotechnisch risicomanagementproces in organisaties. Maturity modellen hebben hun waarde bewezen bij het implementeren van risicomanagementprocessen (Ernst and Young, 2012). Dit onderzoek richt zich daarom op de ontwikkeling van een geotechnisch risicomanagement maturity model (GeoRMMM) dat de belangrijkste aspecten van de inbedding van geotechnisch risicomanagement toetst.

Ontwikkeling GeoRMMM

Het GeoRMMM is ontwikkeld met behulp van een bestaand algemeen risicomanagement maturity model van IACCM (2003): het Business Risk Management Maturity Model (BRM3). Het model deelt risicomanagement in op vier aspecten Cultuur, Proces, Ervaring en Toepassing. Deze aspecten zijn opgedeeld in karakteristieken. De term 'risicomanagement' is in het aangepaste model vervangen door 'geotechnisch risicomanagement'. Dit aangepaste model is getoetst aan de literatuur en in de praktijk. Met behulp van sectorbrede focusgroepsdiscussies is geconcludeerd dat de aspecten van het BRM3 ook geschikt zijn voor de beoordeling van geotechnisch risicomanagement. Verder is besloten te focussen op de beoordeling van opdrachtnemers en is de beoordeling van de aspecten aangepast naar een Likertschaal. Vervolgens zijn er 178 voorwaarden voor risicomanagement geselecteerd in de (geotechnisch)risicomanagementliteratuur. Met behulp van deze voorwaarden zijn specifiekere karakteristieken van het BRM3 aangepast, zodat het model beter aansluit bij de literatuur. In het nieuwe model (GeoRMMM) zijn 34 voorwaarden voor geotechnisch risicomanagement opgenomen die met behulp van interviews zijn omgezet naar stellingen geschikt voor de Likertschaal.

Testfase GeoRMMM

Het GeoRMMM is gevalideerd bij opdrachtnemers in de bouw met behulp van drie casestudies. De antwoorden van het model zijn getoetst op interne consistentie. Verder is de correlatie van de resultaten met de eigen inschatting van de organisatie en de ecologische validiteit getoetst. Daarnaast is de gebruiksvriendelijkheid van het model getest door middel van stellingen. De respondenten is tevens ruimte geboden om verbeteringsuggesties te geven voor het model. Dit is als input gebruikt voor verbeteringen aan het model. Bij de testen met het model viel op dat het beleid en doel van geotechnisch risicomanagement bij de geselecteerde opdrachtnemers niet duidelijk werd gecommuniceerd. Dit heeft tot gevolg dat er veel verschil bestaat in perceptie van de inbedding van geotechnisch risicomanagement en als gevolg daarvan grote variantie in de reacties op de stellingen.

Conclusies

Het GeoRMMM geeft een compleet beeld van de voorwaarden voor geotechnisch risicomanagement en geeft een overzicht van de aspecten van geotechnisch risicomanagement in de organisatie die verbeterd kunnen worden. Het model is geschikt gebleken om verschillen in perceptie binnen een organisatie aan te tonen en kan zodoende dienen als communicatiemiddel. Om ondanks de variantie en de slechte communicatie een compleet beeld te krijgen van de organisatie is het belangrijk om het model bij een grote groep respondenten uit te zetten. Ook kan gekozen worden om delen van het model gericht uit te zetten bij specifieke afdelingen die meer inzicht hebben in het onderwerp. Er kan daarnaast gekozen worden om respondenten te selecteren die meer overzicht van de organisatie (bijvoorbeeld het management).

Summary

From January 2014 the Ministry of Transport, especially Rijkswaterstaat, will include explicit geotechnical risk management in contracts. The main reason is the high failure costs with a geotechnical cause in construction. The construction industry is eager to know how geotechnical risk management can be implemented in organizations. Maturity models have been very successful helping organizations implement risk management processes (Ernst and Young, 2012). This research will therefore focus on the development of a geotechnical risk maturity model (GeoRMMM).

Development of the GeoRMMM

The GeoRMMM is derived from an existing risk management model developed by IACCM (2003): the Business Risk Management Maturity Model (BRM3). The model divides risk management in four components: Culture, Process, Experience and Application, these components are divided in subcomponents. The term “risk management” in the BRM3 has been replaced by “geotechnical risk management” to make the model suitable for geotechnical risk management. The adjusted model has been tested with help of empirical and theoretical work. Using focus group discussions with clients, contractors and engineering agencies is concluded that the components of the BRM3 are suitable for the assessment of the maturity of geotechnical risk management. The focus of the new model will be on contractors. The assessment of the components will be done using a Likert scale. After the focus group discussions, 178 conditions for risk management were selected in (geotechnical) risk management literature. The subcomponents of the BRM3 are adjusted using the conditions in the literature. 34 conditions for geotechnical risk management are included in the new model (GeoRMMM). These conditions are transferred to propositions suitable for the Likert scale.

Test GeoRMMM

The GeoRMMM is validated in three case studies with contractors. The model is tested on internal consistency, correlation between the maturity levels and own assessment of the organization, ecological validity and using propositions about the use of the model. The respondents were asked to give suggestions of improvement after filling out the model. The suggestions were used to improve the model. During the test it turned out that the purpose and policy according geotechnical risk management was not clearly communicated at the selected contractors. This caused a difference in perception of embedding of geotechnical risk management, which caused a great variance in the responses of the respondents.

Conclusions

The GeoRMMM gives a complete overview of the conditions for implementing geotechnical risk management. The GeoRMMM also describes the components in the organization that could be improved. The model has proven to be useful to indicate differences in perception. For this reason the model can be used for communication purposes. It is important to apply this model on a large group of respondents to get a complete overview of the organization. Another possibility is to select the respondents more carefully. This can be done by involving experts from specific business units, but it is also possible to select respondents with a greater overview of the organization, for instance from the management level.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Relevantie	2
1.3	Geo-Impuls	3
2.	Onderzoeksontwerp	7
2.1	Probleemstelling	7
2.2	Afbakening	7
2.3	Doelstelling	8
2.4	Onderzoeksvragen	9
2.5	Onderzoeksmateriaal	9
2.6	Onderzoeksmodel	10
3.	Literatuur	13
3.1	Geotechnisch risicomanagement	13
3.2	Maturity modellen	15
3.3	Ontwerp van een maturity model	19
4.	Methode	27
4.1	Oriënterende fase + Literatuur	27
4.2	Ontwikkelingsfase	28
4.3	Testfase	30
4.4	Evaluatiefase	33
5.	Ontwikkeling van het GeoRMMM	35
5.1	Maturity meten	35
5.2	Resultaten workshop/focusgroepsdiscussie:	35
5.3	Bureauonderzoek karakteristieken GeoRMMM	38
5.4	Beschrijving maturityniveaus	44
5.5	Vertaalslag van maturityniveaus naar Likertschaal	45
5.6	Responsvalidatie	45
6.	Validatie	47
6.3	Casestudie 3	54
6.4	Conclusie casestudies	57

6.5	Discussie	58
6.6	Reflectie op het onderzoek	60
7.	Conclusies en aanbevelingen	61
7.1	Conclusies	61
7.2	Aanbevelingen	63
8.	Bronnen	65

Lijst van bijlagen

Bijlage 1	Begrippen
Bijlage 2	Online Enquête GeoRMMM
Bijlage 3	Het BRM3
Bijlage 4	Aanpassingen om tot het GeoRMMM te komen
Bijlage 5	Bronnen bij vraag van het GeoRMMM
Bijlage 6	Voorwaarden (geotechnisch) risicomanagement uit de literatuur
Bijlage 7	Voorwaarden risicomanagement die niet worden gedekt door het BRM3
Bijlage 8	Stappen om een niveau hoger te komen.

Figuren

Figuur 1.1	Organogram Geo-Impuls
Figuur 2.1	Publiek voor verschillende maturity modellagen
Figuur 2.2	Onderzoeksopzet modelontwikkeling
Figuur 3.1	GeoRM stappen (Cools, 2011)
Figuur 3.2	Beoordelingsniveaus van een maturity model
Figuur 3.3	Ontwerpfases (De Bruin et al. 2005)
Figuur 3.4	Ontwerpmethode Gottschalk en Solli-Saether (2009)
Figuur 4.1	Schematisering oriënterende fase
Figuur 4.2	Schematisering ontwikkelingsfase
Figuur 4.3	Schematisering testfase
Figuur 4.4	Schematisering evaluatiefase
Figuur 5.1	Inschatting maturity van de opdrachtnemers, opdrachtgevers en ingenieursbureaus tegenover de resultaten van het model (n=32)
Figuur 6.1	Inschatting van de afdeling geotechniek tegenover de resultaten van het model (n=13)
Figuur 6.2	Inschatting van de afdeling risicomanagement tegenover de resultaten van het model
Figuur 6.3	Inschatting van de projectbetrokkenen tegenover de resultaten van het model

Tabellen

Tabel 2.1	Samenvatting kader maturitymodel
Tabel 3.1	Ontwerpmethodes samengevat
Tabel 4.1	Bronnen per ontwerpstap
Tabel 4.2	Pearson correlatiecoëfficiënt
Tabel 5.1	Aanpassingen aan het model
Tabel 5.2	Stelling vergeleken met karakteristieken uit de literatuur
Tabel 5.3	Vergelijking van de modellen met de Geoliteratuur
Tabel 5.4	Vergelijking van de modellen met maturity modellen uit de bouw
Tabel 5.5	Karakteristieken van de organisatie voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement
Tabel 6.1	Reactie op validatie
Tabel 6.2	Antwoorden respondenten op validatievragen
Tabel 6.3	Antwoorden op de validatievragen
Tabel 6.4	Vergelijking variantie van antwoorden (Range van mogelijke antwoorden is 1-4)
Tabel 7.1	Karakteristieken van de organisatie voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement

1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de aanleiding (§1.1) en relevantie (§1.2) van het onderzoek besproken. Vervolgens zal uitgelegd worden wat het Geo-Impulsprogramma is (§1.3). In Bijlage 1 is een begrippenlijst toegevoegd. Deze kan geraadpleegd worden bij onduidelijke begrippen in de tekst.

1.1 Aanleiding

In de afgelopen jaren zijn er in de bouw grote meerkosten gemaakt door onverwachte geotechnische omstandigheden. Voorbeelden hiervan zijn het depot IJsseloog dat bijna 20 mln€ duurder werd dan gedacht en de Noord-Zuidlijn, waar de wevershuizen aan de Vijzelgracht verzakten en de extra kosten tussen de 100-300 mln€ geschat worden (RWS, 2012). Dit is slechts een greep uit de verzameling projecten die schade opliepen door een oorzaak in de ondergrond. Bij vrijwel alle bouwprojecten is er sprake van bouwen in, met of op de grond.

Carlsson (2005) heeft onderzoek gedaan naar de kenmerken van geotechnische projectrisico's. Hij kwam tot de conclusie dat geotechnische risico's op een bijzondere manier verschillen van andere risico's. De geotechnische eigenschappen van de ondergrond staan vast, de ontwerper. De opdrachtgever en de opdrachtnemer kunnen hier niet of nauwelijks veranderingen in aanbrengen.

De eigenschappen van de grond zijn zeer variabel, in tegenstelling tot andere materialen zoals staal en beton. In Nederland is de ondergrond zeer complex. Dit komt door de grote variatie in grondsoorten en eigenschappen. Geotechnische ontwerpmethodes zijn daarnaast volgen Carlsson (2005) niet nauwkeurig genoeg, ondanks de ontwikkelingen in de afgelopen jaren.

Geotechnische onzekerheden kunnen invloed hebben op de projectdoelstelling. Wanneer dit het geval is, is er sprake van een Geotechnisch risico. Een geotechnisch risico is een risico met minimaal één geotechnische oorzaak als gevolg van geotechnische onzekerheid, een kans van optreden en minimaal één effect op de doelstellingen van een bouw- of infrastructuurproject (Van Staveren, 2010).

Carlsson (2005) beschrijft, aan de hand van ervaringen bij infrastructuurprojecten wat er op dit moment niet goed gaat in het geotechnisch risicomanagement in de bouw

- Er is een tekort aan consistentie in het analyseren van risico's voor verschillende projecten en klanten. Soms worden er door verschillende betrokken partijen uiteenlopende risicoanalyses uitgevoerd zonder dat er enige centrale coördinatie is.
- De bouwsector heeft de illusie van zekerheid. Er heerst de perceptie dat alle risico's kunnen worden voorzien en daardoor zijn er geen procedures voor het omgaan met onvoorziene risico's opgesteld.
- Huidige risicomanagementmethodes zijn niet in staat om met belangrijke risico's om te gaan.
- Risicomanagementprocessen zijn vaak gebaseerd op wetenschappelijke methodes die uitgaan van een voorspelbaar karakter van risico's.

- Er bestaat een neiging om te focussen op de risico's die het makkelijkst zijn te kwantificeren.
- De analysefase van het risicomanagement wordt niet goed uitgevoerd wanneer het project wordt gestart.
- Er zijn problemen met de implementatie van acties voor risicobeheersing in de uitvoeringsfase.
- De risicoanalyse wordt niet gebruikt als basis voor risicodeling in projecten.
- Er is soms een zwakke connectie tussen risicoanalyse in de ontwerpfase en het risicomanagement in de uitvoeringsfase.

Kortom, op dit moment worden geotechnische risico's nog niet goed gemanaged. Om de bouw meer kostenefficiënt te laten produceren en de projectuitkomsten beter te kunnen voorspellen is het essentieel om de bestaande geotechnische risico's en onzekerheden te managen. Volgens Carlsson (2005) is het mogelijk om een derde van de faalkosten te reduceren door het risicomanagement in de bouwsector te verbeteren.

In het IT management hebben de maturity modellen hun waarde bewezen. Het is een belangrijk instrument gebleken een bedrijf beter te positioneren. Daarnaast helpt het instrument om doelgericht een bedrijf te verbeteren (Becker, Knackstedt, & Pöppelbuß, 2009).

In het uitgebreide onderzoek 'Turning risks into results' van Ernst en Young, wordt aangetoond dat er een verband is tussen het uitvoeren van risicomanagement en financiële resultaten. De uitkomst van het onderzoek is dat 20% van de bedrijven met een hoge risicomanagementmaturity, drie keer hogere EBITBA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) hebben dan de 20% bedrijven die het laagst scoren op risicomanagementmaturity.

1.2 Relevantie

Onverwachte geotechnische omstandigheden kunnen grote problemen veroorzaken in een bouwproject. Aangezien in een vroegtijdig stadium in het bouwproject veel gewerkt wordt met/in de grond, hebben onvoorziene geotechnische omstandigheden effect op de het hele project. Dit komt doordat het moeilijk is om halverwege het project aanpassingen te maken aan funderingen of damwanden.

Clayton (2001) concludeert dat bodemgrenzen, bodemeigenschappen en grondwater verantwoordelijk zijn voor meer dan de helft (55%) van de totale incidenten in de bouw. Carlsson (2005) sluit zich hierbij aan en schrijft dat geotechnische problemen de grootste oorzaak zijn van faalkosten. Van Staveren (2006) schat dat 50-85% van de totale faalkosten een directe of indirecte oorzaak heeft in de ondergrond. Dit is zeer ingrijpend aangezien de totale faalkosten een geschat aandeel hebben tussen de 10% en 30% van de omzet van de bouw (Flyvberg, 2005; USP marketing consultancy BV, 2010, Avendano Castillo et al., 2008)

De totale omzet van de bouwsector maakt een groot deel uit van het totale binnenlandse product. De omzet in de bouw in Nederland wordt geschat op 50 miljard euro. Een groot deel van deze omzet wordt gegenereerd door overheidsprojecten. Het is zaak om zorgvuldig met dit overheidsgeld om te gaan en faalkosten zijn daarbij niet wenselijk. Publieke opdrachtgevers hebben groot belang bij de reductie van de faalkosten, doordat verspilling en vertraging niet worden geaccepteerd in Nederland. De media besteden doorgaans veel aandacht aan het falen in de bouw.

Naast de financiële gevolgen van faalkosten zijn er voor de opdrachtgever ook andere aspecten van belang. Gevolgen in termen van tijd en imago spelen minstens een even grote rol. Er valt bijvoorbeeld te denken aan stremmingen op het wegennet door schade als gevolg van werkzaamheden, of aan overlast voor de omgeving door verzakkingen. Een voorbeeld hiervan is de schade aan de A15 opgetreden tijdens de bouw van de Betuwelijn. De manier waarop deze projecten in het nieuws komen heeft zeer nadelige effecten voor draagvlak voor toekomstige projecten. (RWS, 2012)

1.3 Geo-Impuls

Vanwege de hoge faalkosten met een geotechnische oorzaak is in 2009 het Geo-Impulsprogramma van start gegaan. Het Geo-Impuls programma heeft als doel om het geotechnisch falen in de bouw minimaal te halveren voor 2015.

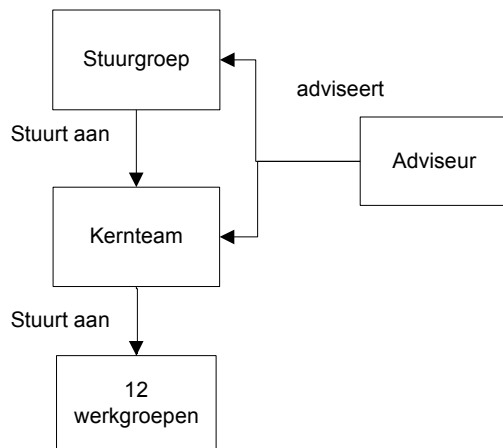
Het Geo-Impuls programma focust zich op geotechnische risico's. Onder een geotechnisch incident wordt verstaan:

“Het optreden van een gebeurtenis met negatieve effecten voor één of meer stakeholders, met één of meer oorzaken die te maken hebben met bouwen in grond, op grond of met grond. Deze negatieve effecten kunnen zowel materieel en/of immaterieel van aard zijn. Voorbeelden zijn verzakkingen aan woningen ten gevolge van heitrillingen, wateroverlast door een per abuis doorboorde waterleiding, het bezwijken van een damwand voor een bouwput, het afschuiven van een talud bij een wegverbreding, en dergelijke.” (Van Staveren, 2012)

Opdrachtgevers, ontwerpers, bouwers, kennisinstellingen en brancheverenigingen in de bouw werken de komende jaren samen aan dit meerjarige programma. De initiators 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. (Cools, 2011)

De organisatiestructuur van Geo-Impuls is weergegeven in figuur 1.1. Het organogram wordt in deze



paragraaf verder toegelicht.

Figuur 1.1 Organogram Geo-Impuls

Om Geo-Impuls als programma uitvoerbaar te maken, zijn op strategisch (S), tactisch (T) en operationeel (O) niveau projecten gedefinieerd. Bij deze projecten staan vijf thema's centraal:

- Geo-engineering in contracten
- Het toepassen en delen van bestaande kennis & ervaring
- Kwaliteit van ontwerp- en uitvoeringsprocessen
- Nieuwe kennis voor geo-engineering in 2015
- Managen van verwachtingen.

Aan de hand van deze thema's is een samenhangend programma samengesteld, bestaande uit twaalf concrete voorstellen om het gewaagde doel te bereiken. Deze twaalf voorstellen zijn afgeleid uit honderd geïdentificeerde oorzaken van geotechnisch falen (Cools, 2011):

1. Geotechnische risicoverdeling in projecten; toepassing van de RV-G systematiek om geotechnische risico's te inventariseren en alloceren (T)
2. Grondonderzoek in de tenderfase; opmars naar een breedgedragen 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 risicogestuurde scenario's (T/O)
12. Internationale samenwerking; uitwisselen van kennis met andere landen met de Geo-Impuls als focus (S/T) (Geo-Impuls, 2009)

Deze twaalf voorstellen zijn toebedeeld aan twaalf verschillende werkgroepen die elk bijdragen aan de centrale doelstelling van Geo-Impuls om het geotechnisch falen te reduceren in 2015. Van al deze werkgroepen zit een vertegenwoordiger in het kernteam. Het kernteam stuurt alle werkgroepen aan. Naast de vertegenwoordigers van de werkgroepen zitten de voorzitter (TU Delft/Deltares) en de secretaris (RWS) in het kernteam. Het kernteam wordt aangestuurd door de stuurgroep. De stuurgroep bestaat uit leden van het managementteam van vertegenwoordigende bedrijven van de groepen: opdrachtgevers, bouwers, ontwerpers, kennisinstellingen en de branchevereniging. De stuurgroep en het kernteam worden ondersteund door een adviseur (VSRM). Het Geo-Impuls programma is al bijna vier jaar bezig. In vier jaar tijd zijn er veel tools ontwikkeld om geotechnische risico's beter te beheersen. Het programma loopt in 2015 ten einde. In de stuurgroep is besloten dat het nu tijd is om GeoRM te verankeren. Bij Rijkswaterstaat is het idee ontstaan om de vrijblijvendheid van geotechnisch risicomanagement een halt toe te roepen. In 2014 wordt bij grote projecten gevraagd om geotechnisch risicomanagement in contracten door Rijkswaterstaat. Daarom is in de bouwsector veel behoefte ontstaan aan duidelijkheid over geotechnisch risicomanagement.

Een belangrijke stap op het gebied van geotechnisch risicomanagement is de ontwikkeling van de GeoRisikoScan. Deze scan beoordeelt het geotechnisch risicomanagement in projecten.

GeoRisikoScan

GeoRisikoScan is een methode die RWS inzet om de kwaliteit van GeoRM, zowel qua inhoud als qua proces, door een onafhankelijke externe partij te laten toetsen. Het is een scan die erg gefocust is op een projectgerichte beoordeling. Tot nu toe is de onafhankelijke externe partij Deltares, maar de beoordeling zou in de toekomst ook door andere partijen uitgevoerd kunnen worden. De GeoRisikoScan toetst of de GeoRM-benadering herkenbaar is in het project. Daarnaast toetst het of alle zes stappen van GeoRM geheel en expliciet zijn uitgevoerd in elke projectfase en in de juiste volgorde. Tot slot wordt er gekeken of alles is gedaan om goede resultaten te krijgen van de risicomanagementstappen. (Van Staveren, et al., 2009).

2. Onderzoeksontwerp

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het onderzoek wordt vormgegeven. Het hoofdstuk start met een probleemstelling (§2.1), deze probleemstelling wordt verder afgebakend (§2.2), hieruit vloeien een doelstelling (§2.3) en onderzoeksvragen (§2.4). Vervolgens wordt er besproken welk onderzoeksmateriaal wordt gebruikt voor het onderzoek (§2.5) en uiteindelijk hoe het onderzoek zal worden uitgevoerd (§2.6).

2.1 Probleemstelling

In eerdere onderzoeken van Geo-Impuls uitgevoerd door Ronhaar (2011) en Oude Vrielink (2011), zijn veel beheersmaatregelen geïdentificeerd die kunnen bijdragen aan het reduceren van falen. Echter is er nog geen consensus over hoe deze maatregelen geïmplementeerd moeten worden.

Uit de oriënterende interviews met stuurgroepleden van Geo-Impuls is naar voren gekomen dat het op dit moment niet duidelijk is hoe de implementatie van geotechnisch risicomanagement begeleid en versneld moet worden. Er is geen norm gesteld waar organisaties aan moeten voldoen om geotechnisch risicomanagement op een goede manier op te nemen in hun organisatie. Het is daarom lastig voor organisaties om doelen te stellen ten aanzien van de implementatie van geotechnisch risicomanagement.

Probleemstelling:

Er bestaat op dit moment geen methode om op organisatieniveau bedrijfsprestaties op het gebied van geotechnisch risicomanagement te meten en verbeteren.

2.2 Afbakening

Er is gekozen voor de ontwikkeling van een maturity model, aangezien maturity modellen hun nut hebben bewezen bij de implementatie van risicomanagement (Ernst and Young, 2012). Met behulp van oriënterende interviews is de scope van het maturity model opgesteld.

- Het model beoordeelt de organisatie. Afzonderlijke projecten kunnen beoordeeld worden met de GeoRiskscan.
- Bij het uitvoeren van dit onderzoek wordt uitgegaan van middelgroot tot grote opdrachtnemers (>50 werknemers) in de civieltechnische sector.
- Onder geotechnische risico's worden alle risico's verstaan waarbij één of meer stakeholders betrokken zijn en met één of meer oorzaken die te maken hebben met bouwen in grond, op grond of met grond.

- Bij de oplossing voor het probleem is uitgegaan van een positieve uitwerking van risicomanagement op het voorkomen van falen en dat risicomanagement een netto toegevoegde waarde heeft voor de organisatie.
- Geotechnisch risicomanagement is het beheersen van geotechnische risico's. Geotechnische professionals hebben hier een belangrijke adviserende rol in. Het is uiteindelijk de risicomanager (of project manager in kleine projecten) die hier een beslissing in neemt.

In tabel 2.1 is een overzicht gegeven van het kader van het model naar voorbeeld van De Bruin et al. (2005).

Tabel 2.1 Samenvatting kader maturitymodel

Criterium	Karakteristieken
Focus van het model	Geotechnisch risicomanagement
Bedrijfstype	Aannemer
Beoordelingsniveau	Organisatie
Stakeholders in de ontwikkeling	Werknemers uit de Nederlandse aannemerij
Publiek	Intern
	Risicomanagers, projectmanagers, Geotechnische professionals en algemeen management
Toepassingsmethode	Zelfbeoordeling
Type model	Potentieel prestatie model
Dimensies	Multidimensionaal
Motivatie om in te vullen	Interne behoefte
Toepassing	Binnen een organisatie

2.3 Doelstelling

In Verschuren en Doorewaard (2007) wordt onderscheid gemaakt in het doel **van** het onderzoek en het doel **in** het onderzoek.

Het doel van het Geo-Impuls programma is om geotechnisch falen met 50% te reduceren. Om dit te bewerkstelligen is het van belang om het risicomanagement in de geotechniek te professionaliseren.

Het doel van dit onderzoek is

Bijdragen aan de professionalisering van geotechnisch risicomanagement van opdrachtnemers in de bouw, zodat er betere strategieën kunnen worden ontwikkeld om de implementatie van geotechnisch risicomanagement te verbeteren

Het doel in dit onderzoek is:

Het ontwikkelen een Geotechnisch risicomanagement maturitymodel, dat opdrachtnemers in de bouwsector kunnen gebruiken om de organisatieprestaties op het gebied van geotechnisch risicomanagement te beoordelen en begrijpen

2.4 Onderzoeksvragen

De centrale vraag in het onderzoek is:

Hoe moet een maturitymodel er uit komen te zien en gebruikt worden, zodat het de inbedding van geotechnisch risicomanagement in organisaties kan meten en verbeteren?

De centrale onderzoeksvraag is opgedeeld in de volgende deelvragen:

1. Wat is er in de literatuur bekend over geotechnisch risicomanagement en maturity	<i>Hfst. 3</i>
1.1 Wat wordt er verstaan onder geotechnisch risicomanagement?	
1.2 Wat is er op dit moment bekend over (risicomanagement) maturity?	
1.3 Welk model is geschikt als uitgangspunt voor de ontwikkeling van het GeoRMMM	
1.4 Welke ontwerpmethodes voor maturity modellen zijn er beschikbaar?	
2. Welke methode is geschikt om een GeoRMMM te ontwikkelen?	<i>Hfst. 4</i>
3. Welke elementen moeten worden opgenomen in het model?	<i>Hfst. 5</i>
3.1 Welke inhoudelijke onderdelen moeten worden opgenomen in het GeoRMMM	
3.2 Hoe moeten deze inhoudelijk onderdelen getoetst worden	
4. Is het model valide en gebruiksvriendelijk?	<i>Hfst. 6</i>
5. Hoe kan het model in de praktijk gebruikt worden?	<i>Hfst. 7</i>

2.5 Onderzoeksmateriaal

Het onderzoek maakt gebruik van materiaal uit de literatuur en de praktijk.

Literatuur

Artikelen over (geotechnisch) risicomanagement worden gezocht met behulp van het “Platform Risicomanagement” van de Universiteit Twente. Artikelen specifiek over geotechnisch risicomanagement worden verkregen door aanbevelingen van deelnemers van Geo-Impuls. Vervolgens zal er gebruik gemaakt worden van de sneeuwbalmethode, nuttige bronnen uit de gevonden literatuur worden toegevoegd aan de geselecteerde bronnen.

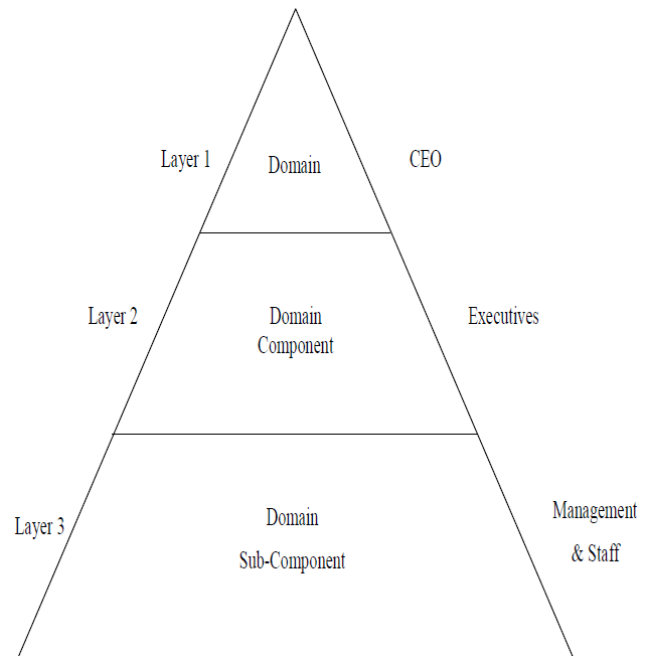
De artikelen over maturity modellen (ontwikkeling) worden geselecteerd uit het artikel van Wendler (2012). Wendler (2012) heeft een systematische inventarisatiestudie gedaan naar de tot dan verschenen artikelen over maturitymodellen. In de studie zijn 2019 artikelen over maturity verzameld. Uit deze artikelen zijn 237 relevante artikelen geselecteerd. Deze 237 artikelen geven een compleet overzicht van de literatuur die beschikbaar is op het gebied van maturitymodellen tot en met 2010. De artikelen die gebruikt zijn, komen van de websites van: Business source Complete, and Academic Search Complete of EbSCO, ScienceDirect, Emerald Management, Springerlink en WISO wirtschaftswissenschaften (wiso-net), proceedings of Conference on informational Systems (ECIS), Americas Conference on Information systems (AMCIS), Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), and International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI).

De gebruikte zoektermen zijn: maturity model, capability model, process improvement model, maturity grid, en de Duitse term Reifegradmodell. Er zijn alleen Duitse en Engelse artikelen gebruikt. Boeken zijn uitgesloten.

De artikelen geselecteerd van Wendler zijn gepubliceerd tussen 1993 en 2010. Aangezien 92% van de artikelen door Wendler is gevonden met de zoekterm maturity model, zijn artikelen van na 2010 gezocht op Science Direct en Google Scholar met de term maturity model. Daarnaast is de literatuur aangevuld met boeken die zijn gevonden in verwijzingen van de gevonden literatuur.

Praktijk

De Bruin et al. (2005) hebben beschreven welk publiek geschikt is voor de ontwikkeling van de maturity modellen. De CEO's zijn het meest geschikt om het domein te bepalen. Daarom zal de stuurgroep van Geo-Impuls gebruikt worden voor oriënterende interviews over de scope en het domein van het model. Vervolgens worden de components (aspecten) getoetst in focusgroepdiscussies met deelnemers van Geo-Impuls; dit zijn vaak leidinggevend of personen met veel kennis van zaken op het gebied van geotechniek. Vervolgens is er gekozen om de sub-components (karakteristieken) bij complete afdelingen te testen, bij zowel management als de werknemers.



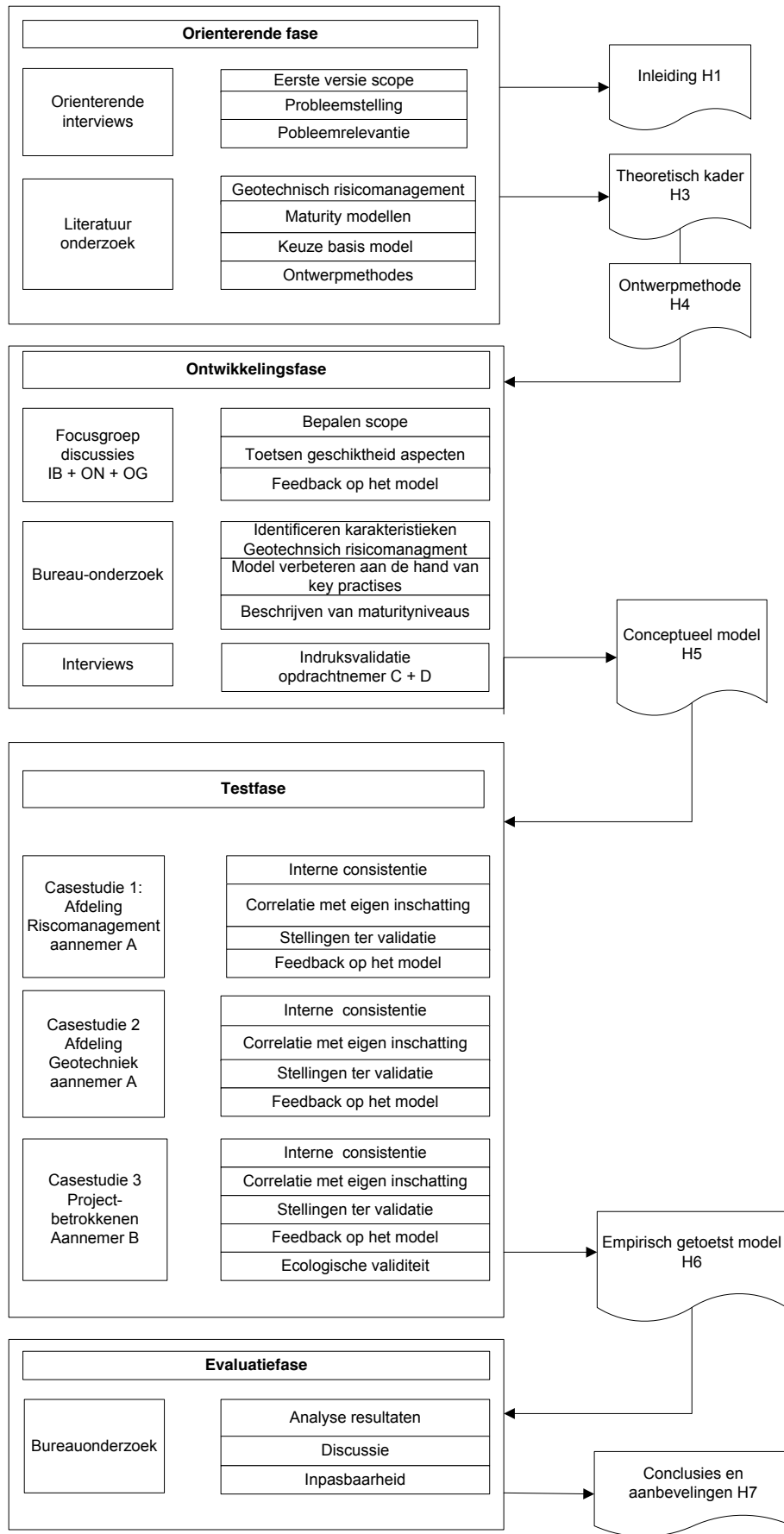
Figuur 2.1 Publiek voor verschillende maturity modellen

2.6 Onderzoeksmodel

Het onderzoek begint met oriënterende interviews. Voor deze vorm is gekozen om een breed beeld te krijgen van de behoeftes van de deelnemers van Geo-Impuls. Daarna worden focusgroepdiscussies gehouden om meer informatie over de specifieke toepassing van het model te krijgen. Deze discussie wordt geleid door een professionele gespreksleider. De discussie heeft tot doel om snel een beeld te krijgen van de opinie binnen de sector en kan beschouwd worden als een onderzoek in de breedte. Bij deze discussies zullen opdrachtnemers, de opdrachtgevers en de ingenieursbureaus (ON+OG+IB) afzonderlijk betrokken worden.

Het model zal getoetst worden met behulp van bureauonderzoek. Dit heeft tot doel om een sterkere wetenschappelijke basis te vormen voor het model. Voor de test van het model in de praktijk worden meer verdiepende methodes gebruikt zoals interviews en enquêtes. De enquêtes en specifieke interviews worden gebruikt om meer te inzicht te krijgen in de toepassing van het model bij aannemers, om uiteindelijk het onderzoek te kunnen valideren.

In figuur 2.2 is weergegeven welke ontwerptiteraties uitgevoerd zullen worden in het onderzoek.



Figuur 2.2 onderzoekopzet modelontwikkeling

3. Literatuur

Dit hoofdstuk is het theoretisch deel van de oriëntatiefase. Eerst wordt uitgelegd wat onder geotechnisch project risicomanagement wordt verstaan (§3.1). Vervolgens wordt beschreven wat maturity modellen zijn en hoe ze zijn opgebouwd (§3.2). Daarna worden risicomanagement maturity modellen uit de bouw vergeleken (§3.3) en tot slot wordt beschreven hoe maturity modellen worden ontworpen (§3.4).

3.1 Geotechnisch risicomanagement

Geotechnisch risicomanagement is een gecompliceerd begrip. In deze paragraaf zullen eerst projectrisico's besproken worden, om vervolgens stap voor stap het begrip geotechnisch project risicomanagement uit te leggen.

3.1.1 Projectrisico

In deze paragraaf zal het begrip projectrisico verder uitgediept worden. Een geotechnisch risico is een voorbeeld van een projectrisico.

Projectrisico:

"Effect van onzekerheid op het behalen van projectdoelstellingen." (NEN-ISO 31000, 2009)

De bouw is erg projectgericht, veel risico's in de bouw zijn daarom onder te verdelen in projectrisico's. Een projectrisico is het effect van onzekerheid op het behalen van de projectdoelstellingen. Projectrisico's in de bouw kunnen ook worden opgedeeld in externe risico's, bijvoorbeeld financiële, politieke, omgevingsrisico's en overmacht, en interne risico's gerelateerd aan planning, ontwerp, constructie en onderhoud (Carlsson, 2005).

Chapman en Ward (2003) beschrijven verschillende projectonzekerheden.

- Variabiliteit in schattingen
- Onzekerheid op basis van ramingen
- Onzekerheid over het ontwerp en logistiek
- Onzekerheid over doelstellingen en prioriteiten
- Onzekerheid over de fundamentele relaties tussen project partijen

Deze onzekerheden kunnen volgens Carlsson (2005) het realiseren van de doelstellingen van het project op de volgende manier bedreigen:

- Het uitgevoerde project is een bedreiging voor de omgeving.
- Het uitgevoerde project is een bedreiging voor de verwachte functie.
- De omgeving is een bedreiging voor het uitgevoerde project.
- Het bouwproces is een bedreiging.

Carlsson (2005) heeft een aantal voorbeelden gegeven van oorzaken van projectrisico's bij infrastructuurprojecten. Mogelijke oorzaken kunnen liggen in: de organisatie, het contract,

financiering, milieu, complexe omstandigheden, politieke en publieke focus en geotechnische omstandigheden.

3.1.2 Geotechnische onzekerheden

Geotechnische omstandigheden zijn dus één van de mogelijke oorzaken van projectrisico's. Dit zijn geotechnische projectrisico's. Geotechnische projectrisico's zijn risico's met één of meer oorzaken die te maken hebben met bouwen in grond, op grond of met grond (Van Staveren, 2010). Geotechnische risico's kunnen volgens Clayton (2001) effect hebben op de gezondheid en veiligheid van de werknemers en omwonenden, de omgeving, de kwaliteit, het tijdschema en het financiële budget van het project.

Pender (2010) beschrijft risicomanagement als het managen van incomplete kennis. Onder incomplete kennis wordt vallen willekeur, herhaalbaarheid, menselijke beperkingen, onzekerheid en nalatigheid, vaagheid, en de informatiestroom van kennis. Van Staveren (2006) heeft uitgelegd wat vergelijkbare begrippen betekenen voor de Geotechniek. Hij beschouwt willekeur, vaagheid, incompleteheid en onjuistheid van informatie als vormen van onzekerheid.

Willekeur:

Willekeur kan gedefinieerd worden als een gebrek aan een specifiek patroon. Grondlagen zijn niet altijd opgedeeld in mooie patronen, dit komt vaak voor in gebieden waar sedimentatie, erosie en ijs is geweest.

Vaagheid:

Vaagheid treedt op als een definitie niet helemaal precies is. Sterke grond kan voor iemand die op de kleigrond in het westen Nederland woont iets heel anders betekenen dan voor iemand die op de zandgrond woont in het oosten van Nederland. Deze vorm van vaagheid kan onzekerheden opleveren, omdat het ontbreken van goede definities tot verwarring kan leiden.

Incompleteheid:

Incompleteheid is het ontbreken van informatie. Bij een bouwproject is het heel moeilijk om over alle informatie te beschikken die nodig is. Van Staveren (2006) maakt de indeling in "wat je weet dat je niet weet" en "wat je niet weet dat je niet weet". Het eerste is een onzekerheid die te voorzien is. De tweede categorie risico's, waaronder geotechnische risico's vallen, kunnen niet of nauwelijks gemanaged worden.

Onjuistheid van informatie:

De informatie over geotechnische omstandigheden kan onjuist zijn. Wanneer deze informatie als uitgangspunt wordt gebruikt bij een project, bestaat er een kans dat onjuiste beslissingen genomen worden.

3.1.3 Risicomanagement in de geotechniek

Geotechnisch risicomanagement is het expliciet, gestructureerd, communicerend en continue omgaan met geotechnische risico's, om project doelen zo effectief en efficiënt mogelijk te realiseren.

De RISMAN-methode is een populaire risicomanagementmethode in de bouw in Nederland. Deze methode beschrijft welke stappen belangrijk zijn in het risicomanagementproces. De RISMAN-methode is later gebruikt als basis voor de GeoQ-methode door Van Staveren (2006) bij de ontwikkeling van risicomanagementmethode speciaal voor de geotechniek. GeoQ verschilt op drie

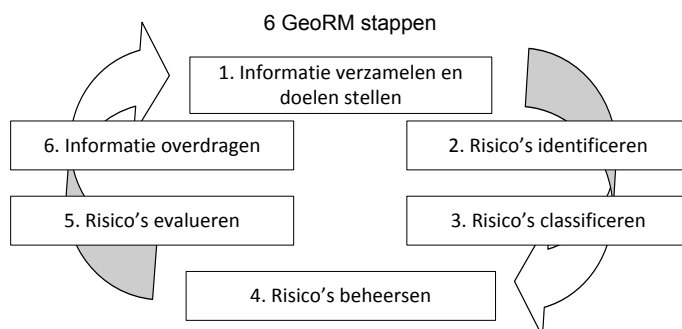
elementen van RISMAN. Ten eerste ligt de focus van de GeoQ-methode op geotechnische risico's. Ten tweede is de menselijke factor opgenomen in de processen van het managen van risico's van de ondergrond. Ten derde wordt de beschikbaarheid van tools voor het managen van geotechnische risico's toegelicht (Weisscher, 2006).

De GeoQ-methode onderscheidt de volgende zes stappen:

1. Gegevens verzamelen: welke geotechnische informatie is beschikbaar?
2. Risico's identificeren: wat zijn de risico's?
3. Risico's classificeren: hoe klein of groot zijn de geotechnische risico's?
4. Risico's beheersen: geotechnische maatregelen uitkiezen en uitvoeren
5. Risico's evalueren: controleren of de beheersmaatregelen werken
6. Informatie overdragen: geotechnisch risicodossier aanleggen voor de volgende fase

Deze zes stappen zijn in 2012 door Rijkswaterstaat in een handreiking opgenomen. In deze handreiking is de term GeoQ vervangen door GeoRM, een afkorting van geotechnisch risicomanagement. GeoRM is een voorbeeld van cyclisch risicomanagement. Dat wil zeggen dat in elke projectfase minimaal één keer de stappen van risicomanagementproces worden doorlopen. Geo-Impuls heeft GeoRM geadopteerd als dé werkwijze om falen van projecten vanuit de ondergrond drastisch te verminderen (RWS, 2012).

De stappen van GeoRM zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 GeoRM stappen (Cools, 2011)

3.2 Maturity modellen

In deze paragraaf wordt uitgelegd wat de oorsprong is van maturitymodellen, wat maturity modellen zijn, hoe ze zijn opgebouwd en hoe ze worden gebruikt. Hierbij wordt de inventarisatie van Wendler (2012) gebruikt. Hij heeft alle maturity modellen die processen beoordelen, die tussen 1993 en 2010 gepubliceerd zijn, in kaart gebracht.

3.2.1 Oorsprong maturity modellen

Maturitymodellen vinden hun oorsprong in het kwaliteitsmanagement. De eerste ideeën over kwaliteitsmanagement stammen uit 1931 (Shewhart, 1931). Stewhart wordt gezien als de grondlegger van kwaliteitsbeheersing. Crosby (1979) was vervolgens de eerste die het concept maturity introduceerde. Hij ontwikkelde de process maturity grid, een effectieve methode om kwaliteitmanagement te analyseren en te meten. Deze maturity grid deelt de prestaties van bedrijven in vijf maturityfases en zes beoordelingscategorieën.

In de jaren negentig zijn de maturityniveaus geadopteerd in de softwareontwikkeling. Het Capability Maturity Model (CMM) werd ontwikkeld door Paulk et al. (1993) en is een veel gebruikt model. Dit model is gebruikt als basis voor veel andere modellen (Wendler, 2012).

Sinds de introductie van maturitymodellen is de toepassing van de modellen blijven toenemen. In het artikel van Wendler (2012) wordt een toename van populariteit van de toepassing van maturitymodellen in verschillende sectoren waargenomen. Het aantal publicaties betreffende modelontwikkeling en modeltoepassing is tussen 1993 en 2010 gestegen van 3 naar 28 per jaar. In de 237 artikelen die zijn bestudeerd zijn 20 verschillende domeinen geïdentificeerd waar maturitymodellen toegepast worden. Één van deze domeinen is risicomanagement. De meeste artikelen gaan over het domein waar maturity groot in is geworden, de softwareontwikkeling.

3.2.2 Wat is een maturity model

Maturitymodellen creëren een bewustzijn van geanalyseerde aspecten: de status, belangrijkheid, potentie, behoefte, complexiteit enzovoorts. Daarnaast verschaffen maturitymodellen een referentiepunt voor het invoeren van een systematische en gerichte benadering van verbetering. Verder kunnen maturity modellen helpen bij het borgen van zekere kwaliteit. Tot slot kunnen maturity modellen helpen met het beoordelen van eigen capaciteiten op een vergelijkende basis (Wendler, 2012).

Maturitymodellen zijn in te delen in conceptuele modellen en ontwerpgeoriënteerde modellen. Conceptuele modellen zijn puur theoretisch. Een conceptueel wordt gemaakt met behulp van de literatuur. Dit model wordt niet in de praktijk getest. Een ontwerpgeoriënteerd model daarentegen wordt wel getest in de praktijk. Het model wordt na de testen geëvalueerd en de geschiktheid van het model wordt aangetoond.

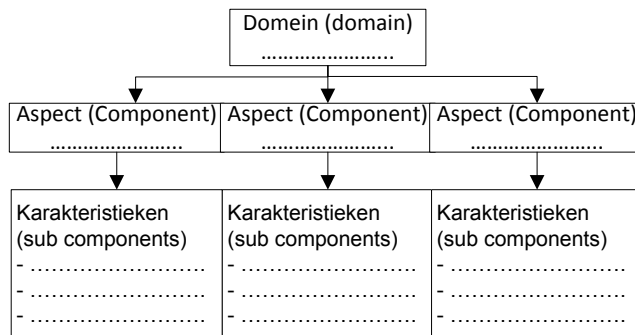
Er zijn verder twee verschillende soorten maturity modellen te onderscheiden: levenscyclus modellen en potentiële prestatie modellen. De levenscyclusmodellen beschrijven zeer gedetailleerd het laatste stadium dat bereikt dient te worden na verloop van tijd. De beschreven niveaus zijn stappen om uiteindelijk op het hoogste niveau te komen.

Het potentiële prestatie model beschrijft het eindstadium overeenkomstig met het levenscyclusmodel. Het model beschrijft verschillende niveaus, maar niet met het doel om uiteindelijk het hoogste niveau te bereiken. Het potentiële prestatie model geeft een idee van de niveaus die bereikt kunnen worden, de organisatie moet zelf bepalen of het wenselijk is om een hoger niveau te bereiken. Elk niveau heeft een eigen effectiviteit en een bijhorende waarde. De toepassing van dit model heeft voordelen omdat het een bewustzijn van de complexiteit creëert. Het model geeft een overzicht van de sterktes en zwaktes van een organisatie. Op deze manier creëren deze modellen een framework waaraan ontwikkelingen kunnen worden gerelateerd, zodat fouten in de ontwikkeling vermeden kunnen worden en bedrijfsprestaties vergeleken kunnen worden (Kohoutek, 1996).

3.2.3 Hoe worden maturity modellen opgebouwd?

Maturity modellen benaderen de ontwikkeling in een organisatie met behulp van een verzameling niveaus of fases. Deze niveaus of fases geven een ontwikkeling op een bepaald gebied vereenvoudigd weer, waarbij hogere niveaus voortbouwen op kenmerken van lagere niveaus (Klimko, 2001).

Het tweede element van een maturity model is de gemeten bekwaamheid. De bekwaamheid kan opgedeeld worden in voorwaarden, processen en toepassingsdoelen. Wanneer een bekwaamheid wordt getoetst op slechts één criterium dan is er sprake van een eendimensionaal model. Modellen die op meerdere criteria getoetst worden een multi-dimensionaal model genoemd. De meeste modellen die op dit moment gebruikt worden zijn multi-dimensionaal (Lyytinen, 1991). Deze multidimensionele modellen beoordelen een domein op meerder aspecten. Een maturity model heeft verschillende beoordelingsniveaus. Het hoogste beoordelingsniveau is het domein. Dit domein is opgedeeld in verschillende aspecten (in het Engels components genoemd). Deze aspecten zijn opgedeeld in karakteristieken. Dit is te zien in figuur 3.2.



Figuur 3.2 Beoordelingsniveaus van een maturity model

Veel modellen zijn eendimensionaal. Dit is breed geaccepteerd en vormt de basis voor de huidige instrumenten. Bij complexe domeinen worden er echter meerdere aspecten gebruikt. Deze aspecten worden vervolgens opgedeeld in verschillende karakteristieken. Deze opdeling zorgt voor een gedetailleerder beeld van de organisatie.

De meningen verschillen over het aantal aspecten en karakteristieken. Op verschillende conferenties is gediscussieerd over de invulling van een model. Er is echter nog geen consensus bereikt. Zo werd er op een conferentie (Roseman & de Bruin, 2005) aanbevolen om 6 aspecten te gebruiken met 5 karakteristieken terwijl op een andere conferentie (Freeze & Kulkarni, 2005) werd aanbevolen om 4 aspecten en 6 karakteristieken te gebruiken.

Bij het ontwerp van een model zou volgens De Bruin (2005) het aantal aspecten laag gehouden moeten worden om de ervaren complexiteit van het model te minimaliseren en de onafhankelijkheid van de aspecten te kunnen garanderen.

Maturity modellen worden vaak beoordeeld met behulp van de Guttman schaalmethode (Guttman, 1944). Dit is een cumulatieve schalingstechniek die uitgaat van een lineair verband tussen verschillende stappen. Als je aan de laatste stap voldoet moet je ook aan de voorgaande stappen voldoen (Gottschalk & Solli-Saether, 2009).

Er bestaat onder respondenten vaak de neiging om met de antwoorden in enquêtes in het midden te gaan zitten, vandaar dat er wordt aangeraden om te werken met een even aantal opties, zodat respondenten gedwongen worden een kant te kiezen (Baarda, Goede, & Teunissen, 2005). Dit resulteert dan in een Maturityniveau. Over het algemeen hebben de eerste drie niveaus hetzelfde doel namelijk een gedefinieerd, herhaalbaar proces. Alleen de implementatie van dit doel kan verschillen. (McBride, 2010).

De stappen in een maturity model zijn vaak op dezelfde manier opgebouwd. Hieronder worden de kenmerken van de eerste drie niveaus gegeven. De beschreven niveaus zijn een basis voor de meeste maturitymodellen. Het aantal niveaus van de modellen verschilt meestal tussen de vier en acht niveaus.

Niveau 1

Er is geen formele controle of coördinatiemechanisme. Wanneer er iets ondernomen wordt is dat ad hoc, en draagt dit niet bij aan het proces.

Niveau 2

Op niveau 2 is een methode opgesteld. Er zijn middelen beschikbaar om het werk uit te voeren, coördineren en monitoren. Er is geen ruimte om de processen aan te passen specifiek voor het project.

Niveau 3

Op niveau drie wordt duidelijk dat er behoefte is aan flexibele processen. Risicomanagement wordt organisatiebreed gecoördineerd. De processen worden gecontroleerd uitgevoerd in de hele organisatie (McBride, 2010).

Er kunnen tussen en na deze drie niveaus nog extra niveaus toegevoegd worden. Uiteindelijk is het hoogste doel maturity. Maturity is de fase waarin alle aspecten op een hoog niveau worden uitgevoerd. Volgens Wendler (2012) is het hoogste niveau van maturity een lerende organisatie. Dit is een organisatie die zichzelf continue verbetert en die flexibele processen heeft.

3.2.4 Risk maturity model

Vaak wordt voor de toepassing van nieuwe modellen een oud model gebruikt ter inspiratie. Veruit het meest populaire model is het CMM van Paulk et al. (1993). Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van een model voor software product certificaten door Heck et al. (2010). Zij hebben het model van CMM veranderd door alleen de terminologie te veranderen. Vervolgens hebben ze dit model getest en aan de hand daarvan het model verder aangepast (Wendler, 2012).

Er zijn ook maturitymodellen die zich volledig specialiseren op risicomanagement. Hillson (1997) wordt gezien als de grondlegger van risicomanagement maturitymodellen. Er zijn hierbij twee verschillende richtingen te onderscheiden, de modellen die projecten beoordelen en de modellen die organisaties beoordelen. Het originele model van Hillson beoordeelt organisaties.

In 1997 heeft Hillson geïnspireerd door het Capability Maturity Model (CMM) van Paulk et al. (1993), een risico maturitymodel (RMM) ontwikkeld om de implementatie van risicomanagement in organisaties te meten (Hillson, 1997). Hillson heeft de niveaus die gebruikt werden in de softwareontwikkeling herschreven, zodat ze beter pasten bij risicomanagement. Hij is tevens teruggegaan van vijf naar vier niveaus, aangezien Hillson van mening is dat meer niveaus meer dubbelzinnigheid met zich mee brengt. De vier door hem voorgestelde niveaus zijn: naïef, nieuw, genormaliseerd en natuurlijk. Risicomanagement is in zijn onderzoek beoordeeld op vier verschillende beoordelingsaspecten: Cultuur, Proces, Ervaring en Toepassing.

In 2002 heeft Hillson meegewerkt aan de ontwikkeling van een vervolg van het RMM (RMRDP, 2002). In het model is grotendeels dezelfde terminologie gebruikt als in het vorige model. De vier niveaus zijn ad hoc (aanbid de leider), initieel (probeer het uit), herhaalbaar (plan het werk, en werk volgens

plan), beheerst (meet het werk, en werk met de metingen). Het model hanteert dezelfde beoordelingsaspecten als het eerste model van Hillson (Cultuur, Proces, Ervaring en Toepassing).

In 2003 is het model van Hillson uit 1997 door een groep onderzoekers wederom aangepast tot het zogenaamde Business Risk Management Maturity Model (BRM3) (IACCM, 2003). De beoordelingsaspecten bleven hetzelfde maar de benaming voor maturityniveau drie en vier zijn veranderd in “Bedreven” en “Expert”. In het artikel van IACCM wordt in detail beschreven wat er gedaan moet worden om tot een bepaald niveau van maturity te komen. Het BRM3 is verder uitgewerkt dan de modellen die eerder genoemd zijn.

3.2.5 Eerste versie van het maturity model

Het RMM van Hillson (1997) is het meest gebruikte model om de maturity van organisaties op het gebied van risicomanagement te meten. Het model van Hillson is niet gedetailleerd uitgewerkt, dit is later met het BRM3 gedaan door het IACCM. BRM3 is bruikbaar voor de eerste toets. Er is daarom gekozen om de eerste test uit te voeren met het BRM3 model, met als aanpassing de toevoeging van de term geotechnisch aan risicomanagement.

3.3 Ontwerp van een maturity model

In deze paragraaf worden drie verschillende ontwerpmethodes vergeleken. Deze methodes worden aangevuld met validatiemethodes en vergelijkingsmethodes.

3.3.1 Ontwerpmethodes

In deze paragraaf worden de meest geciteerde ontwerpmethodes voor maturity modellen beschreven. De meest geciteerde ontwerpmethodes zijn:

- Becker et al. (2009), Developing Maturity Models for IT Management – A Procedure Model and its application
- De Bruin et al. (2005), Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model
- Gottschalk en Solli-Saether (2009), Towards a stage theory for industrial management research

Becker et al (2009)

Het model van Becker is afgeleid van eerdere methodes van Hevner et al. (2004) en Zelewski (2007). Hevner et al. (2004) hebben richtlijnen opgesteld voor het ontwerp van een model. Deze richtlijnen geven voorwaarden voor een model. Het model levert een product op, het probleem dat opgelost wordt met het product is relevant, het ontwerp is geëvalueerd, het ontwerp draagt bij aan het onderzoeksgebied van het ontwerp, het onderzoek is grondig uitgevoerd, alle informatie die beschikbaar is wordt gebruikt en tot slot wordt het onderzoek in de openbaarheid gebracht.

Zelewski (2007) heeft Hevner et al. (2004) aangevuld door te schrijven dat een model probleemoplossend moet zijn. Daarnaast is het van belang dat andere maturitymodellen vergeleken worden, zodat er onderzocht kan worden of het model iets bijdraagt aan de bestaande literatuur. Bij het ontwerp moet volgens Zelewski (2007) een combinatie van methodes gebruikt worden.

Becker et al. (2009) hebben met behulp van de feedback van Zelewski (2007) een nieuwe ontwerpmethode ontwikkeld voor maturity modellen. Hij heeft acht benodigheden voor het

ontwerp van een maturity model opgesteld: vergelijking met bestaande modellen, iteratief proces, evaluatie, het gebruik van meerdere methodes, identificatie van de probleemrelevantie, probleemdefinitie, presentatie van de resultaten en wetenschappelijke documentatie.

De Bruin et al. (2005)

De Bruin et al. (2005) hebben de fases beschreven van de ontwikkeling van een maturity model. Het resultaat van het onderzoek is een kader waarin maturity modellen ontworpen kunnen worden. Deze methode is gevalideerd met twee casestudies één in bedrijfsprocesmanagement en de ander in kennismanagement. De conclusie van het onderzoek is dat de ontwikkeling van een maturity model is onder te verdelen in zes verschillende fases.

Fase 1: Kader (scope)

De ontwikkeling van een model begint met het bereik van het onderzoek. In deze fase wordt besloten wat de focus is van het model en wie de stakeholders zijn.

Fase 2: Ontwerp (design)

De tweede fase is het ontwerp. In deze fase wordt er antwoord gegeven op de vragen waarom het model toegepast moet worden, hoe het model gebruikt kan worden in verschillende organisatiestructuren en wie er betrokken wordt bij de toepassing van het model. Daarnaast dienen er in deze fase verschillende niveaus beschreven te worden die vervolgens opgenomen kunnen worden in het model. Er wordt uitgezocht wat maturity is op dit gebied en hoe dit gemeten kan worden.

In deze oriënterende fase wordt aangeraden om een verkennende onderzoeksmethode toe te passen zoals de Delphi techniek, de nominale groepstechniek, case studies of focusgroep discussies. Bij de Delphi techniek worden aan een expertpanel vragen gesteld over een onderwerp waarover geen consensus bestaat. Het doel is het bereiken van consensus na een aantal vragenrondes (Hasson, Keeney, & McKenna, 2000). De nominale groepstechniek is een techniek waarbij problemen worden geïdentificeerd en combinaties van meningen van individuen gecombineerd worden tot nieuwe oplossingen. Uiteindelijk kunnen hierdoor beslissingen genomen worden (Horton, 1980). Een focusgroepdiscussie is het houden van een discussie met een kleine groep van belanghebbenden begeleid door een ervaren gesprekleider (Edmunds & Edmonds, 1999).

De Bruin et al. (2005) adviseren ook wie er betrokken moet worden bij het onderzoek. Ze maken onderscheid in drie verschillende niveaus: Domein, Component en Subcomponent. Het domein wordt getoetst worden door de CEO, de domeincomponent door het bestuur en subcomponenten door management en staf.

Fase 3: Invulling (populate)

De derde fase is de detaillering van het model. In deze fase worden de domeinaspecten en eventueel subaspecten toegevoegd. Wanneer er veel gepubliceerd is over een onderwerp kunnen deze aspecten uit de literatuur gehaald worden. Wanneer deze aspecten niet terug te vinden zijn in de literatuur wordt toepassing van de Delphi methode, nominale groepstechniek, case studie interviews of focusgroepdiscussies aanbevolen.

Fase 4: Test (test)

De volgende fase is de testfase, in deze fase wordt de modelstructuur getoetst op validiteit, betrouwbaarheid en generaliseerbaarheid. De validiteit kan zowel op inhoud als op perceptie

worden getoetst. Dit kan bijvoorbeeld met behulp van een casestudie, pilot test, enquête of interviews.

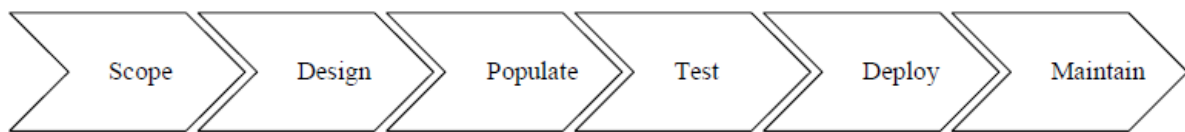
Fase 5: Implementatie (deploy)

De één na laatste fase is de implementatiefase. Het model wordt dan beschikbaar gemaakt voor gebruik. Hierbij wordt ook de generaliseerbaarheid van het model getoetst. Het is hierbij van belang dat het model wordt ingevoerd bij bedrijven die niet betrokken waren bij de ontwikkeling van het model. Generaliseerbaarheid kan de acceptatie van het model vergroten.

Fase 6: Onderhoud (maintain)

De laatste fase is het onderhouden van het model, het model moet bijgestuurd worden als er nieuwe kennis wordt opgedaan. Verder moet het model zoveel mogelijk verspreid worden.

De zes verschillende fases zijn samengevat in onderstaand figuur 3.3.



Figuur 3.3 Ontwerpfases (De Bruin et al., 2005)

Gottschalk & Solli-Saether (2009)

Gottschalk & Solli-Saether (2009) bieden een theoretisch kader voor het ontwerp van maturity modellen. Zij beschrijven verschillende fases van modelontwikkeling. Bij deze fases wordt beschreven wat het theoretisch werk is en wat er onderzocht moet worden in de praktijk. Zij gaan dieper in op de invulling en toetsing van het model, fases Populate en Test beschreven door De Bruin (2005). Er worden door Gottschalk & Solli-Saether vijf fases beschreven: een voorgesteld model, een conceptueel model, een theoretisch model, een empirisch model en een herzien model.

Hieronder worden de fases van het theoretisch kader toegelicht.

Fase 1: Voorgesteld model

Dit is een model dat is gebaseerd op ideeën vanuit de praktijk of eerder onderzoek.

Fase 2: Conceptueel model

De dominante problemen in het specifieke domein worden beschreven. Case studies worden uitgevoerd om zowel de karakteristieken als de verschillen tussen de niveaus te achterhalen.

Fase 3: Theoretisch model

De variabelen in het model worden uitgelegd door middel van literatuur, daarnaast worden de variabelen van het model besproken in focusgroepdiscussies.

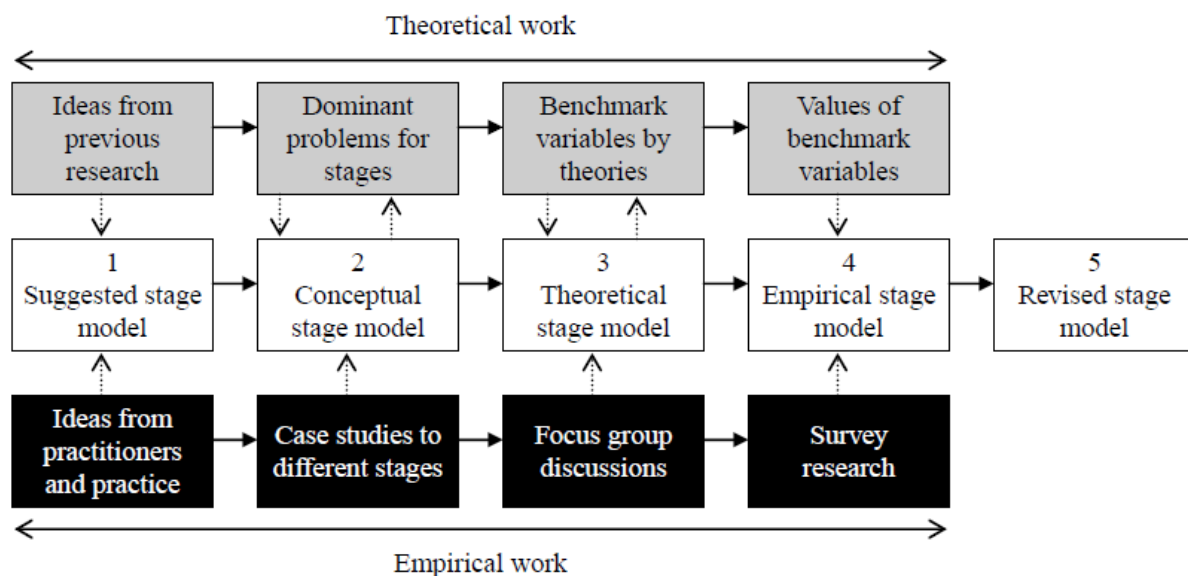
Fase 4: Empirisch model

De variabelen in het model worden op waarde geschat. Er wordt een enquête uitgevoerd waar in de niveaus van het model worden getest.

Fase 5: Herzien model

Met behulp van de resultaten uit de vorige fase wordt een verbeterd model gemaakt.

De ontwerpstappen van Gottschalk en Solli-Saether (2009) zijn samengevat in figuur 3.4:



Figuur 3.4 Ontwerpmethode Gottschalk en Solli-Saether (2009)

3.3.2 Vergelijking ontwerpmodellen

De drie besproken ontwerpmethodes spreken elkaar niet tegen. De methodes zijn complementair. Alle ontwerpmethodes zijn het er over eens dat zowel de theorie als de praktijk gebruikt moet worden voor de ontwikkeling. Ook zijn ze het eens over het feit dat het model getest dient te worden.

Oriëntatiefase

De ontwerpmethodes verschillen van elkaar in de voorbereiding voor het ontwikkelen van een model. De Bruin et al. (2005) hebben hun methode ontworpen toen maturity modellen nog minder populair waren. Zij beschrijven niet wat er vóór de daadwerkelijke ontwikkeling van het model moet gebeuren. Ze hebben bijvoorbeeld niet in hun methode opgenomen dat bestaande modellen gebruikt kunnen worden of dat er onderzoek gedaan moet worden naar de relevantie het model. Becker et al. (2010) hebben dat hiaat ontdekt en hebben hier meer aandacht aan besteed. De Bruin (2005) heeft veel aandacht voor het kader en het ontwerp, terwijl Becker et al. (2009) meer focussen op bestaande literatuur.

Ontwerpfase

Gottschalk en Solli-Saether (2009) beschrijven de invulling van het model het uitvoerigst. Ze beschrijven gedetailleerd welke elementen moeten worden onderzocht om tot een wetenschappelijk onderbouwd model te komen. De Bruin et al. (2005) hebben ook een uitgebreid hoofdstuk over de invulling van het model. Becker et al. (2010) schrijven over het ontwerpproces alleen dat het iteratief moet zijn.

Testfase

In de drie beschreven ontwerpmethodes wordt er aandacht besteed aan de het testen van het model in de praktijk. De Bruin et al. (2005) beschrijven veel methodes, maar niet uitgebreid hoe deze toegepast moeten worden. Gottschalk & Solli-Saether stellen dat er informatie uit de praktijk verzameld moet worden, zij maken echter niet duidelijk hoe dit moet. Becker et al. (2010) geven

alleen aan dat het model gecommuniceerd en geëvalueerd moet worden en niet hoe het model getest moet worden.

Natraject

De methode van De Bruin et al. (2005) beschrijft hoe het model geïmplementeerd en onderhouden moet worden. Becker et al. (2010) pleiten voor het belang van het publiceren van de ontwikkelde methode. Gottschalk & Solli-Saether (2009) besteden geen aandacht aan het natraject van het ontwikkelen van een model.

De huidige ontwerpmethodes zijn volgens Becker et al. (2009) erg gefocust op de invulling van het model, zij besteden geen aandacht aan bestaande modellen, kader, of validatie. Becker et al. (2009) schrijft waaraan een maturity model moet voldoen. Één van de eisen is een iteratief ontwerpproces. Dit wordt niet genoemd in de andere methodes.

De elementen uit de modellen zijn samengevat in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Ontwerpmethodes samengevat

type	Gekozen fases	(De Bruin et al., 2005)	(Gottschalk & Solli-Saether, 2009)	(Becker, et al., 2010)
Conceptueel Ontwerp georiënteerd	Oriëntatiefase	Bereik	Suggestie voor een fasemodel	Studie naar relevantie Probleem definitie Vergelijkingsstudie bepaling van een procedure met meerdere ontwerpmethodieken
	Ontwerpfase	Ontwerp invulling	identificeer belangrijkste problemen Identificeer verschillende maturityniveaus Definieer variabelen Geef waarde aan variabelen	Iteratieve ontwerpmethode
	Testfase	Test		Evaluatie
	Natraject	implementeren Onderhouden		Publiceer

De ontwerpmethodes van De Bruin et al. (2005) en Gottschalk en Solli-Saether geven de fases weer die doorlopen moeten worden. De Bruin et al. (2005) beschrijven uitgebreid wat er moet gebeuren per fase. Ze besteden echter geen aandacht aan mogelijke bestaande modellen en ze gaan niet heel diep in op de validatie van het model. Becker et al (2009) geeft alleen aan waar het model aan moet voldoen. Er is hierom besloten dat er meer ontwerpmethodes nodig waren om op hoger detailniveau te achterhalen hoe om te gaan met bestaande literatuur, en meer informatie te verkrijgen over de validatie van het model.

3.3.3 Wetenschappelijke basis van maturity modellen

Gottschalk en Solli-Saether (2009) benadrukken het belang van een wetenschappelijke basis voor maturity modellen. Door Becker et al. (2009) wordt geconcludeerd dat er veel modellen worden ontwikkeld, zonder dat er naar bestaande modellen wordt gekeken. In eerder genoemde ontwerpmethodes wordt geen aandacht besteed aan hoe bestaande modellen gebruikt kunnen

worden voor het ontwerp van een nieuw model, terwijl dit door Becker et al. (2009) wel wordt aangeraden. Er is daarom aanvullende literatuur verzameld over dit onderwerp.

Filho et al. (2009) hebben een vergelijkingsstudie op het gebied van veiligheidscultuur uitgevoerd. Ze hebben de artikelen geselecteerd die vaak geciteerd worden op het gebied van veiligheidscultuur. Uit deze artikelen zijn eigenschappen gehaald voor de verschillende maturity niveaus. Dit is gedaan op het eigen inzicht van de auteurs van het artikel.

April et al. (2004) hebben onderzoek gedaan naar maturitymodellen voor software-onderhoud. Zij hebben gedetailleerd beschreven welke stappen doorlopen dienen te worden in een vergelijkingsstudie. Het stappenplan is hieronder weergegeven.

Stap 1: Verzamel bestaande maturitymodellen gerelateerd aan het onderwerp. Deze lijst aanvullen met internationale standaarden en literatuur.

Stap 2: Identificeer de “best practices” uit de maturity modellen, literatuur en internationale standaarden.

Stap 3: Vul de best practices met informatie uit de praktijk.

Stap 4: Concludeer of er een nieuw model nodig is, of dat de bestaande modellen volstaan. Vervolgens moet er gekeken worden wat toegevoegd moet worden aan bestaande modellen om een nieuw model te ontwikkelen.

Fittener en Rohner (2009) hebben een andere aanpak. De stappen die in hun onderzoek worden doorlopen zijn de volgende:

- Selecteer relevante maturitymodellen
- Categoriseer modellen op onderzoeksgebied
- Bepaal het aantal niveaus
- Bepaal hoeveel karakteristieken
- Identificeer belangrijkste verschillen en overeenkomsten modellen
- Toets onderlinge afhankelijkheid componenten

In het artikel van Fittener en Rohner (2009) wordt geen aandacht besteed aan hoe de keuze wordt gemaakt; de modellen worden naast elkaar gezet en de componenten worden gekozen.

Het ontwerp van een model kan ook tot stand komen door feedback te vragen op zowel inhoud als vorm van bestaande conceptuele modellen. Dit is gedaan door Simon et al. (2010) in zowel enquêtes op het internet als focusgroepsessies en interviews. Dit is ook gedaan door Sukhoo et al. (2007) met behulp van key performance indicators. In beide gevallen werd de feedback gebruikt om het model te verbeteren.

3.3.4 Validatie

In de inventarisatiestudie van Wendler (2012) wordt het belang van validatie genoemd. Validatie is gedefinieerd als het proces dat garandeert dat het model voldoende nauwkeurig is voor het gestelde doel (Carson, 1986).

In de verschenen literatuur wordt veel geschreven over de ontwikkeling van maturitymodellen. Er wordt echter weinig geschreven over de validatie van maturitymodellen. Slechts in 14% van het totaal aantal onderzoeken wordt het model gevalideerd.

Becker et al. (2009) besteden niet of nauwelijks aandacht aan de validatie van het model. Zij noemen slechtst dat het model geëvalueerd moet worden. Door Gottschalk en Solli-Saether (2009) besteden meer aandacht aan validatie. Er wordt gezegd dat het model getoetst dient te worden in de praktijk. Zij geven aan dat dit moet worden gedaan op de 7 C's: Commitment, Construct, Content, Context, Consistency, Coherence en Continuity to explain integrity. Er wordt gezegd dat dit in enquêtes, focusgroepen en met interviews gedaan moet worden, echter wordt er niet gezegd hoe dit gedaan moet worden.

De Bruin et al. (2005) beschrijven twee soorten validatie:

- Inhoudsvalidatie
- Indruksvalidatie

De inhoudsvalidatie wordt volgens De Bruin et al. (2005) grotendeels gedekt door het uitvoeren van een literatuurstudie. De indrukvaliditeit is de ervaren compleetheid van het model. Dit kan volgens de Bruin et al. (2005) met behulp van interviews, focusgroepdiscussies en surveys.

Door De Bruin et al. (2005) wordt voorgesteld om het model te beoordelen met behulp van stellingen. Zij hebben vier onderdelen voorgesteld waarop beoordeeld dient te worden om de indrukvaliditeit te meten. Dit is een methode die bij huidige modellen vaak is toegepast. Dit is de mate waarin de indruk wordt gewekt dat het model werkt. Dit is een kwalitatieve methode om een model te valideren. Onderstaande onderdelen worden getoetst:

- Structuur van de enquête
- Eenvoud om het model in te vullen
- Tijd om het model in te vullen
- Ervaren compleetheid van het model

De inhoud kan ook op een andere manier gevalideerd worden. De inhoudsvalidatie kan ook gedaan worden doormiddel van enquêtes of interviews. Essman & Du Preez (2009) hebben bijvoorbeeld hun vijf casestudies beoordeeld op inhoud en structuur. De evaluatie bestond uit het achteraf vragen naar de tevredenheid aan de respondenten over het model. Daarnaast werd er gevraagd naar de eventuele suggesties.

Naast de inhouds- en indrukvalidatie, zijn er nog andere methodes om een model te valideren. Wendler (2012) noemt bijvoorbeeld de responsvaliditeit. Responsvalidatie kan gedaan worden door middel van een casestudie, interviews, literatuur onderzoek, expert panel, workshops, vragenlijst, Delphi techniek, Nominale groep techniek of combinatie van deze methodes. (Wendler, 2012) Een voorbeeld van responsvalidatie door middel van interviews is gegeven in het artikel van Filho et al. (2010). In dit onderzoek worden de vragen uit een enquête gevalideerd door dezelfde vragen nogmaals te stellen in een interview, zodat vervolgens de antwoorden vergeleken konden worden.

Chinowsky et al. (2007) hebben door de antwoorden van de respondenten eerst te evalueren en dan gericht reflecterende interviews te houden tien casestudies gevalideerd. Een andere optie is om de resultaten van de toetsing te meten en daarna via een enquête achterhalen of de beweringen die gedaan worden over het bedrijf juist zijn. Dit is gedaan door Sen et al. (2006).

Beecham et al. (2005) hebben een stappenplan ontwikkeld voor een validatieproces voor een maturity model voor het opstellen van eisen voor software.

- Geef de doelen van de ontwikkeling van het model weer
- Geef een overzicht van de criteria die zijn opgesteld in de beginperiode van het de ontwikkeling van het model
- Onderzoek alternatieve methodes voor het toetsen van de criteria van het model
- Ontwerp een instrument voor het toetsen van de succescriteria (bijvoorbeeld methodes om te rapporteren en analyseren van de uitslagen)
- Selecteer een expertpanel dat een afspiegeling is van experts in het oorspronkelijke model en het betreffende vakgebied
- Presenteer resultaten van het validatie-instrument
- Relateer resultaten aan de succescriteria om een impressie te krijgen van de sterktes en zwaktes van het model
- Bediscussieer hoe deze sterktes en zwaktes de doelen van het model kunnen beïnvloeden

Van Staveren (2009) gebruikt deels dezelfde criteria als De Bruin et al. (2005) en heeft deze verder aangevuld voor de validatie van zijn methode voor het implementeren van risicomanagement.

- Het model levert state-of-the-art kennis op
- Het model is compleet
- Het model is geschikt voor de actoren
- Het model is algemeen toepasbaar
- Het model is flexibel voor aanpassingen
- Het model is effectief
- Het model is efficiënt
- Het model is overdraagbaar

3.3.5 Conclusie

De drie geselecteerde ontwerpmethodes zijn geschikt voor de grove stappen in de ontwikkeling van een maturity model. Ze dienen echter naast elkaar gebruikt te worden om er zeker van te zijn dat alle stappen gedaan worden. De Bruin et al. (2005) hebben het meest complete model. Echter houden zij bij de invulling van het model geen rekening met bestaande modellen. Verder borgt het model de relevantie van het model niet. Dit kan geborgd worden door stappen uit het model van Becker et al. (2009) en Gottschalk en Solli-Saether (2009) over te nemen.

Er mist op een aantal onderwerpen diepgang. Om deze reden zijn er aanvullende artikelen nodig voor de vergelijking van bestaande modellen en de validatie van het model. Er is een selectie gemaakt van de methodes, deze zijn gebruikt om een nieuwe methode te ontwikkelen.

4. Methode

De methode is voor het grootste deel gebaseerd op de ontwerpstappen van De Bruin et al. (2005). Er wordt echter geen aandacht besteed aan het onderhouden van het model na ontwikkeling van het model, dit valt buiten de scope van dit onderzoek. Daarnaast is een aantal elementen toegevoegd. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de ontwerpstappen met de daarbij behorende bronnen. Het ontwerp begint met een oriënterende fase (§4.1), vervolgens wordt beschreven hoe het model is ontwikkeld (§4.2), getest (§4.3) en geëvalueerd (§4.4)

Tabel 4.1 Bronnen per ontwerpstap

Oriëntatiefase	
Kader	De Bruin et al. (2005)
Probleemstelling	Becker et al. (2009)
Probleemrelevantie	Becker et al. (2009)
Literatuuronderzoek	Eigen toevoeging
Ontwikkelfase	
Kader + ontwerp	De Bruin (2005)
Toets geschiktheid aspecten	Gottschalk & Solli-Saether (2009) Simon et al. (2010)
Feedback op het model	Essman & Du Preez (2009)
Bureauonderzoek literatuur	April et al. (2004)
Indruksvaliditeit vragen	Simon, et al. (2010)
Testfase	
Interne consistentie vragen	De Bruin et al (2005) en Gottschalk en Solli-Saether (2009) Beck et al. (1961).
Correlatie meting GeoRMMM met eigen inschatting	De Bruin et al (2005) en Gottschalk en Solli-Saether (2009) Beck et al. (1961)
Stellingen ter validatie	De Bruin et al. (2005), Van Staveren (2009)
Feedback op het model	Essman & Du Preez (2009)
Ecologische validiteit van het model	Chinowsky et al. (2007)
Evaluatiefase	
Inpasbaarheid	Becker et al. (2009)
Analyse resultaten	Becker et al. (2009)

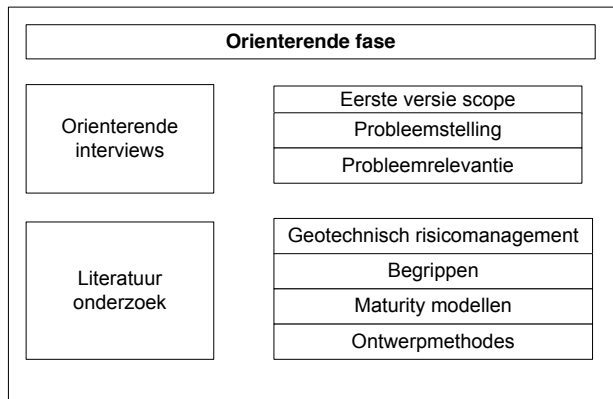
4.1 Oriënterende fase + Literatuur

Met behulp van oriënterende interviews en een literatuurstudie is ervoor gekozen om het BRM3 model als uitgangspunt te gebruiken voor de ontwikkeling van een Geotechnisch Risicomanagement Maturity model. De scope van het model zal beschreven worden met behulp van de methode van De Bruin et al. (2005). Dit is aangevuld met de probleemstelling en probleemrelevantie beschreven door Becker et al. (2009). De stuurgroepleden van Geo-Impuls worden geïnterviewd om de scope met betrekking tot het model te identificeren. Dit zijn oriënterende interviews zoals beschreven in de methode van Gottschalk & Solli-Saether. Tot slot worden bestaande maturity modellen vergeleken op geschiktheid, voordat er een nieuw model wordt ontworpen, zoals beschreven door Becker et al. (2009).

In figuur 4.1 is een samenvatting weergegeven van de stappen die doorlopen worden in de oriënterende fase.

Producten:

- Eerste versie scope
- Probleemstelling
- Studie naar relevantie
- Vergelijking risicomanagement maturity modellen



Figuur 4.1 Schematisering oriënterende fase

4.2 Ontwikkelingsfase

Het BRM3 (IACCM,2003) wordt gebruikt als uitgangspunt van het ontwerp van een nieuw model. Aangezien er een bestaand model gebruikt wordt voor het ontwerp van een nieuw model, wordt er bij het ontwerp afgeweken van de ontwerpmethodes van Gottschalk & Solli-Saether (2009) en De Bruin et al. (2005). Het identificeren van de belangrijkste problemen en het definiëren van variabelen door middel van theorie komen daarom te vervallen. Hier komt de focusgroepdiscussie van Simon et al. (2010) voor in de plaats. Het model zal worden getest en de feedback zal worden besproken in focusgroepdiscussies. Er is gekozen voor een focusgroepdiscussie, omdat met deze methode veel informatie over een specifiek onderwerp verzameld kan worden.

Het BRM3 is een Engelstalig algemeen risicomanagement model. Om het model te kunnen gebruiken in de focusgroepdiscussie wordt het model vertaald en wordt de term “risicomanagement” vervangen door “geotechnisch risicomanagement”.

Focusgroepdiscussie

Vanuit Geo-Impuls zijn er workshops georganiseerd. Tijdens deze workshops komen veel experts die direct betrokken zijn bij het Geo-Impulsprogramma een dagdeel bij elkaar. Er worden drie “bloedgroepen” onderscheiden, de opdrachtgevers, opdrachtnemers en ingenieursbureaus. Elke “bloedgroep” heeft een aparte workshopmiddag.

Aan het begin van de workshop wordt door de deelnemers een inschatting gemaakt van de inbedding van risicomanagement in hun organisatie. Daarna wordt er kennis gemaakt met risicomanagement maturity en vult iedereen het aangepaste BRM3 in. Na het invullen zal er schriftelijk om feedback worden gevraagd op zowel inhoud en vorm. De belangrijkste onderdelen die worden beoordeeld in de workshop zijn het aantal aspecten, het aantal niveaus en de structuur van het model. De sessie wordt geleid door een professionele, externe, gespreksleider. De gespreksleider helpt bij het identificeren en bespreken van de feedback van de deelnemers. De feedback zal gebruikt worden ter verbetering van het model zoals beschreven door Essman & Du Preez (2009).

Bureau-onderzoek

Vervolgens zal een bureaustudie gedaan worden naar maturitymodellen specifiek voor de bouw en literatuur over geotechnisch risicomanagement, om het model een grotere wetenschappelijke basis te geven. De globale ontwerpmethodes van De Bruin (2005), Gottschalk-Saether (2009) en Becker et al. 2010 beschrijven niet hoe een model getoetst dient te worden aan de literatuur. April et al. (2004) geven een uitgebreidere beschrijving van de invulling van de literatuurstudie.

Het stappenplan van April et al (2004) beschrijft uitvoerig welke stappen genomen moeten worden om een maturity model aan de literatuur te toetsen. Stap 3 van het stappenplan is het verzamelen van informatie uit de praktijk. In dit onderzoek gebeurt dit deels tijdens de oriënterende fase en deels in de casestudies. Deze stap is daarom weggelaten uit het stappenplan.

Stap 1: Het verzamelen van artikelen over maturity modellen gerelateerd aan de beoordeling van risicomanagement in de bouw, aangevuld met literatuur over geotechnisch risicomanagement.

Stap 2: Het identificeren van de “best practices” uit de maturitymodellen en uit andere literatuur.

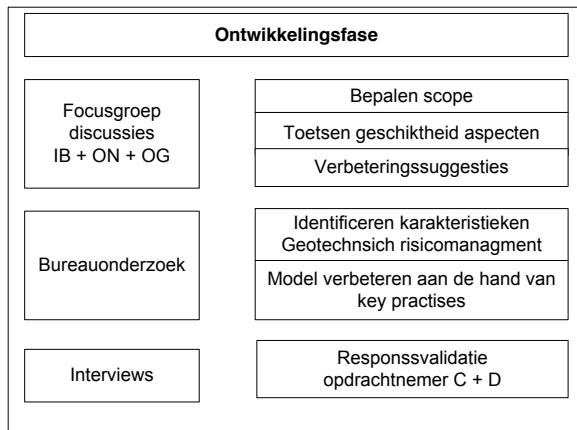
Stap 3: Valideren van de inhoud van het model. Hierbij moet onderzocht worden of het conceptueel model voldoet of dat het model moet worden aangevuld. Deze stap zal verder besproken worden in de testfase.

De laatste stap in de ontwikkeling van het model is de responsvaliditeit. Deze stap wordt uitgevoerd bij respondenten van twee grote opdrachtnemers. Deze opdrachtnemers zijn niet betrokken bij de rest van het onderzoek. Het model wordt getest door respondenten hardop het model in te laten vullen. De respondent wordt gevraagd om hardop te zeggen wat hij/zij denkt wat er bedoeld wordt met de vraag. Op deze manier worden verschillen in perceptie van de vragen expliciet gemaakt. Vragen die niet helder geformuleerd zijn worden aangepast. Op deze manier worden de vragen geschikt gemaakt om het model in de praktijk.

In figuur 4.2 is een samenvatting weergegeven van de stappen die doorlopen worden in de ontwikkelingsfase.

Producten:

- Scope
- Toets geschiktheid aspecten
- Feedback op het model
- Samenvatting best practices (geotechnisch) risicomanagement
- Conceptueel model en beschrijving van verschillende niveaus



Figuur 4.2 Schematisering ontwikkelingsfase

4.3 Testfase

De indrukvaliditeit en inhoudvaliditeit zullen worden getoetst met de validatiemethodes van De Bruin et al. (2005) aangevuld met statistische methodes. Vervolgens wordt de ecologische validiteit gemeten die beschreven wordt door Filho et al. (2010). Er worden daarna gericht interviews gedaan naar aanleiding van de resultaten zoals in het onderzoek van Chinowsky et al. (2007)

Essman & du Preez (2009) hebben een enquête en interviews afgenomen om feedback op het model te krijgen en het model te valideren. De Bruin (2005) beveelt digitale verzameling van gegevens aan, vanwege de snelle manier van dataverzameling. Er is daarom gekozen om online enquêtes af te nemen in combinatie met interviews.

Constructvaliditeit

De constructvaliditeit wordt gemeten door middel van:

- Cronbach alfa
- Pearson correlation coefficient
- Stellingen ter validatie
- Feedback van respondenten
- Ecologische validiteit

Het theoretisch maturity model zal online getest worden bij verschillende afdelingen van grote Nederlandse aannemers.

Interne consistentie

Cronbach alfa test is ontwikkeld om de interne consistentie van de antwoorden te toetsen. De Cronbach alfa is relevant voor de waarden tussen 0 en 1 (Beck, Ward, Mendelson, & Mock, 1961). De stellingen worden aan verschillende personen gesteld binnen één afdeling. De antwoorden zouden dus moeten overeenkomen, aangezien de stellingen hetzelfde zijn. Hoe dichter cronbach alfa bij één ligt hoe consistent de data. De data wordt als consistent beschouwd bij een cronbach alfa groter dan 0.7. Wanneer de waarde van de cronbach alfa kleiner is dan 0.7, zijn de vragen niet eenduidig gesteld, of zijn de respondenten niet goed in staat om antwoord te geven op de vraag.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{y_i}^2}{\sigma_x^2} \right)$$

α	=	Cronbach alfa (range 0-1)
K	=	aantal respondenten
σ_x^2	=	variantie van het totaal van de testscores
σ_y^2	=	variantie van de individuele scores

In het model is de antwoordmogelijkheid “Deze vraag is onduidelijk, n.v.t. of ik weet het antwoord niet “ geboden. Deze antwoorden kunnen niet mee worden gewogen in de meting van de interne consistentie. Deze vragen zullen worden geëvalueerd.

Correlatie meting met eigen inschatting

De respondenten zal gevraagd worden om een eigen inschatting te maken van de organisatie. Deze score zal vergeleken worden met de daadwerkelijk gehaalde score. De correlatie wordt berekend met Pearson correlatiecoëfficiënt (r). SS is de som van de standaardafwijkingen, Y is waarde van de eerste variabele en X is de waarde van de tweede variabele. De Pearson correlatiecoëfficiënt wordt op een 95% betrouwbaarheidsinterval berekend.

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx}SS_{yy}}}$$

$$SS_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

$$SS_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

$$SS_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

In de onderstaande tabel is weergegeven wat de gradaties zijn van de correlatie.

Tabel 4.2 Pearson correlatiecoëfficiënt

Pearsons correlatie coefficient		
Sterkte van de correlatie	positief	negatief
Klein	0.1 tot 0.3	-0.1 tot -0.3
Medium	0.3 tot 0.5	-0.3 tot -0.5
Groot	0.5 tot 1.0	-0.5 tot -1.0

Stellingen ter validatie

Het model zal gevalideerd worden met behulp van stellingen gebaseerd op de methode van De Bruin et al. (2005) en Van Staveren (2009). Het model moet positief scoren op de stellingen, om een succes te kunnen zijn.

- De structuur van het model is geschikt voor het meten van de implementatie van geotechnisch risicomanagement
- Het model vormt een compleet beeld van de organisatorische aspecten van geotechnisch risicomanagement
- Het model is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf
- Het model is een effectieve manier om de implementatie van geotechnische risicomanagement te meten
- De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang

Feedback op het model

In de enquête wordt ruimte gegeven voor feedback. De feedback van de toets zal eerst verwerkt worden om het model te verbeteren alvorens de test opnieuw wordt uitgevoerd.

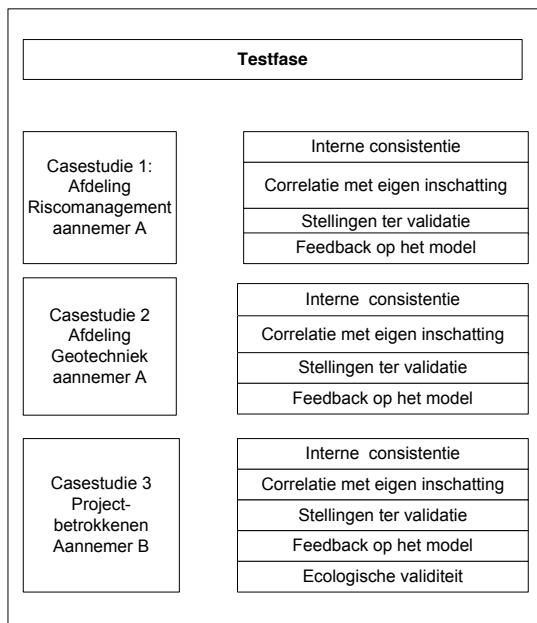
Ecologische validiteit

Aan de respondenten wordt gevraagd wat de huidige gang van zaken is op het gebied van geotechnisch risicomanagement. Dit wordt vergeleken met het resultaat van de maturity toets.

In figuur 4.3 is een samenvatting weergegeven van de stappen die doorlopen worden in de ontwikkelingsfase.

Producten

- Evaluatie model
- Analyse interne consistentie
- Correlatie schattingen met metingen
- Toetsing aan stellingen
- Empirisch getoetst maturity model



Figuur 4.3 Schematisering testfase

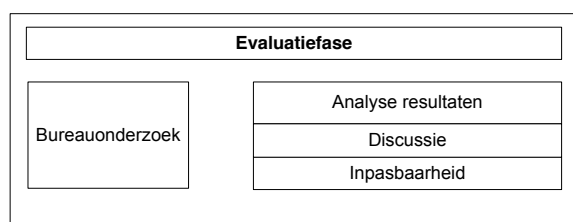
4.4 Evaluatiefase

De feedback die in de tweede testfase gegeven wordt zal gebruikt worden om een eindversie van het model te creëren. De sterktes en zwaktes van het model worden besproken in de discussie, net als de inpasbaarheid van het model. Vervolgens worden de resultaten van de validatie geanalyseerd. De uitkomsten hiervan komen terug in de conclusies en aanbevelingen.

In figuur 4.4 is een samenvatting weergegeven van de stappen die doorlopen worden in de evaluatiefase.

Producten

- Herzien model



Figuur 4.4 Schematisering evaluatiefase

De resultaten van de evaluatiefase zullen worden gepresenteerd aan de deelnemers van Geo-Impuls. Verder zal de verslaglegging van de resultaten openbaar gemaakt worden.

5. Ontwikkeling van het GeoRMMM

In dit hoofdstuk wordt eerst beschreven hoe het maturityniveau bepaald wordt volgens de methode van het BRM3 (§5.1). Vervolgens worden de resultaten van de focusgroepdiscussie besproken (§5.2). Daarna worden het BRM3 en het GeoRMMM vergeleken met de literatuur (§5.3). Verder worden de maturityniveaus van het GeoRMMM beschreven (§5.4) en wordt toegelicht hoe de maturityniveaus zijn vertaald naar een Likertschaal (§5.5). In de laatste paragraaf wordt de responsvaliditeit besproken (§5.6).

5.1 Maturity meten

Het BRM3 bestaat uit 4 aspecten en 31 karakteristieken. De karakteristieken worden vertegenwoordigd door een stelling met vier mogelijke antwoorden. Elk antwoord vertegenwoordigt een maturityniveau. Het maturityniveau wordt vertaald naar een cijfer van 1 t/m 4. Het gemiddelde van de cijfers vormt het eindcijfer voor het aspect. Elk aspect krijgt een cijfer op de schaal van 1 t/m 4. Het laagste cijfer voor een aspect is het eindcijfer voor de maturity van de organisatie. Er wordt geen geweging gegeven aan de karakteristieken en aspecten.

5.2 Resultaten workshop/focusgroepsdiscussie:

Het RMM model van Hillson (1997) is het meest gebruikte model om de maturity van risicomanagement in organisaties te meten. Dit model is verder uitgewerkt door een werkgroep (IACCM) tot het BRM3; dit model is beschikbaar gesteld voor gebruik. Het BRM3 is vertaald en de term 'risicomanagement' is vervangen door 'geotechnisch risicomanagement'. Het model is vervolgens getoetst in workshops met opdrachtgevers, ontwerpers en opdrachtnemers uit de bouwsector.

Van het BRM3 zijn, verdeeld over vier workshops, 17 van de 31 vragen getest (deze vragen zijn dik gedrukt in bijlage 4). Dit is gedaan om snel een beeld te krijgen van de mening van de respondenten over de scope en de aspecten van het model. Het aangepaste BRM3 is in totaal door 49 mensen ingevuld. De groep bestond uit geotechnische professionals, risicomanagers en leden van het managementteam.

De indeling van deelnemers naar type organisatie is als volgt:

Opdrachtgevers (11 deelnemers)
Opdrachtnemers (15 deelnemers)
Ingenieursbureaus (23 deelnemers)

5.2.1 Feedback op de scope

De scope van het model is besproken tijdens de sessies. De conclusie hiervan was dat het model vooral geschikt is voor opdrachtnemers. Opdrachtnemers hebben namelijk het meest te maken met (het uitvoeren van) geotechnisch risicomanagement.

Het BRM3 schrijft gestructureerde processen voor. In de workshops werd geconcludeerd dat dit meer relevant is voor grote dan voor kleine bedrijven. Er is daarom besloten dat het model vooral geschikt is voor de toepassing op (middel)grote opdrachtnemers.

5.2.2 Feedback op het model

Tijdens de workshop is er om schriftelijke feedback gevraagd. Deze feedback is in een plenaire sessie besproken. In de sessie is er nagedacht over verbeteringen van het model. Hieronder is een samenvatting weergegeven van de feedback.

Structuur van het model

De structuur van het model werd door een aantal respondenten bekritiseerd. Het verschil tussen maturityniveaus verschilde sterk per vraag, daarnaast verschilde het abstractieniveau van de vragen. In het artikel van de Bruin et al. (2004) wordt aangeraden om een Likertschaal te gebruiken voor de maturitybeoordeling. Een Likertschaal is een geleidelijke schaal van in dit geval “Oneens” naar “In bijzondere mate eens”. Een Likertschaal zou voor een meer geleidelijke schaalverdeling kunnen zorgen in het model.

Formalisatie

Tijdens de sessies werd er vaak gestruikelend over het begrip formality/formaliteit. Dit begrip werd geassocieerd met officiële documenten en vergaderingen. Uit de beschrijving van Hillson (1997) is echter af te leiden dat het hier om structuur en documentatie gaat. Het derde maturityniveau bij de stelling ‘formality’ is namelijk: ‘Well structured documented and consistently implemented’ en het expert level is ‘Right level of formality for the type of risk. Users can proactively modify and formalise the existing processes to suit the situation’ (p.9, IACCM, 2003). Aangezien “Formaliteit van het proces” verkeerd werd geïnterpreteerd tijdens de sessies is er voor de term “Gestructureerd proces” gekozen.

Knowledge management/kennismanagement

Kennismanagement is een tweede begrip dat problemen opleverde tijdens de sessies. De kern van knowledge management is het systeem van documentatie en overdracht van informatie. Het onderdeel documentatie is uit vraag 2.2 gehaald en ondergebracht onder vraag 2.6 (zie bijlage 2).

Communicatie

Tijdens de sessie werd communicatie expliciet genoemd als toevoeging op het model. Een voorbeeld hiervan is de communicatie tussen opdrachtgever en opdrachtnemer.

5.2.3 Feedback op de aspecten

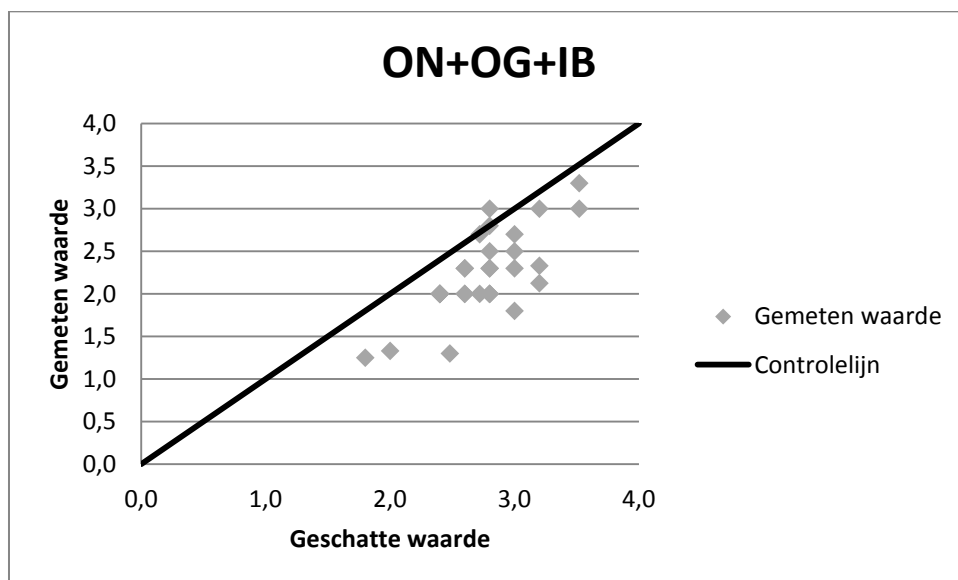
Het BRM3 heeft vier aspecten: Cultuur, Proces, Ervaring, Toepassing. De respondenten is gevraagd naar de perceptie van compleetheid van deze vier aspecten. Bij één van de workshops werd communicatie als mogelijk vijfde aspect aangedragen. Tijdens een plenaire discussie is er besloten dat communicatie beter te verdelen is onder de vier bestaande aspecten.

5.2.4 Correlatie met eigen inschatting

In voorgaande sessies van Geo-Impuls hebben respondenten hun organisatie een rapportcijfer (schaal 1-10) gegeven. In deze sessie is de respondenten opnieuw gevraagd om hun eigen organisatie een rapportcijfer te geven voor de inbedding van geotechnisch risicomanagement. Daarna is in de focusgroepdiscussie besproken welke factoren een rol spelen bij de totstandkoming van het cijfer. Deze factoren zijn genoteerd en vergeleken met de aspecten van het BRM3. Het rapportcijfer is

vervolgens geschikt gemaakt voor een schaal van 1-4 door het door 2.5 te delen. Vervolgens is met behulp van de methode beschreven in paragraaf 5.1 het cijfer van de organisatie gemeten. Deze twee cijfers zijn vergeleken.

In totaal hebben 32 respondenten een inschatting gemaakt van hun eigen organisatie. In figuur 5.1 zijn de geschatte waarden uitgezet tegen de gemeten waarden.



Figuur 5.1 Inschatting maturity van de opdrachtnemers, opdrachtgevers en ingenieursbureaus tegenover de resultaten van het model (n=32)

In bovenstaande grafiek is te zien dat de metingen dezelfde trend volgen als de geschatte waarden. De maturity van de organisatie wordt overschat. De correlatie tussen de geschatte waarde en de gemeten waarde is met de Pearson correlatie berekend. Met deze correlatie is het mogelijk om te toetsen in hoeverre deze waarden overeenkomen. Een positieve 100% correlatie betekent een score van 1, als er geen correlaties aanwezig is wordt dit weergegeven met een score van 0.

De Pearson coëfficiënt van deze toets is 0.75. Wanneer er in plaats van de laagste waarde de gemiddelde waarde als maturity niveau wordt genomen, loopt de correlatie zelfs op tot 0,85. Waardes tussen de 0.5 en 1.0 hebben een grote correlatie. Hieruit is af te leiden dat het model in grote mate overeenkomt met hun eigen schatting. Het BRM3 komt dus in hoge mate overeen met de eigen inschatting van de respondenten.

Er is besloten tijdens de focusgroepdiscussies om verder te gaan met de opdrachtnemers. De Pearson correlatiecoëfficiënt van de inschattingen van de opdrachtnemers en de daadwerkelijk gemeten waarde is 0.69. Dit is een sterke correlatie.

5.2.5 Aanpassingen naar aanleiding van testen met het aangepaste BRM3

Naar aanleiding van de feedback zijn er verbeteringen doorgevoerd in het model. De belangrijkste aanpassing is het werken met de Likertschaal. Tijdens de sessie kwamen twee suggesties die buiten de scope vallen van het onderzoek. Er werd gevraagd of het niet nodig was om weging aan vragen te geven. Daarnaast zag een aantal respondenten grote meerwaarde in het geschikt maken van dit model voor EMVI criteria. Deze twee suggesties zullen terug komen in de aanbevelingen in hoofdstuk 7. De aanpassingen in het model zijn samengevat in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Aanpassingen aan het model

Feedback workshops	Verbeteringen model
Sommige vragen lijken er op elkaar	Vraag 1.8 komt te vervallen
Communicatie van de risico's zowel intern als extern werd in de sessies genoemd als missend onderdeel.	In het nieuwe model komt er meer aandacht voor communicatie
De schaalverdeling is niet geleidelijk	Werken met een Likertschaal
De verspreiding van het model zou online gedaan kunnen worden	Ontwikkeling van een online-versie
Terminologie is soms onduidelijk	Meer onderzoek naar knowledgemanagement, formality
Compleet beeld van de organisatie	Het model moet door meerdere personen worden ingevuld
Rol van geotechniek binnen het totale risicomanagement ontbreekt	Een extra stelling
Steun van de werknemers ontbreekt	Een extra stelling
Sommige niveaus liggen ver uit elkaar	Structuur van het model aanpassen
Het abstractieniveau van de vragen loopt sterk uiteen	Structuur van het model aanpassen
Sommige vragen zijn subjectief	Structuur van het model aanpassen
Er zou overwogen kunnen worden om weging aan vragen mee te geven	-
Het model zou grotere toegevoegde waarde hebben wanneer de uitslag van het model als EMVI- criterium kan dienen	-

5.2.6 Conclusies focusgroepdiscussies

Het doel van de focusgroepdiscussies is om de bruikbaarheid van het model te toetsen. De volgende conclusies voor de toepassing van het model zijn getrokken.

- Het model moet door meerdere personen van een bedrijf ingevuld worden om een compleet beeld van de organisatie te krijgen
- De resultaten van het BRM3 hebben een grote correlatie met de eigen inschatting van de respondenten
- De vier aspecten dekken de lading van geotechnisch risicomanagement
- De manier van toetsen is geschikt om snel een beeld te krijgen van de organisatie
- Het model is een goede start van een discussie over de toepassing van geotechnisch risicomanagement
- Het is de moeite waard om alleen het risicomanagement op geotechnisch gebied te toetsen
- Het model is het meest geschikt voor opdrachtnemers in de bouw
- De Likertschaal kan de structuur van het model verbeteren

Naast de toets op hoofdpunten zijn er inhoudelijke suggesties gedaan. Deze suggesties zullen worden meegenomen in de verbetering van het model.

5.3 Bureauonderzoek karakteristieken GeoRMMM

Uit de focusgroepdiscussie over (delen van) het BRM3 bleek dat dit model een goed begin is van de ontwikkeling van een nieuw model. Daarom is besloten om dit model verder te ontwikkelen. De volgende stap is het vergelijken van het model met de literatuur.

5.3.1 Literatuur

Het aangepaste BRM3 is vergeleken met voorwaarden uit bestaande maturity modellen en voorwaarden uit de (geotechnisch) risicomanagement literatuur. De volgende artikelen zijn gebruikt:

Maturity modellen: *Chinowsky et al. (2007)*, *Zou et al. (2010)* en *Jia et al. (2013)*

Geoliteratuur: *Clayton (2001)*, *Carlsson (2005)*, *Bea et al (2006)* *Van Staveren (2006)* en *Van Staveren (2009)*

Uit bovenstaande artikelen zijn de (key) conditions, key steps, peilers, barriers en aanbevelingen voor de inbedding van (geotechnisch) risicomanagement geselecteerd. Alle geselecteerde elementen zullen vanaf nu voorwaarden voor risicomanagement genoemd worden.

In de publicaties over risicomanagement maturity zijn 57 voorwaarden gevonden. In de publicaties over de toepassing van geotechnisch risicomanagement zijn 145 voorwaarden gevonden, hiervan waren 125 voorwaarden voor de implementatie van risicomanagement in de *organisatie*. Deze voorwaarden zijn weergegeven in bijlage 6.

5.3.2 Koppeling voorwaarden uit literatuur met maturity modellen

Alle (31) karakteristieken uit het BRM3 model zijn vergeleken met de voorwaarden uit de literatuur. De karakteristieken met dezelfde strekking zijn toegekend aan de stelling. Er is een voorbeeld gegeven van een stelling met de daarbij behorende voorwaarden in tabel 5.2. De complete vergelijking van de vragen uit het GeoRMMM is te vinden in bijlage 5.

Tabel 5.2 Stelling vergeleken met karakteristieken uit de literatuur

Cultuur				
Karakteristiek in enquête	Voorwaarde uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
1.1 De directie van uw organisatie stimuleert de toepassing van geotechnisch risicomanagement	If there is not sufficient support in all ranks of the project hierarchy, it unfortunately will be most unlikely to catch the full GeoQ potential,	Geo	Van Staveren	2006
	Active participation of project owners for increasing the application of risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	Leadership: championing the integration of new knowledge into the organization; Encouraging experimentation and taking proactive steps to achieve a shared vision	Mat	Chinowsky	2007
	Executive support	Mat	Chinowsky	2007
	Upper management actively takes part in risk activities, supports and encourages risk management	Mat	Zou	2010
	Support from senior managers	Mat	Jia	2012

Op de manier, zoals gedemonstreerd in tabel 5.2, zijn alle voorwaarden uit de literatuur gekoppeld aan karakteristieken van het BRM3. Dit heeft geresulteerd in toekenning van 58 van de 125 voorwaarden uit de geoliteratuur en een toekenning van 34 van de 57 voorwaarden uit bestaande maturity modellen.

Negentig voorwaarden uit de literatuur kwamen niet voor in het BRM3. Deze voorwaarden zijn weergegeven in bijlage 7. Deze voorwaarden zijn gecategoriseerd. Categorieën die veel voorkwamen in de literatuur of werden genoemd in de focusgroepdiscussies zijn omgeschreven tot nieuwe karakteristieken. In totaal zijn er twaalf nieuwe karakteristieken geïdentificeerd. Deze zijn hieronder weergegeven.

Voorwaarden die veel aan bod kwamen in de bestaande maturity modellen zijn:

- Leren van fouten
- Review van het proces

Onderwerpen die specifiek voor de geotechniek zijn:

- Inzicht in kosten en opbrengsten van geotechnisch risicomanagement
- Beschikbaarheid van data
- Vroege toepassing
- Rol van geotechnisch risicomanagement in het proces
- Bewustzijn van de onzekerheden die gepaard gaan met geotechnisch risicomanagement
- Monitoring van geotechnische omstandigheden
- Acceptatie van onzekerheid in geotechnische condities
- Cyclisch proces

Tijdens de workshops zijn de volgende karakteristieken aangedragen.

- Communicatie van risico's
- Steun werknemers voor risicomanagementbeleid

Weggelaten karakteristieken

Karakteristieken uit het BRM3, die niet werden ondersteund door andere modellen of door de geotechnisch risicomanagement literatuur zijn anders geformuleerd of weggelaten uit het model. De volgende karakteristieken zijn weggelaten of anders geformuleerd.

- Goal Congruence and Attitude Alignment
- Risk sharing
- Risk Appetite
- Risk response strategies
- Formality
- Scalability
- Attitude Alignment of Risk Management Team to Organisation

Risk response strategy kwam twee maal voor in het model. De eerste keer als Risk Response Strategies (ways of avoiding or reducing risk) Turndown, Transfer, Treat, Tolerate (onderdeel Cultuur) en de tweede keer als Risk Response Strategy (onderdeel Proces). Er is gekozen om Risk Response Strategy maar één keer te noemen, dit onderdeel is ondergebracht bij het aspect "Proces".

Risk sharing wordt in het BRM3 deels uitgelegd als het delen van risico en deels als het communiceren van risico's. Het intern communiceren van risico's wordt wel ondersteund door de literatuur; risico's delen niet.

“Goal Congruence and Attitude Alignment” scoort niet hoog in de vergelijkingsstudie. Dit komt omdat in andere artikelen meer nadruk gelegd wordt op de steun van risicomanagement en niet zo zeer of dit overeenkomt met de houding van de organisatie.

5.3.3 Vergelijking aangepast model met voorwaarden uit de literatuur

De aanpassingen aan het BRM3 hebben geleid tot een nieuw model, het GeoRMMM model. Het GeoRMMM model heeft drie stellingen meer dan het BRM3. De dekking van de gevonden karakteristieken voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement van het GeoRMMM is ten opzichte van het BRM3 gestegen van 46% naar 77%. De overeenkomst met maturity modellen uit de bouw is door de aanpassingen verhoogd van 59% naar 75%. Het aantal voorwaarden uit de literatuur dat gedekt wordt door de karakteristieken van de modellen is weergegeven in tabel 5.3 en 5.4.

Tabel 5.3 Vergelijking van de modellen met Geoliteratuur

Auteur	Publicatie	Categorie	Bruikbare key conditions	BRM3	GeoRMMM
Clayton (2001)	boek	Conditions aannemer	9	3	7
		Key steps	5	4	4
		Overige conditions	2	0	2
Carlsson et al. (2005)	Artikel	Aanbevelingen aannemers	8	4	7
		Algemene aanbevelingen	8	5	7
Bea 2006	Artikel	Conditions	9	6	8
Van Staveren (2006)	Boek	Peilers	3	0	3
		Concrete Aanbevelingen	4	3	4
		Overige aanbevelingen	13	6	9
Van Staveren (2009)	Proefschrift	Key conditions uit eigen werk	10	3	7
		Key conditions uit de praktijk	34	17	27
		Overige keyconditions	19	7	13

Tabel 5.4 Vergelijking van de modellen met maturity modellen uit de bouw

Auteur	Categorie	Bruikbare conditions	BRM3	GeoRMMM
Chinowsky et al. (2010)	Key conditions	15	9	10
	Barriers	6	4	6
Zou et al.	key conditions	25	16	18
Jia et al.	Key conditions	11	6	8

5.3.4 Karakteristieken GeoRMMM

De 34 karakteristieken van het GeoRMMM zijn vertaald in stellingen. De stellingen van het GeoRMMM zijn samengevat in tabel 5.5.

Tabel 5.5 Karakteristieken van de organisatie voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement

Cultuur	Proces	Ervaring	Toepassing
1.1 De directie van uw organisatie stimuleert de toepassing van geotechnisch risicomanagement	2.1 Er wordt binnen uw bedrijf een gestructureerd geotechnisch risicomanagementproces voorgeschreven	3.1 Geotechnisch gekwalificeerd personeel (kan zowel intern als extern) is beschikbaar wanneer nodig	4.1 De middelen (geld, tijd) t.b.v. geotechnische risicomanagement, toegewezen in projecten, staan in verhouding tot de beoordeelde ernst (perceptie) van de risico's
1.2 Geotechnisch risicomanagement beleid wordt gesteund door alle projectmedewerkers van uw organisatie	2.2 Geotechnisch risicomanagement is standaard opgenomen in het totale risicomanagement	3.2 De ervaring van de geotechnische professionals sluit aan bij de complexiteit van de projecten	4.2 Een gestandaardiseerd geotechnisch risicomanagement proces wordt toegepast in alle projecten van de organisatie
1.3 Binnen uw organisatie is er een overtuiging van het belang van geotechnisch risicomanagement	2.3 Geotechnische risicobeheersingsmaatregelen worden regelmatig gereviewd om er zeker van te zijn dat het geotechnisch risicomanagement effectief is	3.3 Geotechnische professionals zijn in staat om projectmanagers te overtuigen van de ernst van geotechnische risico's	4.3 De geotechnische risicobeheersmethodes die worden gebruikt zijn geschikt voor de projecten van de organisatie
1.4 In uw bedrijf wordt geaccepteerd dat geotechnische onzekerheden nooit helemaal te vermijden zijn	2.4 De organisatie verbetert het geotechnisch risicomanagementproces op basis van nieuwe ideeën / ervaringen/ geleerde lessen	3.4 Er zijn voldoende middelen (geld, tijd) beschikbaar om geotechnisch risicomanagement toe te passen	4.4 Geotechnische risico's worden vroeg in het project geïdentificeerd
1.5 Geotechnische risico's worden openlijk gecommuniceerd binnen projectteams	2.5 Uitwisseling van kennis naar toekomstige projecten wordt gefaciliteerd (bijvoorbeeld met behulp van goed georganiseerde databases)	3.5 Alle projectmedewerkers zijn zich bewust van de risico's vanuit de ondergrond	4.5 Opbrengsten en kosten worden meegewogen in beslissingen m.b.t. geotechnische risicobeheersingsmaatregelen
1.6 Geotechnisch risicomanagement beleid en doel worden intern gecommuniceerd	2.6 Communicatie van risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)	3.6 Er is een gestructureerd trainingsprogramma om kennis op het gebied van geotechnisch risicomanagement te behouden en verbeteren	4.6 De gekozen beheersmaatregelen zijn daadwerkelijk uitgevoerd om de geïdentificeerde risico's te beheersen
1.7 Binnen de organisatie is er inzicht in de kosten van geotechnisch risicomanagement	2.7 In elke projectfase wordt de stappen van het risicomanagement proces minimaal één keer doorlopen		4.7 De terugkoppeling van geotechnische risico's is begrijpelijk gemaakt voor de projectdeelnemers
1.8 Binnen de organisatie is er inzicht in de opbrengsten van geotechnisch risicomanagement			4.8 Geotechnische omstandigheden worden gemonitord tijdens het bouwproces
1.9 Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever			4.9 Aan het eind van een project worden projectevaluatie gebruikt om geleerde lessen te documenteren
1.10 De organisatie is transparant naar buiten toe met informatievoorziening over geotechnische risico's			4.10 Tijdens het bouwproject is er te allen tijde voldoende gronddata beschikbaar om gefundeerde keuzes te maken
1.11 Geotechnisch risicomanagement speelt in een vroeg stadium van de projecten mee in de besluitvorming			

5.3.5 Conclusies literatuurvalidatie

De volgende conclusies over het BRM3 kunnen getrokken worden:

- In het BRM3 is er weinig nadruk op een lerende organisatie
- Specifieke voorwaarden voor geotechnisch risicomanagement ontbreken in het BRM3
- Het BRM3 heeft een hoge dekking bij het aspect toepassing

5.4 Beschrijving maturityniveaus

Er is geconcludeerd dat er verder gegaan zal worden met een aangepast BRM3 model. Dit model wordt vanaf nu GeoRMMM genoemd. Met behulp van de artikelen van RMRDC (2002) en IACCM (2003) zijn de beschrijvingen van de verschillende maturityniveaus van het GeoRMMM opgesteld.

Niveau 1

Een organisatie op niveau 1 scoort laag op de beoordelingscriteria. De organisatie is zich niet bewust van de behoefte aan formeel risicomanagement. Er is geen gestructureerd geotechnisch risicomanagementproces voorgeschreven. De organisatie heeft geen ervaring met geotechnisch risicomanagement. De organisatie is niet op de hoogte van het belang van geotechnisch risicomanagement.

Risicomanagement (wanneer aanwezig) is vooral reactief, er wordt niet geleerd van het verleden en er wordt niet voorbereid op onzekerheden. Er wordt geen poging gedaan tot het identificeren van risico's of het ontwikkelen van plannen om risico's te vermijden.

Niveau 2

Op niveau 2 heeft een organisatie een aantal mensen dat in staat is om effectief risicomanagement procedures en technieken toe te passen. Op dit niveau wordt risicomanagement gezien als een extra activiteit. Die waar nodig, ondernomen wordt. Het is onwaarschijnlijk dat het consistent wordt toegepast. Risicomanagement wordt alleen bij een paar complexe projecten toegepast.

Een organisatie op niveau 2 is zich bewust van het belang van geotechnisch risicomanagement, er is bewijs van erkenning van geotechnisch risicomanagement in de organisatiecultuur. Er bestaat een risicomanagementproces dat (soms) wordt gebruikt.

Er wordt door individuen bij specifieke projecten geëxperimenteerd met de toepassing van geotechnisch risicomanagement. Er is geen formeel risicomanagementproces. In de organisatie is bekend dat geotechnisch risicomanagement grote voordelen kan opleveren. Op een paar projecten wordt er lering getrokken uit het verleden; maar er is geen methode geïmplementeerd welke dit kan waarborgen. De wetenschap dat risicomanagement kan bijdragen aan succes is aanwezig.

Niveau 3

Geotechnisch risicomanagement wordt routinematig en consistent in alle projecten toegepast. Risicomanagement is geïmplementeerd in bedrijfsprocessen en toegepast in (bijna alle) projecten. De opbrengsten van geotechnisch risicomanagement zijn bekend en worden begrepen op elk niveau van de organisatie. Planning en beheersing van nieuwe projecten is gebaseerd op ervaring uit vergelijkbare projecten. De bekwaamheid op het gebied van geotechnisch risicomanagement wordt overgedragen op een project-tot-project basis. Projecten implementeren geotechnisch risicomanagement door middel van processen die gedefinieerd, gedocumenteerd, geoefend, gemeten, afgedwongen en verbeterbaar zijn.

Op elk project is een risicomanager aangesteld. Op kleine projecten kan de rol van risicomanager en projectmanager samengevoegd worden, maar op grote projecten wordt dit door een afzonderlijke persoon gedaan.

Niveau 4

De organisatie op niveau 4 is risicobewust en voert geotechnisch risicomanagement proactief uit. De organisatie is altijd op zoek naar het verkrijgen van maximale opbrengsten door de invoer van de beste processen uit de sector. De uitkomsten van de risicomanagementprocessen in deze organisatie stabiel en herhaalbaar.

Risico-informatie wordt continu ontwikkeld en actief gebruikt om organisatie processen te verbeteren en de kans op succes te vergroten in projecten. Er zijn één (of meerdere) standaard risicomanagementprocessen, welke worden gedocumenteerd en gebruikt door de hele organisatie. De risicomanagementprocessen worden gebruikt (en veranderd indien nodig) om de organisatie van het project, de operationele managers en technische staf effectiever te laten werken. Een organisatiebreed trainingsprogramma is aanwezig om te zorgen dat iedereen binnen de organisatie de kennis en de vaardigheden heeft om hun rollen te vervullen.

Er is een groep binnen de organisatie verantwoordelijk voor de uitvoering van geotechnisch risicomanagement. Dit is een aanspreekpunt voor informele communicatie buiten de projectcommunicatiekanalen van het operationele management.

5.5 Vertaalslag van maturityniveaus naar Likertschaal

In een organisatie op niveau 1 wordt niet aan de voorwaarden voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement voldaan. Dit niveau heeft een organisatie daarom als op (het grootste deel van) de stellingen “Oneens” wordt geantwoord. Dit niveau wordt “Initieel” genoemd.

In een organisatie op niveau 2 wordt op enkele projecten al gewerkt met geotechnisch risicomanagement. Er is dus sprake van een gedeeltelijke toepassing. Dit niveau heeft een organisatie welke op (het grootste deel van) de stellingen “Gedeeltelijk eens” antwoordt. Dit niveau wordt “Inconsequent” genoemd.

In een organisatie op niveau 3 wordt risicomanagement consequent toegepast. Risicomanagement is routine. Dit niveau heeft een organisatie welke op (het grootste deel) van de stellingen “Eens” antwoordt.

In een organisatie op niveau 4 wordt alle processen zeer goed uitgevoerd. Er wordt in bijzondere mate voldaan aan de voorwaarden van risicomanagement. Dit niveau heeft een organisatie welke (het grootste deel) van de stellingen “In bijzondere mate eens” antwoordt.

5.6 Responsvalidatie

Het model is met twee verschillende grote Nederlandse opdrachtnemers doorlopen, ze worden in dit onderzoek opdrachtnemer C en D genoemd. Dit zijn opdrachtnemers die niet in de rest van het onderzoek betrokken waren. Er zijn interviews afgenomen om te toetsen of de respondenten de vragen begrepen. Er werd tevens nagegaan of er geen verschil in perceptie kon ontstaan. De respondenten hebben het model hardop denkend ingevuld, tijdens dit proces zijn aantekeningen gemaakt van de percepties van de respondenten. Onduidelijkheden, slechte formuleringen en

stellingen die twee verschillende thema's toetsen zijn besproken en vervolgens uit het model gehaald. Verder is er een optie in het model toegevoegd om met behulp van een muisklik toelichting te verkrijgen op een begrip.

6. Validatie

Het GeoRMMM is online getest bij twee grote aannemers (>2500 werknemers). In deze zogenaamde testfase worden verschillende methodes gebruikt om het model te valideren. De namen van de opdrachtnemers zijn gefingeerd vanwege de gevoeligheid van de informatie. In dit hoofdstuk worden de resultaten van de casestudies met opdrachtnemer A en B besproken (§6.1-6.3). Uit deze casestudie worden conclusies getrokken (§6.4), vervolgens worden de resultaten van het onderzoek besproken in een discussieparagraaf (§6.5). De maturity is gemeten met de methode beschreven in het vorige hoofdstuk (§5.1).

6.1 Casestudie 1

Casestudie 1 is uitgevoerd bij de afdeling geotechniek van opdrachtnemer A. Het GeoRMMM is gepresenteerd tijdens een afdelingsoverleg van de afdeling geotechniek. De afdeling geotechniek van het aannemersbedrijf bestaat uit zeventien werknemers, waarvan dertien het GeoRMMM hebben ingevuld. De volgende onderdelen zijn getoetst in de casestudie:

- Interne consistentie van antwoorden met behulp van Cronbach alfa
- Pearson correlatiecoëfficiënt van de vergelijking van de uitkomsten van het GeoRMMM met de eigen inschatting van de maturity
- Stellingen ter validatie
- Feedback analyseren

6.1.1 Interne consistentie

Met behulp van de Cronbach alfa is de consistentie van de antwoorden van de deelnemers gemeten. De waarde van de Cronbach alfa is 0.30. De antwoorden zijn betrouwbaarder naarmate de Cronbach alfa dichter bij de 1.0 komt. Vanaf 0.7 wordt de waarde als consistent beschouwd. De antwoorden op de vragen kunnen daarom naar aanleiding van casestudie 1 niet consistent genoemd worden.

Een aantal respondenten had moeite met het invullen van vragen. Hieronder is een overzicht gegeven van de stellingen die twee of meer respondenten niet konden invullen.

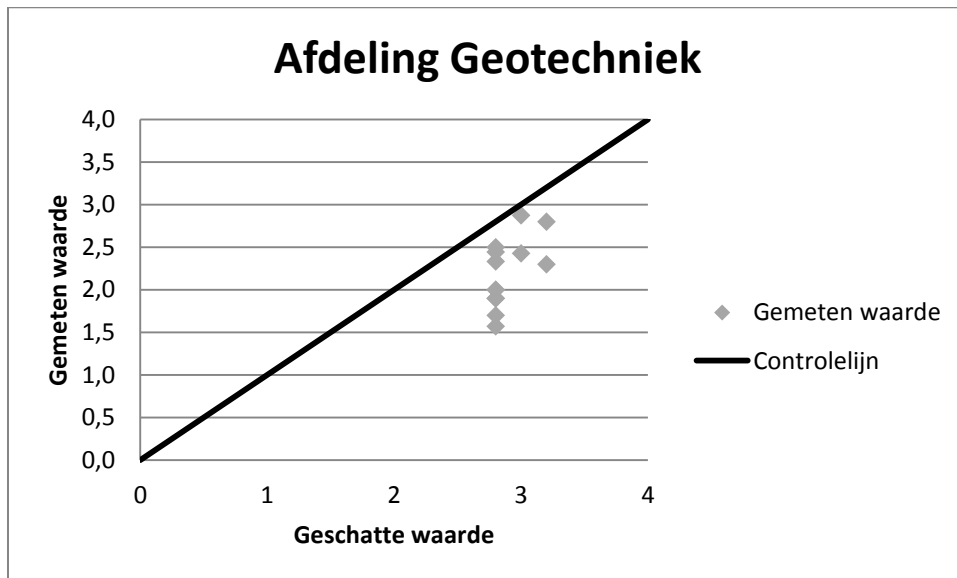
- 1.8 Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever
- 2.6 Communicatie van risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)
- 4.2 Een gestandaardiseerd geotechnisch risicomanagement proces wordt toegepast in alle projecten van de organisatie
- 4.3 De geotechnisch risicobeheersmethodes die worden gebruikt zijn geschikt voor de projecten van de organisatie

Op de afdeling geotechniek is geen uitgebreide kennis over het risicomanagementproces aanwezig, waardoor sommige vragen moeilijk te beantwoorden waren. Vraag 1.8 en 2.6 zijn hier voorbeelden

van. Daarnaast bleek uit de feedback van de respondenten dat het lastig is voor respondenten om te spreken over projecten, anders dan hun eigen project. Dit zorgt ervoor dat vraag 4.2 en 4.3 moeilijk te beantwoorden zijn.

6.1.2 Correlatie met eigen inschatting

De respondenten is gevraagd om een inschatting te maken van de inbedding van geotechnisch risicomanagement in hun eigen organisatie (zie enquête in bijlage 2), vervolgens is de maturity gemeten met behulp van het GeoRMMM. Figuur 6.1 is het resultaat van de maturity meting op de afdeling geotechniek uitgezet tegen hun eigen inschatting.



Figuur 6.1 Inschatting van de afdeling geotechniek tegenover de resultaten van het model (n=13)

De Pearson correlatiecoëfficiënt van de waardes is 0.59, wat inhoudt dat er sprake is van een sterke correlatie. Verder is uit figuur 6.1 op te maken dat de geschatte waardes gemiddeld hoger zijn dan de gemeten waardes. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn terug te lezen in de discussie (§6.5).

6.1.3 Validatievragen:

De validatiestellingen zijn zo geformuleerd dat een positieve reactie op de stelling ook positief is voor het model. De reactie op de stellingen was voor 18% negatief, 23% neutraal en 49% positief of erg positief op de Likertschaal. Verder is er op 15% van de stellingen 'weet ik niet' geantwoord. De reacties op de validatievragen zijn samengevat in tabel 6.1.

De stellingen waarmee een groot deel van de respondenten het oneens was: 'Het model geeft een compleet beeld van de implementatie van risicomanagement' en 'Het model geeft een totaalbeeld van de toepassing van geotechnisch risicomanagement in de organisatie.' Enkele respondenten geven aan dat zij onvoldoende overzicht hebben van de organisatie en het daarom niet mogelijk is om een compleet beeld te krijgen van het geotechnisch risicomanagement in de organisatie.

De respondenten zijn ook nog niet overtuigd van de effectiviteit van het model, veel respondenten weten het antwoord op deze validatievraag niet of blijven neutraal.

Er is grotendeels consensus over het feit dat het model eenvoudig is om in te vullen en eenvoudig is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf. De invultijd van het model wordt niet als te lang ervaren.

Tabel 6.1 Reactie op validatie

	Volledig oneens	Oneens	Niet oneens, niet eens	Eens	Volledig eens	Weet ik niet
Het model geeft een compleet beeld van de implementatie van geotechnisch risicomanagement	0%	31%	23%	15%	0%	31%
Het model geeft een totaalbeeld van de toepassing van geotechnisch risicomanagement in de organisatie	0%	31%	46%	8%	0%	15%
Het model is eenvoudig in te vullen	0%	15%	0%	77%	8%	0%
Het model is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf	0%	0%	8%	69%	0%	23%
Het model is een effectieve manier om de implementatie van geotechnisch risico's te meten	0%	8%	31%	38%	0%	23%
De invultijd van het model is niet te lang	0%	8%	15%	69%	8%	0%

6.1.4 Feedback op het model

Tijdens de online enquête was er ruimte om feedback te geven op het model, hieronder is samenvatting van de feedback weergegeven.

- Licht toe wat geotechnisch risicomanagement is, anders dan gewoon risicomanagement
- Het lastige is dat het begrip 'project' binnen de organisatie heel breed is en niet eenduidig. Er is bijvoorbeeld een groot verschil in toepassing van risicomanagement tussen grote en kleine projecten.
- Het begrip organisatie kan worden geïnterpreteerd als afdeling en soms als het hele bedrijf.
- Het begrip geotechnisch risicomanagement bestaat niet binnen de organisatie
- Bij het aspect "Ervaring" is het nuttig om expliciet te vermelden dat eenvoudige toegang tot externe kennis ook voldoet.
- In het model wordt over tijd en geld gesproken. Het is belangrijk om te realiseren dat er eigenlijk altijd tijdsdruk is.

6.1.5 Conclusies:

Uit de resultaten van casestudie 1 zijn de volgende conclusies te trekken.

- Wees duidelijk over begrippen als organisatie, projecten en geotechnisch risicomanagement.
- De stellingen ter validatie kunnen een vertekend beeld geven van het model
- Bedenk goed welke persoon in staat is welke vraag te beantwoorden.
- Stel een lijst van werknemers samen, welke nodig zijn om een compleet beeld van de organisatie te krijgen.
- Formuleer enkele vragen scherper

6.1.6 Verbeteringen naar aanleiding van resultaten casestudie 1

Er is naar aanleiding van de feedback een aantal onderwerpen toegevoegd aan de introductie/presentatie van het GeoRMMM

- Uitleggen wat het verschil is tussen projectbeoordelingen en organisatiebeoordelingen
- Uitleggen dat het geen probleem is om de optie aan te vinken dat je een vraag niet kan beantwoorden
- In de introductie van het model wordt meer aandacht besteed aan de term geotechnisch risicomanagement.

Aan de enquête zijn ook elementen toegevoegd. Een extra vraag is toegevoegd die dieper ingaat op de inschatting van de huidige inbedding van geotechnisch risicomanagement. De vraag is als volgt geformuleerd:

Kunt u een inschatting geven van het verloop van de door uw bedrijf uitgevoerde projecten?

Antwoordmogelijkheden:

- Er gaat veel mis op het gebied van geotechnisch risicomanagement en er is weinig verbetering
- Er gaat zo nu en dan wat mis op het gebied van geotechnisch risicomanagement. Oplossingen worden gezocht wanneer het probleem zich voordoet
- Er gaat weinig mis op het gebied van geotechnisch risicomanagement, risicobeheersing is routine
- Wanneer er iets mis gaat op het gebied van geotechnisch risicomanagement is er van te voren al nagedacht over een oplossing, er wordt actief geleerd van de ervaringen die worden opgedaan in het project.

Verder is een vraag uit het model opgesplitst. “Inzicht in kosten en opbrengsten” is opgedeeld in “inzicht in kosten” (1.7) en “inzicht in opbrengsten” (1.8).

De validatiestellingen zijn ook aangepast in de enquête. De resultaten van de validatie uit casestudy 1 waren deels negatief. Er is daarom geëvalueerd over de perceptie van de validatievragen. De vragen zijn naar aanleiding hiervan herzien. De laatste vraag, “De invultijd van het model is niet te lang”, bevat een dubbele ontkenning. Deze vraag is aangepast naar “De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang”. Verder is er een vraag over de structuur van het model toegevoegd. De vraag of het model een compleet beeld van de organisatie geeft is weggelaten, omdat respondenten deze vraag pas kunnen beantwoorden als de uitkomst van het maturity model bekend is.

De nieuwe validatievragen zijn als volgt:

- De structuur van het model is geschikt voor het meten van de implementatie van geotechnisch risicomanagement
- Het model vormt een compleet beeld van de organisatorische aspecten van geotechnisch risicomanagement
- Het model is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf

- Het model is een effectieve manier om de implementatie van geotechnisch risicomanagement te meten
- De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang

Het resultaat van de doorgevoerde mutaties in het model weergegeven in bijlage 2.

6.2 Casestudie 2

Casestudy 2 is ook gehouden bij opdrachtnemer A, maar nu op de afdeling risicomanagement. In totaal is de enquête naar vijftien mensen verstuurd. Uiteindelijk waren de antwoorden van tien respondenten bruikbaar voor dit onderzoek.

De volgende analyses zijn uitgevoerd:

- Interne consistentie van antwoorden met behulp van de Cronbach alfa
- Pearson correlatiecoëfficiënt van de vergelijking van de uitkomsten van het GeoRMMM met de eigen inschatting van de maturity
- Stellingen ter validatie
- Feedback analyseren

6.2.1 Consistentie

Met behulp van de Cronbach alfa is de consistentie van de antwoorden van de respondenten getest. De waarde van de Cronbach alfa is 0.14. De waarde 0.14 betekent dat er bijna geen consistentie is.

Hieronder is een overzicht gegeven van de stellingen die twee of meer respondenten niet konden invullen.

- Geotechnisch risicomanagement beleid en doel worden intern gecommuniceerd
- Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever
- Communicatie over risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)
- Geotechnisch gekwalificeerd personeel (kan zowel intern als extern) is beschikbaar wanneer nodig
- Er is een gestructureerd trainingsprogramma om kennis op het gebied van geotechnisch risicomanagement te behouden en verbeteren

Uit de niet ingevulde vragen blijkt dat de respondenten van de afdeling risicomanagement weinig inzicht hebben in het aspect "Ervaring".

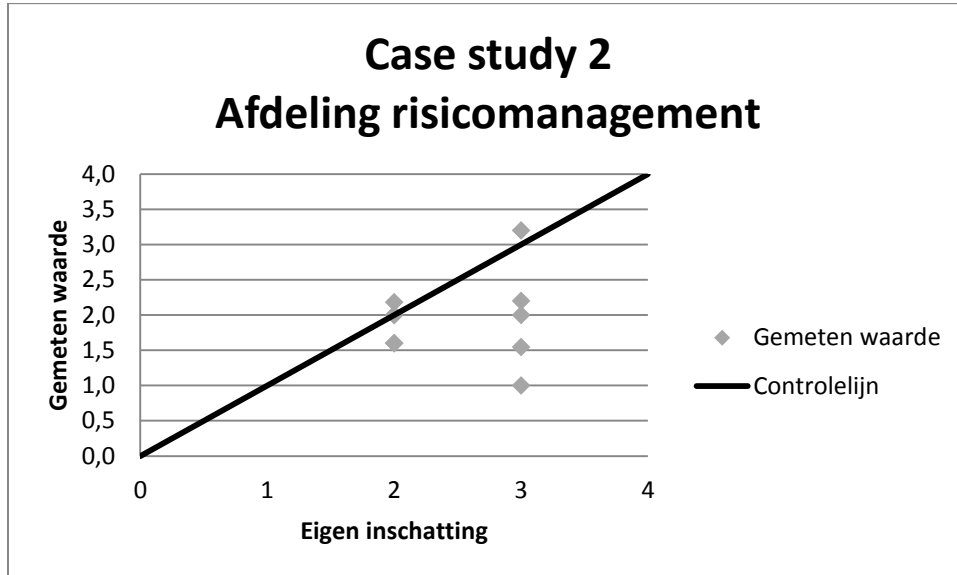
6.2.2 Correlatie met eigen inschatting

De respondenten is gevraagd om een inschatting te maken van de inbedding van geotechnisch risicomanagement in hun eigen organisatie. Een groot verschil met de vorige casestudie is dat de respondenten dit keer zijn gevraagd om hun eigen organisatie in te delen in één van de volgende niveaus:

1. Er gaat veel mis door geotechnische falen en er is weinig verbetering
2. Er gaat zo nu en dan wat mis door geotechnisch falen. Oplossingen worden gezocht wanneer het probleem zich voordoet

3. Er gaat weinig mis door geotechnisch falen, risicobeheersing is routine
4. Wanneer er iets mis gaat door geotechnisch falen is er van te voren al nagedacht over een oplossing, er wordt actief geleerd van de ervaringen die worden opgedaan in het project.

Figuur 6.2 geeft de resultaten van de tien bruikbare respondenten weer.



Figuur 6.2 Inschatting van de afdeling risicomanagement tegenover de resultaten van het model

De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van de Pearson correlatiecoëfficiënt. Dit heeft geresulteerd in een correlatie van 0.10. Deze waarde betekent dat er niet of nauwelijks correlatie is tussen de twee waarden. Verder is uit figuur 6.2 op te maken dat de geschatte waarden hoger zijn dan de gemeten waarden.

6.2.3 Stellingen ter validatie

Wanneer de laatste vraag 'De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang' negatief wordt geantwoord, is dit positief. De reactie op de stellingen was 12% negatief, 17% neutraal en 69% positief of erg positief. Verder is er op 2% van de stellingen 'weet ik niet' geantwoord.

De stellingen waarop een enkele respondent negatief op antwoordde zijn: "Het model is op andere afdelingen toe te passen" en "Het model vormt een compleet beeld". De afdeling is grotendeels positief over de structuur, de effectiviteit, de invultijd, de compleetheid van het model en de toepasbaarheid van het model.

In totaal zijn er acht respondenten die hebben gereageerd op de stellingen ter validatie. In tabel 6.2 zijn de resultaten van de validatie weergegeven.

Tabel 6.2 Antwoorden respondenten op validatievragen

	Volledig oneens	Oneens	Niet oneens, niet eens	Eens	Volledig eens	Weet ik niet
De structuur van het model is geschikt voor het meten van de implementatie van geotechnisch risicomanagement	0%	13%	13%	63%	13%	0%
Het model vormt een compleet beeld van de organisatorische aspecten van geotechnisch risicomanagement	0%	13%	25%	50%	0%	13%
Het model is eenvoudig in te vullen	0%	0%	38%	63%	0%	0%
Het model is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf	0%	25%	0%	63%	13%	0%
Het model is een effectieve methode om de implementatie van geotechnische risicomanagement te meten	0%	13%	13%	75%	0%	0%
De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang	13%	63%	13%	13%	0%	0%

6.2.4 Feedback op het model

Uit de feedback blijkt dat er onduidelijkheid bestaat over het verschil tussen geotechnisch risicomanagement en algemeen risicomanagement. Verder is het moeilijk voor respondenten om een compleet beeld van de organisatie te krijgen. Vaak wordt de projectorganisatie daarom als de organisatie gezien.

Validatie is moeilijk zonder dat de resultaten van het model bekend zijn. De respondenten weten niet hoe hun organisatie beoordeeld is op het moment dat zij de enquête afronden. Er wordt voorgesteld om respondenten te interviewen nadat zij de resultaten krijgen van de enquête.

6.2.5 Conclusies:

- De afdeling geotechniek heeft beter inzicht in het aspect ervaring dan de afdeling risicomanagement
- De afdeling risicomanagement heeft meer inzicht in het aspect proces dan de afdeling geotechniek
- Het is moeilijk voor respondenten om een oordeel te geven over de hele organisatie
- Bij de afdeling risicomanagement is er weinig kennis over het aspect "Ervaring".
- De aanpassingen in het model hebben gezorgd voor een positievere beoordeling van het model.
- Interviewen van respondenten nadat ze het resultaten hebben van de enquête heeft grote toegevoegde waarde

6.2.6 Verbeteringen naar aanleiding van casestudie 2

Het gebrek aan interne consistentie werd volgens enkele respondenten veroorzaakt door het grote verschil in projecten waarbij ze betrokken zijn. In casestudie 3 zullen respondenten gevraagd worden die bij één project betrokken waren. De respondenten worden geïnterviewd nadat zij de resultaten hebben ontvangen van het GeoRMMM.

6.3 Casestudie 3

Casestudie 3 is uitgevoerd bij Aannemer B. De respondenten zijn personen betrokken bij één project, de verbouwing van een sluis in een binnenstad. De respondenten zullen vanuit verschillende rollen de enquête invullen.

Er zijn acht personen ondervraagd welke bij het project betrokken waren:

- Projectleider (2x)
- Projectcoördinator
- Risicomanager
- Geotechnicus (2x)
- Tendermanager
- Omgevingsmanager
- Ontwerpmanager

De respondenten is gevraagd om het GeoRMMM in te vullen, de validatievragen te beantwoorden en schriftelijk feedback te geven op het model. De validatievragen zijn vervolgens centraal besproken met vier van de negen respondenten. Omdat de case betrekking heeft op respondenten die betrokken zijn bij één project, was het mogelijk om de ecologische validiteit te meten. Ecologische validiteit is het vergelijken van de resultaten van het GeoRMMM met de werkelijke situatie.

De volgende analyses zijn uitgevoerd:

- Interne consistentie van antwoorden met behulp van Cronbach alfa
- Pearson correlatiecoëfficiënt van de vergelijking van de uitkomsten van het GeoRMMM met de eigen inschatting van de maturity
- Stellingen ter validatie
- Ecologische validiteit
- Feedback analyseren

6.3.1 Interne consistentie

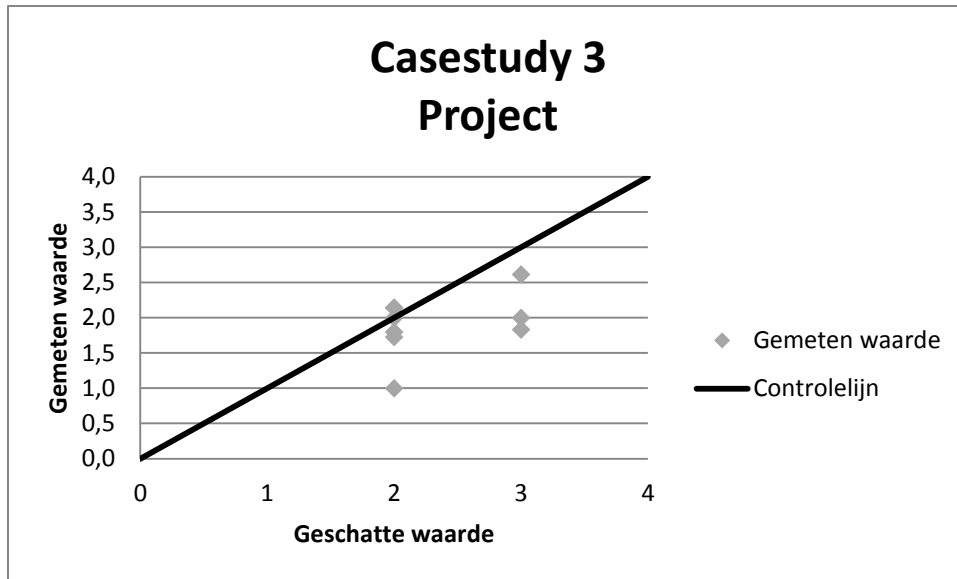
Met behulp van Cronbach alfa is de consistentie van de antwoorden van de deelnemers getest. De waarde van Cronbach alfa is -0.31. Een negatieve waarde van de Cronbach alfa betekent dat er geen interne consistentie is en dat de antwoorden op de vragen dus sterk verschillen.

De reactie op de stellingen van het aspect “ervaring” heeft een hoge variantie. Het vermoeden, dat weinig respondenten buiten de afdeling geotechniek een goed beeld hebben van de ervaring binnen deze afdeling wordt met deze test bevestigd.

6.3.2 Correlatie met eigen inschatting

De respondenten is gevraagd om een inschatting te maken van de inbedding van geotechnisch risicomanagement in de organisatie. Dit is op dezelfde vier niveaus gedaan als in casestudy 2.

De grafiek in figuur 6.3 is opgesteld met de resultaten van 9 respondenten.



Figuur 6.3 Inschatting van de projectbetrokkenen tegenover de resultaten van het model

De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van de Pearson correlatiecoëfficiënt. Dit heeft geresulteerd in een correlatie van 0.36. Deze waarde geeft aan dat er een medium correlatie is tussen de inschattingen van de respondenten en de gemeten waardes.

6.3.3 Stellingen ter validatie

In totaal zijn er acht respondenten die hebben gereageerd op de stellingen ter validatie. De overige respondenten hebben op elke vraag “Weet ik niet” ingevuld. De reactie op de stellingen was 14% negatief, 17% neutraal en 67% positief of erg positief. Verder is er op 2% van de stellingen ‘weet ik niet’ geantwoord.

Tabel 6.3 geeft de resultaten van de validatie weer

Tabel 6.3 Antwoorden op de validatievragen

	Volledig oneens	Oneens	Niet oneens, niet eens	Eens	Volledig eens	Weet ik niet
De structuur van het model is geschikt voor het meten van de implementatie van geotechnisch risicomanagement	0%	0%	13%	75%	0%	13%
Het model vormt een compleet beeld van de organisatorische aspecten van geotechnisch risicomanagement	0%	25%	25%	50%	0%	0%
Het model is eenvoudig in te vullen	0%	13%	13%	63%	13%	0%
Het model is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf	0%	13%	13%	75%	0%	0%
Het model is een effectieve methode om de implementatie van geotechnische risicomanagement te meten	0%	25%	25%	50%	0%	0%
De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang	13%	75%	0%	13%	0%	0%

Interview naar aanleiding van de enquête

Naar aanleiding van aanbevelingen uit eerdere toetsen is er besloten de personen die de enquête hebben ingevuld, te interviewen. Zo kunnen zij duidelijk maken wat zij met hun antwoorden op de vragen bedoelen. De onderdelen waar negatief op gescoord is, zijn besproken met vier van de negen respondenten die de validatievragen hebben ingevuld.

Bespreking stellingen ter validatie:

Structuur:

Op de structuur werd positief gereageerd. De respondent die neutraal had ingevuld wilde graag op zijn keuze terugkomen toen duidelijk werd dat het ging over de manier waarop het model is opgebouwd. De structuur kan volgens de respondenten verbeterd worden door voorafgaand aan het invullen van het model voorlichting te geven over geotechnisch risicomanagement.

Compleet beeld van de organisatie:

De enquête is een goede eerste stap, maar volgens een respondent ontbreken de pijnpunten nog. Er zou bijvoorbeeld dieper kunnen worden doorgevraagd over de toepassing van het risicodossier. Verder zou er nog meer aandacht kunnen worden besteed aan de borging van kennis, bijvoorbeeld met behulp van projectevaluaties. Het beeld van de organisatie zou ook verbeterd kunnen worden wanneer de vragen meer toegespitst worden op een specifieke functie.

Eenvoud:

Het is lastig voor een geotechnische professional om inzicht te verkrijgen in de processen van de risicomanager. Voor de risicomanager is het moeilijk om een goed beeld te krijgen van de afdeling geotechniek. Dit maakt het soms lastig om het model in te vullen.

Toepasbaarheid:

Het model is alleen toe te passen bij andere afdelingen als er vermeld wordt dat het model vanuit de eigen rol ingevuld kan worden. Dit is alleen wenselijk als de organisatie het verschil in perceptie in kaart wil brengen. Als dit expliciet wordt gemaakt in het model is de toepasbaarheid zeer goed.

Effectiviteit:

De term 'effectief' in de validatievraag werd verkeerd geïnterpreteerd. Onder effectiviteit wordt verstaan dat het doel van het model bereikt werd. Niet alle respondenten hadden dit uit deze vraag gehaald. Verder vinden de respondenten het lastig om in te schatten of met dit model daadwerkelijk de inbedding van geotechnisch risicomanagement wordt gemeten.

Tijd nodig voor het invullen:

De respondenten hebben niet veel tijd nodig gehad om het model in te vullen. Ze waren tevreden over de snelle manier waarop een inschatting werd gemaakt.

6.3.4 Ecologische validiteit

Ecologische validiteit is de mate waarin de meetgegevens overeenkomen met de praktijk.

De respondenten zijn betrokken (geweest) bij hetzelfde project. Tijdens de sessie is besproken hoe in dit project wordt omgegaan met geotechnische risico's. De beschrijving is vergeleken met het behaalde maturityniveau.

Beschrijving opdrachtnemer B door de respondenten:

Binnen de organisatie bestaat de wetenschap dat risicomanagement van toegevoegde waarde kan zijn. Er wordt echter pas gekeken naar beheersmaatregelen wanneer geotechnische falen optreedt. Risicomanagement wordt niet volgens een vaste methode uitgevoerd en geotechnisch risicomanagement is nog onbekend. In de enquête werd bijvoorbeeld het volgende geschreven. “Explicietere communicatie is nodig, de cultuur van geotechnische professionals is van nature risicomijdend.

Een concreet voorbeeld hiervan uit het project is het verstevigen van een damwand. Halverwege het project bleek dat er extra maatregelen genomen moesten worden. Van te voren was niet nagedacht over wat moest gebeuren wanneer de damwand instabiel zou zijn, waardoor er onder tijdsdruk verkeerde beheersmaatregelen gekozen werden. Dit had voorkomen kunnen worden wanneer eerder in het project over de geotechnische risico's was nagedacht. Concluderend is er in het project geen gestructureerde risicomanagementaanpak is toegepast.

Beschrijving van het behaalde maturityniveau opdrachtnemer B vanuit GeoRMMM

Aannemer B haalde niveau 2, Inconsequent. Dit is de beschrijving van een inconsequente organisatie.

De wetenschap dat risicomanagement kan bijdragen aan succes is aanwezig, maar er is geen effectief geïmplementeerd risicomanagementproces. Op dit niveau heeft een organisatie een paar mensen dat in staat is om effectief procedures en technieken op het gebied van geotechnisch risicomanagement toe te passen. Risicomanagement wordt gezien als een extra activiteit die waar nodig ondernomen wordt. Hierdoor wordt risicomanagement alleen bij enkele grote projecten toegepast. Er is daarnaast een aantal projecten waarin wordt geleerd van het verleden, maar er is geen methode geïmplementeerd welke dit structureel kan borgen.

6.3.5 Kritiekpunten en verbetersuggesties

Geotechnisch risicomanagement moet als aparte methode worden gezien binnen de organisatie. Het is een onderdeel van het totale risicomanagement.

6.3.6 Conclusie

- De organisatie is nog niet ver gevorderd met de implementatie van geotechnisch risicomanagement.
- De consistentie van de antwoorden is vergelijkbaar met de andere casestudies.
- Uit de interviews bleek dat de respondenten tevreden waren over het model, antwoorden op de validatievragen bleken achteraf genuanceerder te zijn.
- De respondenten konden zich vinden in de beschrijving van het niveau 2, “Inconsequent”, dus de ecologische validiteit is goed.

6.4 Conclusie casestudies

In de casestudies is veel feedback gegeven op het model. Deze feedback is verwerkt en heeft veel invloed gehad op de presentatie van het model. Respondenten hebben mondeling toelichting nodig voordat ze het model invullen.

Uit de analyse met behulp van de Pearson correlatiecoëfficiënt is gebleken dat de eigen inschatting zwak correleert met de metingen. Er is tevens een consequente overschatting van de inbedding van geotechnisch risicomanagement zichtbaar.

De waardes van de Cronbach alfa liggen zeer laag. Dit betekent dat de variantie van de antwoorden van de respondenten hoog is. Tabel 7.6 geeft meer inzicht in de variantie van de aspecten per casestudie.

Tabel 6.4 Vergelijking variantie van antwoorden (range van mogelijke antwoorden is 1-4)

Variantie			
	Afdeling Geotechniek case 1	Afdeling risicomanagement case 2	Project case 3
Cultuur	0,50	0,54	0,46
Proces	0,52	0,58	0,50
Ervaring	0,41	0,71	0,50
Toepassing	0,52	0,54	0,48

Gemiddeld zijn de antwoorden uit casestudie 3. Dit komt waarschijnlijk omdat de respondenten aan hetzelfde project hebben gewerkt. De varianties bij de afdeling geotechniek liggen het laagst op het aspect “Ervaring” op het gebied van geotechniek. De variantie bij het aspect ervaring is erg hoog bij de afdeling risicomanagement. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er geen (eenduidig) inzicht is op het aspect “Ervaring” op de afdeling risicomanagement. Vragen over de Ervaring op het gebied van geotechniek kunnen daarom beter aan de afdeling geotechniek gesteld worden.

Tot slot is het GeoRMMM in de loop van het onderzoek beter gaan scoren op de validatiestellingen. Uit de stellingen kan geconcludeerd worden dat het model eenvoudig is toe te passen, dat de structuur geschikt is en dat er weinig tijd voor nodig is om het model in te vullen. Verder is het grootste deel van de respondenten het eens dat het model een compleet beeld geeft van de aspecten die nodig zijn voor de inbedding van geotechnisch risicomanagement.

6.5 Discussie

Literatuur

In het onderzoek is uitgebreid gebruik gemaakt van de literatuur over voorwaarden voor inbedding van geotechnisch risicomanagement. Het model heeft daarom een sterke wetenschappelijke basis. Er zijn veel voorwaarden voor geotechnisch risicomanagement gevonden die niet worden gedekt door het BRM3.

Enkele aspecten, die niet breed gedragen werden in de literatuur, zijn weggelaten uit het model. Echter wanneer een aspect niet voorkomt in literatuur wil dit niet zeggen dat dit aspect irrelevant is. Het kan hierdoor voorkomen dat relevante aspecten weg worden gelaten uit het model. In de gebruikte methode van April et al. (2004) is geen rekening gehouden met mogelijke hiaten in de literatuur. Dit is een kanttekening die gemaakt dient te worden bij het model.

Door De Bruin et al. (2005) is geschreven dat de karakteristieken van het maturity model moeten worden getoetst door het personeel en management in een organisatie. Tijdens de testen bleek dat het personeel vaak onvoldoende overzicht had over de gehele organisatie om de vragen te

beantwoorden. Het is daarom verstandig om de enquête alleen bij het management uit te zetten of gerichter respondenten te zoeken om een beter overzicht te krijgen van de organisatie.

Correlatie:

De antwoorden van de respondenten waren inconsistent met hun eigen inschatting. Vaak was hun eigen inschatting hoger dan de waarde die werd gemeten. Dit kan veroorzaakt worden door één van de volgende verklaringen.

- Verkeerde cijfercalculatie
- Geen weging aan vragen
- Optimism bias
- Onvoldoende kennis respondenten

Cijfercalculatie:

De eigen beoordeling van de organisatie is gedaan op een schaal van 1-10 bij een deel van de casestudies terwijl de maturity is gemeten op een schaal van 1-4. De transformatie van cijfers kan de correlatie beïnvloeden. Het laagst scorende aspect is bepalend voor het eindcijfer (in plaats van het gemiddelde). Dit kan een reden zijn dat de cijfers gemiddeld lager uitvallen dan de geschatte waardes.

Weging vragen:

De stellingen in het model hebben geen weging gekregen. Het kan zijn dat bepaalde aspecten gevoelsmatig zwaarder wegen, waardoor de eigen beoordeling van respondenten anders uitkomt.

Optimism bias:

Er kan sprake zijn van een optimism bias. Dit is de natuurlijke overschatting die mensen hebben als ze zichzelf beoordelen. Respondenten zijn geneigd hun eigen situatie positief in te schatten (Brown, 1986). Dit is een bekend verschijnsel, waar sprake van zou kunnen zijn in dit onderzoek.

Variantie:

Wanneer dezelfde vragen uit het model aan meerdere personen uit het bedrijf worden gesteld zouden de antwoorden overeen moeten komen. Er is echter een zwakke interne consistentie tussen de gemeten en de geschatte waardes. Dit kan de volgende oorzaken hebben:

- Verschil in aanpak binnen de organisatie op het gebied van geotechnisch risicomanagement
- Gebrek aan overzicht van de organisatie
- Onvoldoende kennis van de respondenten
- Begrippen in de enquête

Verschil in aanpak binnen de organisatie op het gebied van geotechnisch risicomanagement:

De manier waarop met geotechnische risico's wordt omgegaan is bij de getoetste organisaties nog te veel persoonsafhankelijk. Hierdoor verschilt de projectaanpak erg per project. De toepassing van geotechnisch risicomanagement wordt daarnaast sterk gestuurd door de opdrachtgever. Bij sommige projecten is daardoor veel steun voor geotechnisch risicomanagement, terwijl deze steun er in andere projecten helemaal niet is. Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil in complexiteit tussen de projecten.

Gebrek aan overzicht van de organisatie:

Het is bij de ondervraagde respondenten niet bekend hoe er op andere projecten met geotechnische risico's wordt omgegaan. De respondenten kunnen niet de hele organisatie overzien, waardoor veel respondenten slechts een deel van de organisatie hebben beoordeeld met het model.

Onvoldoende kennis van de respondenten:

Wanneer de respondenten onvoldoende kennis van zaken hebben, kan dit variatie in de antwoorden veroorzaken. Dit komt doordat antwoorden dan geschat worden in plaats van dat de respondenten echt weten hoe het zit.

Begrippen in de enquête:

De definitie van organisatie is voor respondenten onduidelijk. Door sommige respondenten werd de afdeling als organisatie gezien en door anderen het hele bedrijf als de organisatie.

Uit het model blijkt dat er weinig gecommuniceerd over geotechnische risico's. Waardoor het begrip geotechnisch risicomanagement niet is bekend binnen de getoetste organisatie. Dit werd als reden gegeven voor de uiteenlopende antwoorden van respondenten.

Tot slot zijn er nog enkele dubbelzinnigheden of onduidelijkheden geïdentificeerd in de vragen. Het zou kunnen dat (een deel van de) onduidelijkheid veroorzaakt wordt door de mogelijkheid om vragen verschillend te interpreteren.

Deze onduidelijkheden zouden kunnen worden opgelost door meer tijd te steken in de voorlichting van de respondenten alvorens zij het model invullen.

6.6 Reflectie op het onderzoek

De onderzoeksmethode is iteratief tot stand gekomen. Bij evaluatie van het ontwerpproces zijn enkele onderdelen opgevallen.

Toetsen van het model in Nederland kan zorgvuldiger door het oorspronkelijke model zorgvuldiger te vertalen. Wanneer de stellingen van het Nederlands naar het Engels worden terugvertaald, moet dit dezelfde stellingen opleveren.

De vergelijking van de voorwaarden voor risicomanagement uit de literatuur met de karakteristieken is op eigen inschatting gedaan. Wanneer dit onderzoek door een ander wordt uitgevoerd, zouden de karakteristieken op een andere manier gekoppeld kunnen worden aan de literatuur. Het betrekken van meerder onderzoekers in het koppelen van de karakteristieken aan de literatuur reduceert dit.

De validatievragen zijn grotendeels overgenomen uit de methode van De Bruin et al. (2005). Deze vragen zijn van te voren niet getest op dubbelzinnigheden. Het is goed om bij vervolgonderzoek ook kritisch te kijken naar bestaande methodes.

De respondenten bleken in een aantal gevallen niet geschikt om het model in te vullen. Bij een herhaling van het onderzoek, zou er gekozen moeten worden voor meer respondenten die opereren op managementniveau. Tijdens de testen met het model bleek ook dat enkele respondenten bijna geen vragen konden invullen. In toekomstig onderzoek zou een minimaal aantal ingevulde vragen moeten worden gehaald om de resultaten mee te wegen in de meting.

7. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt het resultaat van de modelontwikkeling weergegeven, en conclusies getrokken betreffende bruikbaarheid van het model (§7.1). Verder worden er aanbevelingen gedaan voor het gebruik van het model en eventueel toekomstig onderzoek (§7.2).

7.1 Conclusies

Geotechnische projectrisico's zijn risico's met één of meer oorzaken die te maken hebben met bouwen in, op of met grond. Geotechnische risico's worden veroorzaakt door willekeur-, vaagheid-, incompleetheid- of onjuistheid van informatie. Geotechnische risicomanagementprocessen zijn nog niet ingebed in de bouwsector. Een geotechnisch risicomanagement maturity model (GeoRMMM) kan helpen bij het ontwikkelen van strategieën voor de inbedding van geotechnisch risicomanagement.

Het GeoRMMM is afgeleid van het BRM3, een algemeen risicomanagement maturity model. Het BRM3 is met enkele aanpassingen, geschikt voor het meten van de geotechnisch risicomanagement maturity. Er is een aantal specifieke voorwaarden voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement dat niet voorkomt in het BRM3. Met deze voorwaarden is het BRM3 aangevuld. De karakteristieken van het nieuwe GeoRMMM zijn samengevat in tabel 7.1. Meer dan drie kwart van de gevonden voorwaarden in de literatuur, wordt gedekt door het GeoRMMM.

De Likertschaal is het meest geschikt bevonden om de inhoudelijke onderdelen te toetsen. Er is gekozen voor een schaal van 'oneens' naar 'In bijzondere mate eens'. Er is bewust gekozen om een even aantal opties te hebben om respondenten te dwingen een kant te kiezen. De stellingen zijn opgenomen in een online enquête, die voor iedereen beschikbaar is gesteld. Het resultaat van de enquête kan bestaan uit vier verschillende maturityniveaus: Initieel, Inconsequent, Consequent en Expert.

Het GeoRMMM is zeer geschikt gebleken voor een snelle audit bij een organisatie. Het invullen van het model duurt ongeveer 15-20 minuten. Het model geeft veel informatie over de inbedding van geotechnisch risicomanagement. Het model kan dienen als communicatiemiddel, dat aangeeft waar aan gewerkt moet worden om het geotechnisch risicomanagement in goede banen te leiden. Vooral omdat uit de testen bleek dat geotechnisch risicomanagement nog niet is ingebed in de bedrijven. De kennis van geotechnisch risicomanagement nog zeer gefragmenteerd. De afdeling geotechniek weet niet veel over risicomanagement en de afdeling risicomanagement weinig over geotechniek.

Met de uiteindelijke score van de organisatie kan concreet gekeken worden naar de zwakke plekken van de inbedding van geotechnisch risicomanagement. Vervolgens kan een verbeterplan worden opgesteld met behulp van de stappen om naar een volgend niveau te komen. Deze stappen zijn uitvoerig uiteengezet in bijlage 8.

Tabel 7.1 Karakteristieken van de organisatie voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement

Cultuur	Proces	Ervaring	Toepassing
1.1 De directie van uw organisatie stimuleert de toepassing van geotechnisch risicomanagement	2.1 Er wordt binnen uw bedrijf een gestructureerd geotechnisch risicomanagementproces voorgeschreven	3.1 Geotechnisch gekwalificeerd personeel (kan zowel intern als extern) is beschikbaar wanneer nodig	4.1 De middelen (geld, tijd) t.b.v. geotechnische risicomanagement, toegewezen in projecten, staan in verhouding tot de beoordeelde ernst (perceptie) van de risico's
1.2 Geotechnisch risicomanagement beleid wordt gesteund door alle projectmedewerkers van uw organisatie	2.2 Geotechnisch risicomanagement is standaard opgenomen in het totale risicomanagement	3.2 De ervaring van de geotechnische professionals sluit aan bij de complexiteit van de projecten	4.2 Een gestandaardiseerd geotechnisch risicomanagement proces wordt toegepast in alle projecten van de organisatie
1.3 Binnen uw organisatie is er een overtuiging van het belang van geotechnisch risicomanagement	2.3 Geotechnische risicobeheersingsmaatregelen worden regelmatig gereviewd om er zeker van te zijn dat het geotechnisch risicomanagement effectief is	3.3 Geotechnische professionals zijn in staat om projectmanagers te overtuigen van de ernst van geotechnische risico's	4.3 De geotechnische risicobeheersmethodes die worden gebruikt zijn geschikt voor de projecten van de organisatie
1.4 In uw bedrijf wordt geaccepteerd dat geotechnische onzekerheden nooit helemaal te vermijden zijn	2.4 De organisatie verbetert het geotechnisch risicomanagementproces op basis van nieuwe ideeën / ervaringen/ geleerde lessen	3.4 Er zijn voldoende middelen (geld, tijd) beschikbaar om geotechnisch risicomanagement toe te passen	4.4 Geotechnische risico's worden vroeg in het project geïdentificeerd
1.5 Geotechnische risico's worden openlijk gecommuniceerd binnen projectteams	2.5 Uitwisseling van kennis naar toekomstige projecten wordt gefaciliteerd (bijvoorbeeld met behulp van goed georganiseerde databases)	3.5 Alle projectmedewerkers zijn zich bewust van de risico's vanuit de ondergrond	4.5 Opbrengsten en kosten worden meegewogen in beslissingen m.b.t. geotechnische risicobeheersingsmaatregelen
1.6 Geotechnisch risicomanagement beleid en doel worden intern gecommuniceerd	2.6 Communicatie van risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)	3.6 Er is een gestructureerd trainingsprogramma om kennis op het gebied van geotechnisch risicomanagement te behouden en verbeteren	4.6 De gekozen beheersmaatregelen zijn daadwerkelijk uitgevoerd om de geïdentificeerde risico's te beheersen
1.7 Binnen de organisatie is er inzicht in de kosten van geotechnisch risicomanagement	2.7 In elke projectfase wordt de stappen van het risicomanagement proces minimaal één keer doorlopen		4.7 De terugkoppeling van geotechnische risico's is begrijpelijk gemaakt voor de projectdeelnemers
1.8 Binnen de organisatie is er inzicht in de opbrengsten van geotechnisch risicomanagement			4.8 Geotechnische omstandigheden worden gemonitord tijdens het bouwproces
1.9 Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever			4.9 Aan het eind van een project worden projectevaluaties gebruikt om geleerde lessen te documenteren
1.10 De organisatie is transparant naar buiten toe met informatievoorziening over geotechnische risico's			4.10 Tijdens het bouwproject is er te allen tijde voldoende gronddata beschikbaar om gefundeerde keuzes te maken
1.11 Geotechnisch risicomanagement speelt in een vroeg stadium van de projecten mee in de besluitvorming			

7.2 Aanbevelingen

Respondenten vullen het GeoRMMM doorgaans in vanuit hun eigen ervaring in projecten. De respondenten die betrokken waren bij dit onderzoek hadden kennis van een klein deel van de projecten van de organisatie. Het GeoRMMM heeft meer toegevoegde waarde wanneer het wordt uitgezet bij respondenten die meer overzicht hebben over de organisatie, bijvoorbeeld het management. Op deze manier ontstaat er een completer beeld van de inbedding van geotechnisch risicomanagement.

Respondenten hebben vaak een positiever beeld van hun organisatie dan de werkelijkheid. Het model vraagt verder door naar specifieke karakteristieken. Het GeoRMMM dwingt respondenten om kritischer naar hun eigen organisatie te kijken. Dit model is daarom een goed instrument om bewustzijn te creëren bij werknemers.

Het model kan daarnaast een start zijn om geotechnisch risicomanagement op de kaart te zetten of perceptieverschillen over geotechnisch risicomanagement te bespreken. Respondenten vinden het niet duidelijk wat precies bedoeld wordt met geotechnisch risicomanagement. Het bewustzijn van het belang van geotechnisch risicomanagement scoort nog laag in het model. Binnen de organisatie moet duidelijk worden gemaakt wat het beleid en het doel is met betrekking tot geotechnisch risicomanagement en een bewustzijn ontstaan dat geotechnische risico's een erg belangrijk onderdeel zijn van de totale risico's, voordat een geotechnisch risicomanagementproces ingevoerd kan worden.

De ontwikkeling van het GeoRMMM heeft voor een deel parallel gelopen met de ontwikkeling van de GeoRisikoScan. Een GeoRisikoScan is een externe audit, die een beeld geeft van hoe geotechnisch risicomanagement is ingevuld in een project. De GeoRisikoScan zou in de toekomst gebruikt kunnen worden om het aspect "Toepassing" in het GeoRMMM te meten en is daarmee een substituut voor een deel van het GeoRMMM.

Toekomstig onderzoek

In bijlage 8 zijn er stappen beschreven om naar het volgende maturityniveau te komen deze stappen zijn nog niet getoetst in de praktijk. Het is daarom nog niet zeker of deze stappen compleet zijn en of ze daadwerkelijk helpen om een maturityniveau hoger te komen. Dit zou in de praktijk onderzocht moeten worden.

In het onderzoek is geen aandacht besteed aan de volgorde van implementatie. Sommige karakteristieken kunnen slechts behaald worden wanneer eerst aan andere karakteristieken wordt voldaan. Een voorbeeld hiervan is het vermoeden dat er eerst risicobewustzijn (cultuur) moet zijn, voordat er een risicomanagementproces opgesteld kan worden. Meer onderzoek naar dit soort volgordes kan het model verbeteren.

Sommige aspecten van geotechnische risicomanagement zijn moeilijker toe te eigenen dan andere aspecten. Het is daarnaast voorstelbaar dat sommige aspecten belangrijker zijn dan anderen. Om deze redenen zou er overwogen moeten worden om weging aan vragen te geven.

Geotechnisch risicomanagement is een onderdeel van totaal risicomanagement. Het is interessant om te onderzoeken hoe geotechnisch risicomanagement opgenomen kan worden in het totaal risicomanagement. In de toekomst zou gewerkt moeten worden aan een integrale methode. Hier

hoort ook een integraal risicomanagement maturity model bij. Hierbij zullen de belangrijkste onderwerpen, die specifiek zijn voor geotechniek, geïdentificeerd moeten worden. De bouw is zeer projectgeoriënteerd. Het is interessant om bij de ontwikkeling van een integraal model te onderzoeken of een project maturity of een organisatie maturity model beter aansluit bij de behoeften vanuit de sector.

In het onderzoek wordt de link tussen de prestaties en maturity van de organisaties niet bloot gelegd. Het was tot voor kort niet mogelijk om de prestaties van het geotechnisch risicomanagementproces te meten. Dit is mogelijk geworden met de komst van de GeoRisikoScan. In theorie zouden organisaties met een hoge organisatiematurity ook hoog moeten scoren op de scan. Deze link zou in de toekomst door middel van vervolgonderzoek aangetoond kunnen worden.

Het model is tot slot ontwikkeld voor intern gebruik. Het is niet mogelijk om hier door externen waarde aan te geven. Dit is een mogelijke tekortkoming. Er is een trend gaande waarbij de opdrachtgever meer inschrijvingen op EMVI aanbesteedt. Het model zou een grotere toegevoegde waarde hebben wanneer een manier wordt gevonden om de beoordeling objectief te maken. Dit kan door de karakteristieken per stelling meetbaar te maken. Wanneer de karakteristieken objectief meetbaar zijn, kan de maturity van de organisatie meewegen voor de EMVI.

8. Bronnen

- Abbot, L. (1955). *Quality and competition*. New York: Columbia University Press.
- Akintoye, A., & MacLeod, M. (1997). Risk analysis and management in construction. *International journal of Project Management*, 15, 31-38.
- Avendano Castillo, J., Al-Jibouri, S., & Halman, J. (2008). Conceptual model for failure costs management in construction. *5th international conference on innovation in Architecture* (pp. 23-25). Antalya: Engineering and Construction (ACE).
- Baarda, D., Goede, M. d., & Teunissen, J. (2005). *Basisboek kwalitatief onderzoek : handleiding voor het opzetten en uitvoeren van kwalitatief onderzoek*. Groningen: Stenfert Kroese.
- Bea, R. (2006). Reliability and Human Factors in Geotechnical Engineering. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental*, 132 (5), 631-643.
- Beck, A., Ward, C., Mendelson, M., & Mock, J. E. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of general psychiatry*, 4, 561-571.
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing Maturity Models for IT Management – A Procedure Model and its Application. *Business & Information Systems Engineering*, 3, 213-222.
- Beecham, S., Hall, T., Britton, C., Cottee, M., & Rainer, A. (2005). Using a expert panel to validate requirements process improvement model. *Journal systems and software*, 76, 251-275.
- Boulding, W., Morgan, R., & Staelin, R. (1997). Pulling the plug to stop the new product drain. *Journal of Marketing Research*, 34 (1), 164-176.
- Boxwell, R. (1994). *Benchmarking for a Competitive Advantage*. McGraw Hill.
- Brown, J. (1986). Evaluation of Self and Others: Self-Enhancement Biases in Social Judgments. *Social Cognition*, 4 (4), 353-376.
- Carlsson. (2005). *Management of Geotechnical Risks in infrastructure projects*. Stockholm: Royal Institute of Technology, Department of Civil and Architectural Engineering, Division of Soil and Rock Mechanics.
- Carson, J. (1986). Convincing users of model's validity is challenging aspect of modellers's job. *Industrial engineering*, 6 (18), 74-85.
- Chapman, C. (1997). Project risk analysis and management- PRAM the generic process. *international journal of project management*, 273-281.
- Chapman, C., & Ward, S. (2003). *Project risk management, processes, techniques and insights*. South Hampton : John Wiley and sons Ltd. .
- Chapman, C., & Ward, S. (2004). Why risk efficiency is a key aspect of best practice projects. *International Journal of Project Management*, 22, 619-632.
- Chapman, R. (2001). The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. *International Journal of Project Management*, 19, 147-160.
- Chinowsky, K., Molenaar, K., & Realph, A. (2007). Learning organisations in construction. *Journal management engineering*, 23, 27-34.
- Clayton (ed.), C. (2001). *Managing Geotechnical Risk - Improving Productivity in the United Kingdom*. Institute of Civil Engineers, Department of Environment, Transportation and the regions. London: Thomas Telford Publishing .

- Cools, P., Litjens, P., van Staveren, M., & Bles, T. (2009). Getting grips on geotechnical risks. *2nd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk* (pp. 339-346). London: Taylor and Francis Group.
- Crosby, P. (1979). *Quality is free: the art of making quality certain*. New York: McGraw-Hill.
- De Bakker, K. (2011). *Dialogue on Risk, Effects of Project Risk Management on Project Success*. Groningen: University of Groningen.
- De Bruin, T., Freeze, R., Kulkarni, U., & Roseman, M. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems (ACIS)*. Sydney.
- Edmunds, H., & Edmonds, H. (1999). *The focus group research handbook*. Chicago: NTC bussiness books.
- Edwards, P., & Bowen, P. (2005). *Risk Management in Project Organisations*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- El Emam, K., & Jung, H.-W. (2001). An empirical evaluation of the ISO/IEC 15504 Assessment model. *The Journal of systems and Software*, 59, 23-41.
- Ernst and Young. (2012). *Turning risk into results, How leading companies use risk management to fuel better performance*. EYGM Limited.
- Essman, H., & du Preez, N. (2009). An innovation capability maturity model - development and initial application. *Proceedings World Academic Science*, 41, 435-446.
- Feigenbaum, A. (1951). *Quality control: Principles, practice, and administration*. New York: McGraw Hill.
- Filho, A., Andrade, J., & Marinho, M. (2010). A safety culture maturity model for petrochemical companies in Brazil. *Safety Science*, 48, 615-624.
- Flyvberg, B. (2005). *Policy and Planning for Large Infrastructure Projects: Problems, Causes, Cures*. World Bank Policy Research.
- Freeze, R., & Kulkarni, U. (2005). Knowledge management capability assessment: Validating a knowledge assets measurement instrument. *Proceedings of the Hawaii international conference on system sciences*. Hawaii: HICCS-38.
- Geo-Impuls. (2009). *Factsheet*. Retrieved 07-01-2013, from kennisinhetgroot.nl: http://www.kennisinhetgroot.nl/upload/documents/downloads_domeinen/omgevingsmanagement/GeoImpuls%20factsheet.pdf
- Gilmore, H. (1974). Product conformance cost. *Quality Progress*, 7 (5), 16-19.
- Gottschalk, P., & Solli-Saether, H. (2009). Towards a stage theory for industrial management research. *Industrial Management & Data Systems*, 9, 1264-1273.
- Gronroos, C. (1983). *Strategic management and marketing in the service sector*. Cambridge: MA: Marketing Science Institute.
- Guttman, L. (1944). *A basis for scaling Qualitative data*. Cornell University.
- Halman, J. (2008). *Risicomanagement in de bouw*. Bostel: Aeneas.
- Halman, J., & Keizer, J. (1994). Diagnosing risks in product-innovation projects. *International Journal of Project Management* (12), 75-80.
- Hasson, F., Keeney, S., & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of advanced nursing*, 32 (4), 1008-1015.
- Heck, P., Klabbers, M., & van Eekelen, M. (2010). A software product certification model. *Software quality journal*, 37-55.
- Hedeman, B. (2002). *PRINCE-Heerlijk Methode voor het leiden van succesvolle projecten*. Den Haag: ten Hagen& Stam uitgevers.
- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quart*, 75-105.
- Hillson, D. (2002). Extending the risk process to manage opportunities. *International Journal of Project Management*, 20, 235-240.

-
- Hillson, D. (1997). Towards a risk maturity model. *The international journal of project and Business Risk Management* , 1 (1), 35-45.
 - Hopkinson, M. (2011). *The Project Risk Maturity Model, measuring and improving Risk Management Capability*. Surrey: Gower Publishing Limited.
 - Horton, J. (1980). Nominal group technique. *Anaesthesia* , 811-814.
 - Hulet, D. (2001). Key Characteristics of a Mature Risk Management Process. *European project management conference PMI Europe*. London: Institute for learning.
 - IACCM. (2003). *Organisational maturity in business risk management: The IACCM business risk management*. Retrieved from <http://www.risk-doctor.com/pdf-files/brm1202.pdf>.
 - ISO/IEC. (2004). *ISO/IEC 15504 Information technology — Process assessment — Part 1: vocabulary and concepts*.
 - Jia, G., Ni, X., Chen, Z., Hong, B., Chen, Y., Yang, F., et al. (2013). Measuring the maturity of risk management in large-scale construction projects. *Automation in construction* , 56-66.
 - Judgev, K., & Thomas, J. (2002). Project management maturity models: The silver bullets of competitive advantage. *Project Management Journal* , 33 (4), 4-14.
 - Keizer, J., Halman, J., & Song, M. (2002). From experience: applying the risk diagnosing methodology. *The Journal of Product Innovation Management* , 19, 213-232.
 - Kempen, P., & Keizer, J. (2000). *Advieskunde voor praktijkstages, Organisatieverandering als leerproces* (2e ed.). Groningen: Wolters-Noordhoff.
 - Kliem, R., & Ludin, I. (1997). *Reducing Project Risk*. Hampshire, England: Gower.
 - Klimko, G. (2001). Knowledge management and maturity models: building common understanding. *Proceedings of the 2nd European Conference on Knowledge Management* , 269-278.
 - Kohoutek, H. (1996). Reflections on the capability and maturity models of engineering processes. *Management and Engineering Strategies SS.4 International* , 147-155.
 - Kruithof, E. (2011). *Risicomanagement in ICT-projecten verkort doorlooptijden*. Enschede: Universiteit Twente.
 - Lankford, W. (2012). Benchmarking: Understanding the basics. *Coastal Business Journal* , 57-62.
 - Levitt, T. (1972). Production-line approach to service. *Harvard Business Review* , 50 (5), 41-52.
 - Lewin, C. (1998). *RAMP (Risk Analysis and Management of Projects)*. The Institution of Civil Engineers, Faculty and Institute of Actuaries. London, United: Thomas Telford Publishing.
 - Likert, R. (1932). *A Technique for the measurement of attitudes* (Vol. 140). Archives of psychology.
 - Luu, V.-T., Kim, S.-Y., & Huynh, T.-A. (2008). Improving project management performance of large contractors using benchmarking approach. *International Journal of Project Management* (26), 758–769.
 - Lyytinen, K. (1991). Penetration of information technology in organization: a comparative study using stage models and transaction costs. *Scandinavian journal of information systems* , 3, 87-109.
 - MacGillivray, B., & Pollard, S. (2008). What can water utilities do to improve risk management within their business functions? An improved tool and application of process benchmarking. *Environmental International* , 34, 1120-1131.
 - Martin, A. (1989). Strategic risk analysis, proactive tools on risk and risk taking. *Proceedings of the PMI seminar*, (pp. 57-71). Atlanta, Georgia.
 - Mc Caffery, F., Burton, J., & Richardson, I. (2009). Risk management capability model for the development of medical device software. *software quality journal* , 18, 81-107.
 - McBride, T. (2010). Organisational theory perspective on process capability measurement scales. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice* , 243–254.
-

- Mortensen, M., Freytag, P., & Arlbjorn, J. (2006). Attractiveness in supply chains: a process and matureness perspective. *international journal physics distribution* , 38, 799-815.
- Mortensen, M., Freytag, P., & Arlbjorn, J. (2008). Attractiveness in supply chains: a process and matureness perspective. *Internationalal journal of physical distribution & logistics management* , 38 (10), 799-815.
- NeN. (2004). *Information technology — Process assesment*. Geneve: ISO copyright office.
- Niazi, M., Wilson, D., & Zowghi, D. (2005). A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study. *The Journal of Systems and Software* , 74, 155–172.
- Norrman, A., & Jansson, U. (2004). Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* , 34 (5), 434-456.
- Oude Vrielink, M. (2011). *Geotechnisch falen: oorzaken en beheersmaatregelen, Crosscase analyse van oorzaken van geotechnisch gefaalde internationale casestudies*. Enschede: Universiteit Twente.
- Oude Vrielink, M. (2011). *Geotechnisch Falen: Oorzaken en Beheersmaatregelen, Crosscase analyse van oorzaken van geotechnisch gefaalde internationale casestudies*. Enschede: Universiteit Twente.
- Parasuraman, A., Zeithami, V., & Berry, L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *journal of marketing* , 49, 41-50.
- Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M., & Weber, C. (1993). *Capability Maturity ModelsSM for Software, version 1.1*. Software Engineering Institute. Pitsbrug, Pennsylvania: Carnegie Mellon University.
- Pender, S. (2001). Managing incomplete knowledge: Why risk management is not sufficient. *Journal of Project management* , 19, 79-87.
- PMI (Project Management Institue). (2000). *A Guide to the project management Body of Knowlegde (PMBok)*. Upper Darby: Project Management Institute.
- PMI. (2008). *IEEE Guide - Adoption of the Project Management Institue (PMI) Standard, A Guide to thee Project Management Body of knoledge (PMBOK guide)*. New York: IEEE Standards assosiation.
- Prorail. (2010). *CO2-Prestatieladder samen zorgen voor minder CO2, handboek 1.2*. Utrecht.
- Pullen, W. (2007). A public sector HPT maturity model. *Perfomance improvements* , 9-15.
- Purdy, G. (2010). ISO 31000:2009 Setting a New Standard for Risk Managagement. *Risk Analysis* , 881-886.
- Reeves, C., & Bednar. (1994). Defining quality: alternatives and implications. *Academy o/ Management Review* , 19 (3), 419-445.
- Risk management research and development prgram collaboration (RMRDPC). (2002). *Risk Management Research and Development Program Collaboration*.
- RMRDP. (2002). *Risk Management Maturity level development*.
- Ronhaar, A. (2011). *Geotechnisch falen: een verkenning naar de percepties onder de professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen van geotechnisch falen*. Enschede: Universiteit Twenten.
- Ronhaar, A. (2011). *Geotechnisch falen: een verkenning naar de percepties onder de professionals in de bouwsector ten aanzien van geotechnisch falen van geotechnisch falen*. Enschede: Universiteit Twente.
- Roseman, M., & de Bruin, T. (2005). Towards a business process management maturity model. *The 13th. Regensbrug: ECIS 2005*.
- Ross, P. (1989). *Taguchi techniques for qualtiy engineering*. New York: McGraw-Hill.
- RWS. (2012). *Handreiking voor de Ondergrond: Geotechnisch Risciomanagement*. Proceseigenaar Kennisveld Geo-Engineering.

-
- Saiedian, H., & Kuzara, N. (1995, Januari). SEI Capability Maturity Model's Impact on Contractors. *IEEE Computer*.
 - Sarshar, M., Haigh, R., Finnemore, M., Aouad, G., Barret, P., Baldry, D., et al. (2000). SPICE: a business process diagnostics tool for. *Engineering Construction & Architectural*, 241-250.
 - Schiffauerova, A., & Thomson, V. (2006). A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 23 (4), 1-23.
 - Schmidt, J., & Calantone, R. (2002). Escalation of commitment during new product development. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30 (2), 103-118.
 - Sen, A., Sinha, A., & Ramamurthy, K. (2006). Data warehousing proces maturity: an exploratory study of factors influencing user perception. *Engineering management*, 53, 440-455.
 - Shewhart, W. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. London: Macmillan.
 - Simon, A., Schoeman, P., & Sohal, A. (2010). Priortised best practices in a ratified consulting services maturity model for ERP consulting. *Journal of enterprises information management*, 23, 100-124.
 - Simpson, J., & Weiner, E. (1989). *The Oxford English Dictionary, second edition*,. Oxford: University press.
 - Skyrme, D. (2002). *Best practices in best practices*. Newbury: David Skyrme Associates.
 - Smidt, J., & Caltone, R. (2002). Escalation of commitment during new product development. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30 (2), 103-118.
 - Software Engineering Institute (SEI). (2006). *CMMI for Development, version 1.2*. Retrieved from <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/06.reports/06tr008.html>
 - Stam, D., Lindenaar, F., van Kinderen, S., & van den Bunt, B. (2003). *Risicomanagement voor projecten: de RISMAN-methode toegepast*. Utrecht: Spectrum.
 - Stevenson, W. (1996). *Productions/Operations Management* (Vijfde druk ed.). Irwin Publishing Company.
 - Sukhoo, A., Barnard, A., Eloff, M., & van der Poll, J. (2007). An evolutionary software project management maturity model for Mauritius. *Interdisciplinary journal of information, knowledge and management*, 2, 99-118.
 - USP marketing consultancy BV. (2010). *Faalkosten aanhoudend probleem in de bouw- en installatiesector*. Rotterdam.
 - Van Dam, A. (2009). *De kunst van het falen* (Derde druk ed.). Amsterdam: AMBO.
 - Van Staveren, M. (2012). *GeolImpuls: Cobouw incidenten analyse*. GeolImpuls.
 - Van Staveren, M. (2010). *Geotechniek in beweging, praktijkgids voor risicogestuurd werken* (3e ed.). Enschede: Iskamp Drukkers BV.
 - Van Staveren, M. (2009). *Risk, Innovation & Change: Design Propositions for implementing Risk Management in organizations*. Enschede: Universiteit Twente.
 - Van Staveren, M. (2006). *Uncertainty and Ground Conditions: A Risk Management Approach*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.
 - Van Staveren, M. (2006). *Uncertainty and Ground Conditions: A Risk Management Approach* (First ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.
 - Van Well-Stam, D. (2003). *Risicomanagement voor projecten: de RISMAN-methode toegepast*. Centraal Boekhuis.
 - Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het ontwerpen van een onderzoek* (Vol. 4). Den Haag: Boom Lemma uitgevers.
 - Warning, A., & Glendon, A. (1998). *Managing Risk*. North Yorkshire: Cengage Learning EMEA.
 - Weisscher, V. (2006). *Welke meerwaarde biedt de GeoQ-methode*. Enschede: Universiteit Twente.
-

- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology* , 1317-1339.
- Wenk, E. J. (1986). *Trade-offs, imperatives of choice in a high-tech world*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Zelewski, S. (2007). Kann Wissenschaftstheorie be-hilflich für die Publikationspraxis sein? Kann Wissenschaftstheorie be-hilflich für die Publikationspraxis sein? *Wissenschaftstheoretische Fundierung und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik* , 71-120.
- Zou, P., Chen, C., & T.Y., C. (2010). Understanding and improving your risk management capability:assessment model for construction organisations. *journal of construction engineering and management* 136 , 8, 854-863.

Bijlagen

Bijlage 1 – Begrippen

Bijlage 2 – Online Enquête GeoRMMM

Bijlage 3 – Het BRM3

Bijlage 4 – Aanpassingen om tot het GeoRMMM te komen

Bijlage 5 – Bronnen bij vraag van het GeoRMMM

Bijlage 6 – Voorwaarden (geotechnisch) risicomanagement uit de literatuur

Bijlage 7 – Voorwaarden risicomanagement die niet worden gedekt door het BRM3

Bijlage 8 – Stappen om een niveau hoger te komen.

Bijlage 1 - Begrippen

In deze bijlage worden de begrippen toegelicht die relevant zijn voor het onderzoek. In eerder verschenen onderzoeken van Geo-Impuls (Van Staveren, 2010; Oude Vrielink, 2011; Ronhaar, 2011) zijn veel begrippen gedefinieerd. Om consistentie te houden in de onderzoeken van Geo-Impuls, zal er zoveel mogelijk aan de bestaande definities vast gehouden worden.

Aspecten

Onderdelen van het domein die beoordeeld worden in een maturity model, in het Engels worden dit de components genoemd.

Benchmarken

Het gebruiken van bestaande kennis uit de sector om je bedrijf te verbeteren. (Lankford, 2012)

Best practise

De meest effectieve processen voor het bereiken van een specifiek doel. (Skyrme, 2002)

Betrouwbaarheid

Een onderzoek is betrouwbaar wanneer een andere onderzoeker op dezelfde resultaten uitkomt.

Cyclisch risicomanagement

Het in elke projectfase minimaal één keer doorlopen van de zes stappen van het lineaire risicomanagementproces. (Van Staveren, 2010)

Delphi methode

Een onderzoeksmethode die door middel van het samenbrengen van meningen van experts tot een consensus probeert te komen over een vraagstuk.

Faalkosten

Alle financiële schade als gevolg van falen die voorkomen had kunnen worden wanneer de beoogde kwaliteit van het gerealiseerde bouwproject doeltreffend en doelmatig zou zijn geleverd. (Van Dam, 2009)

Falen

Het niet doeltreffend en doelmatig leveren van de beoogde kwaliteit bij het realiseren van een bouwproject, met faalkosten als gevolg. (Van Dam, 2009)

Geotechnisch falen

Het niet doeltreffend en doelmatig leveren van de beoogde kwaliteit bij het realiseren van een bouwproject, met één of meer oorzaken die te maken hebben met bouwen in grond, op grond of met grond. (Van Dam, 2009; Van Staveren, 2010)

Geotechnisch risicomanagement

Het gestructureerd, continu, expliciet, communicerend omgaan met geotechnische risico's (RWS, 2012)

Guttman schaalmethode

De Guttman schaalmethode is een cumulatieve schaalmethode die uitgaat van een lineaire relatie tussen elementen van een bepaald domein of onderdelen van een toets. Ook bekend als cumulatief schalen en een scalogram analyse. (Gottschalk & Solli-Saether, 2009)

Karakteristieken

Onderdelen van de aspecten. In het Engels sub components genoemd.

Kwaliteit

Tegemoetkomen aan- en/of overtreffen van verwachtingen op het gebied van bruikbaarheid, veiligheid, duurzaamheid en compatibiliteit van een gerealiseerde oplossing, opdat meerwaarde voor de direct betrokken partijen wordt gecreëerd. (Bea, 2006) (Reeves & Bednar, 1994)

Lineair risicomanagementproces

Het achtereenvolgens doorlopen van de zes generieke stappen voor expliciet risicomanagement: (1) verzamelen van informatie en bepalen doelstellingen, (2) identificeren van risico's, (3) classificeren van risico's, (4) selecteren en uitvoeren van preventieve en / of correctieve risicobeheersmaatregelen, (5) evalueren of de risicobeheersmaatregelen de beoogde reductie van het risico opleveren en (6) overdracht van alle relevante risicoinformatie naar de volgende projectfase. (Van Staveren, 2010)

Likert schaal

Een schaal die de mate van instemming aangeeft van respondenten (Likert, 1932)

Maturity model

Een maturity model wordt in het Engels ook wel een capability model, growth model of een stage model genoemd en in het Duits Reifegrad model. In het Nederlands wordt dit vertaald als groeimodel of volwassenheidsmodel. Echter is de Engelse term gangbaarder, daarom wordt voor dit onderzoek de Engelse term gebruikt.

Een maturitymodel bestaat uit verschillende niveaus van maturity. Het vertegenwoordigt verwachte, gewenste of een mogelijke ontwikkeling voor organisaties, en heeft verschillende niveaus waar deze organisaties op ingedeeld kunnen worden. (Becker et al., 2009)

Project

Een project is een tijdelijke inspanning ondernomen om een uniek product, dienst of resultaat te creëren. Projecten hebben een duidelijk begin en einde door hun tijdelijke aard. (PMI, 2008)

Risico

"Effect van onzekerheid op het behalen van doelstellingen." (NEN-ISO 31000, 2009)

Validatie

Het proces dat garandeert dat het model voldoende precies is voor het gestelde doel.

Valide

Een meetinstrument is valide wanneer deze meet wat er gemeten moet worden.

Externe validiteit

Extente validiteit is de generaliseerbaarheid van de het onderzoek. Dus in hoeverre het onderzoek iets zegt over de hele organisatie.

Interne validiteit

In hoeverre het onderzoek consistent is uitgevoerd. Zijn de resultaten geldig voor de onderzochte doelgroep.

Bijlage 2 - Online enquête GeoRMMM



GeoRMMM (geotechnisch risicomanagement maturity model)

U bent uitgenodigd om deel te nemen aan een maturitytoets voor geotechnisch risicomanagement. De ontwikkeling van het model is onderdeel van mijn afstudeeronderzoek aan de Universiteit Twente.

Uw medewerking is erg belangrijk voor het ontwikkelen van een gevalideerd model. Echter heeft u er zelf ook wat aan! De resultaten van dit model zullen de sterke en zwakke onderdelen van geotechnisch risicomanagement identificeren in uw organisatie. Met deze gegevens kan er gericht gekeken worden naar mogelijke verbeteringen binnen uw bedrijf.

De verzamelde gegevens worden anoniem geanalyseerd. Het invullen van het model inclusief het geven van feedback kost ongeveer twintig minuten.

Wanneer u nog vragen, opmerkingen of moeilijkheden met het model heeft, kunt u contact opnemen met Ruben Langeveld via langeveldruben@gmail.com of 0649668724.

Introductie model

Toelichting model

Dit onderzoek wordt uitgevoerd voor Geo-Impuls [?]. Als u meer wilt weten over dit initiatief, kunt u op het vraagteken klikken of onderstaand filmpje bekijken.

Om risicomanagement goed te kunnen uitvoeren is er een ondersteunende bedrijfsorganisatie nodig. Het is van belang om te weten waar de organisatie staat voordat er plannen gemaakt kunnen worden voor verbetering.

Om een beter beeld te krijgen van waar de zwakke plekken van de organisatie liggen, is de organisatie opgedeeld in vier aspecten: cultuur, proces, ervaring en toepassing. Deze aspecten kunnen ingedeeld worden op vier verschillende niveaus: nieuw, inconsequent, consequent en expert.

Het doel van dit model is een overzicht creëren van de sterke en zwakke plekken van uw organisatie op het gebied van geotechnisch risicomanagement. De maturitytoets verdeelt bedrijven aan de hand van deze online enquête in verschillende niveaus. De toets kan gebruikt worden om uw eigen organisatie met andere organisaties te vergelijken of om intern doelen te stellen voor verbetering.

Dit filmpje geeft meer achtergrondinformatie over het Geo-Impuls [?] programma



[Volgende pagina](#)

Uw naam, emailadres, functie en afdeling

U mag uiteraard ook anoniem blijven, maar zou u dan wel uw functie en afdeling willen vermelden?

4

Welk cijfer geeft u uw organisatie voor de implementatie van geotechnisch risicomanagement?

Op een schaal van 1 t/m 10

Kunt u een inschatting geven van het verloop van de projecten uitgevoerd door uw bedrijf?

- ☐ Er gaat veel mis en er is weinig verbetering
- ☐ Er gaat zo nu en dan wat mis. Oplossingen worden gezocht wanneer het probleem zich voordoet.
- ☐ Er gaat weinig mis, risicobeheersing is routine
- ☐ Wanneer er iets mis gaat is er van te voren al nagedacht over een oplossing, er wordt actief geleerd van de ervaringen die worden opgedaan in het project.

Begin de toets

Uitleg voor het invullen:

Er worden per aspect een aantal stellingen gegeven.

Antwoord **oneens** als de stelling niet geldt voor uw organisatie.

Antwoord **gedeeltelijk eens** als de stelling gedeeltelijk geldt voor uw organisatie.

Antwoord **eens** als de stelling (voor het grootste deel) geldt voor uw organisatie.

Antwoord **in bijzondere mate eens** als de stelling (in bijzondere mate) geldt voor uw hele organisatie en er eventueel nog meer op dit vlak gedaan wordt in uw organisatie.

Cultuur

	Oneens	Gedeeltelijk eens	Eens	In bijzondere mate eens	Deze vraag is onduidelijk, n.v.t. of ik weet het antwoord niet
1.1 De directie van uw organisatie stimuleert de toepassing van geotechnisch risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐
1.2 Geotechnisch risicomanagement beleid wordt gesteund door alle projectmedewerkers van uw organisatie	☐	☐	☐	☐	☐
1.3 Binnen uw organisatie is er een overtuiging van het belang van geotechnisch risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐
1.4 In uw organisatie wordt geaccepteerd dat geotechnische onzekerheden nooit helemaal te vermijden zijn	☐	☐	☐	☐	☐
1.5 Geotechnische risico's worden openlijk gecommuniceerd binnen projectteams	☐	☐	☐	☐	☐
1.6 Geotechnisch risicomanagement beleid en doel worden intern gecommuniceerd	☐	☐	☐	☐	☐
1.7 Binnen de organisatie is er inzicht in de kosten van geotechnisch risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐
1.8 Binnen de organisatie is er inzicht in de opbrengsten van geotechnisch risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐
1.9 Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever	☐	☐	☐	☐	☐
1.10 De organisatie is transparant naar buiten toe met informatievoorziening over geotechnische risico's	☐	☐	☐	☐	☐
1.11 Geotechnisch risicomanagement speelt in een vroeg stadium van de projecten mee in de besluitvorming	☐	☐	☐	☐	☐

Kritiekpunten of mogelijke aanvullingen op het aspect cultuur

Volgende pagina

GeoRMMM

Proces

	Oneens	Gedeeltelijk eens	Eens	In bijzondere mate eens	Deze vraag is onduidelijk, n.v.t. of ik weet het antwoord niet
2.1 Er wordt binnen uw bedrijf een gestructureerd geotechnisch risicomanagementproces voorgeschreven	☐	☐	☐	☐	☐
2.2 Geotechnisch risicomanagement is standaard opgenomen in het totale risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐
2.3 Geotechnische risicobeheersingsmaatregelen worden regelmatig gereviewd om er zeker van te zijn dat het geotechnisch risicomanagement effectief is	☐	☐	☐	☐	☐
2.4 De organisatie verbetert het geotechnisch risicomanagementproces op basis van nieuwe ideeën / ervaringen/ geleerde lessen	☐	☐	☐	☐	☐
2.5 Uitwisseling van kennis naar toekomstige projecten wordt gefaciliteerd (bijvoorbeeld met behulp van goed georganiseerde databases)	☐	☐	☐	☐	☐
2.6 Communicatie van risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)	☐	☐	☐	☐	☐
2.7 In elke projectfase wordt de stappen van het risicomanagement proces minimaal één keer doorlopen	☐	☐	☐	☐	☐

Kritiekpunten of mogelijke aanvullingen op het aspect proces

Volgende pagina

Ervaring

	Oneens	Gedeeltelijk eens	Eens	In bijzondere mate eens	Deze vraag is onduidelijk, n.v.t. of ik weet het antwoord niet
3.1 Geotechnisch gekwalificeerd personeel (kan zowel intern als extern) is beschikbaar wanneer nodig	☐	☐	☐	☐	☐
3.2 De ervaring van de geotechnische professionals sluit aan bij de complexiteit van de projecten	☐	☐	☐	☐	☐
3.3 Geotechnische professionals zijn in staat om projectmanagers te overtuigen van de ernst van geotechnische risico's	☐	☐	☐	☐	☐
3.4 Er zijn voldoende middelen (geld, tijd) beschikbaar om geotechnisch risicomanagement toe te passen	☐	☐	☐	☐	☐
3.5 Alle projectmedewerkers zijn zich bewust van de risico's vanuit de ondergrond	☐	☐	☐	☐	☐
3.6 Er is een gestructureerd trainingsprogramma om kennis op het gebied van geotechnisch risicomanagement te behouden en verbeteren	☐	☐	☐	☐	☐

Kritiekpunten of mogelijke aanvullingen op het aspect ervaring

Volgende pagina

Toepassing

	Oneens	Gedeeltelijk eens	Eens	In bijzondere mate eens	Deze vraag is onduidelijk, n.v.t. of ik weet het antwoord niet
4.1 De middelen (geld, tijd) t.b.v. geotechnische risicomanagement, toegewezen in projecten, staan in verhouding tot de beoordeelde ernst (perceptie) van de risico's	☐	☐	☐	☐	☐
4.2 Een gestandaardiseerd geotechnisch risicomanagement proces wordt toegepast in alle projecten van de organisatie	☐	☐	☐	☐	☐
4.3 De geotechnisch risicobeheersmethodes die worden gebruikt zijn geschikt voor de projecten van de organisatie	☐	☐	☐	☐	☐
4.4 Geotechnische risico's worden vroeg in het project geïdentificeerd	☐	☐	☐	☐	☐
4.5 Opbrengsten en kosten worden meegewogen in beslissingen m.b.t. geotechnische risicobeheersingsmaatregelen	☐	☐	☐	☐	☐
4.6 De gekozen beheersmaatregelen zijn daadwerkelijk uitgevoerd om de geïdentificeerde risico's te beheersen	☐	☐	☐	☐	☐
4.7 De terugkoppeling van geotechnische risico's is begrijpelijk gemaakt voor de projectdeelnemers	☐	☐	☐	☐	☐
4.8 Geotechnische omstandigheden worden gemonitord tijdens het bouwproces	☐	☐	☐	☐	☐
4.9 Aan het eind van een project worden projectevaluaties gebruikt om geleerde lessen te documenteren	☐	☐	☐	☐	☐
4.10 Tijdens het bouwproject is er te allen tijde voldoende gronddata [?] beschikbaar om gefundeerde keuzes te maken	☐	☐	☐	☐	☐

Kritiekpunten of mogelijke aanvullingen op het aspect toepassing

Volgende pagina

Validatie

U heeft alle vragen van het model ingevuld. De laatste vragen toetsen niet de implementatie van geotechnisch risicomanagement, maar gaan over de geschiktheid van het model. De antwoorden op deze vragen kunnen mij helpen om het model te verbeteren.

Validatie

	Volledig oneens	Oneens	Niet oneens, niet eens	Eens	Volledig eens	Weet ik niet
De structuur van het model is geschikt voor het meten van de implementatie van geotechnisch risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Het model vormt een compleet beeld van de organisatorische aspecten van geotechnisch risicomanagement	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Het model is eenvoudig in te vullen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Het model is toe te passen in verschillende onderdelen van het bedrijf	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Het model is een effectieve methode om de implementatie van geotechnische risicomanagement te meten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
De tijd die nodig was om het model in te vullen was te lang	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Mogelijke kritiekpunten op het model

Bijvoorbeeld naar aanleiding van een negatief antwoord bij de validatie

Verbetersuggesties voor het model

Bijvoorbeeld onderwerpen die toegevoegd dienen te worden aan het model of alternatieve methodes om een beter beeld te krijgen van de implementatie van risicomanagement in de organisatie

Resultaten verzenden

Bijlage 3 - Het BRM3

CULTURE		Novice	Competent	Proficient	Expert	1-Novice 2-Competent 3-Proficient 4-Expert
1.7.	Risk Appetite	Either risk averse or takes risk without knowledge / understanding of risks involved	Some understanding and awareness of need to take risks	Understands wants manages and takes risks appropriate to the company	Understands the need for and actively manages a portfolio of risks	
1.8.	Risk Response Strategies (ways of avoiding or reducing risk) Turndown, Transfer, Treat, Tolerate	Accepts risks without strategy or turndown, no knowledge of available options or decision taken on inappropriate information	Tendency to choose standard response without due consideration of all possible options	Considers every risk and chooses an appropriate response applying considered strategies	Highly developed set and range of strategies applied appropriately. Considers risks on their merits and chooses / makes most appropriate response	
1.9.	Risk Awareness	No shared criteria	Commonality in discrete groups. Risk defining terms are used consistently across company. Most employees are aware of risk pertaining to their roles	Risk glossary exists defining terms which are used consistently across company. All employees aware of risk pertaining to their role.	All employees are aware of impact of risks in context of company	
1.10.	Communication of Risk Strategy	Little or adhoc communication	Strategy communicated between departments occasionally, however information is not clear or concise	Strategy and process in place and communicated between individuals – projects – departments – organisation and organisation	Strategy and process in place and used between individuals – projects – departments – organisation. Feedback flowing up and down organisation	
CULTURE					Total = x (Maximum = 40) Ave Score = x (Total divided by number of attributes)	

Attribute	Novice	Competent	Proficient	Expert	1-Novice 2-Competent 3-Proficient 4-Expert
PROCESS	Where present tend to be inefficient informal, ad-hoc	Inconsistent No learning from experience Standard approach / generic	Consistent approach but scalable Tailored to specific needs	Adaptive Proactively Developed Fit for purpose Best of Breed	
2.1. Risk Response Strategy	No strategy	Strategy is inconsistently applied	Strategy is consistently applied	Strategy proactively modified to reflect changes in environment	
2.2. Formality	No formality	Adhoc and inconsistent	Well structured and documented and consistently implemented	Right level of formality for the type of risk. Users can proactively modify and formalise the existing processes to suit the situation	
2.3. Effectiveness	Not effective	Works in specific areas (partially effective)	Works consistently at / for all levels in the organisation	Adapts pro actively to internal and external changes	
2.4. Durability	Breaks / fails often	Process is tried and tested and based on past / historical business	Process is relevant to current business needs	Relevant, evolves to meet changing needs of business maturity	
2.5. Scope	Little or nothing available	Available in a few areas	Common across the company	Fit for purpose by business transaction and modified to meet business needs	
2.6. Knowledge Management	Poor, either information is frequently lost and tools available are inadequate or non existent	Tools available used on adhoc basis, consequently information is captured and applied inconsistently	System is maintained, populated and used, information is captured and used to modify working practices	System is comprehensive and available, includes external data, knowledge is captured, discussed and communicated as part of the organisation's culture	

Vervolg op de volgende pagina

PROCESS	Novice	Competent	Proficient	Expert	1-Novice 2-Competent 3-Proficient 4-Expert
2.7. Integration with Other Business Processes	None	Insular (Functionally orientated)	Part of the business process (cross functional)	Across total supply chain (supplier/ prime / customer)	
2.8. Scalability	Nothing to scale	Fixed scale	Scalable in few stepped increments by division / unit. Small number of fixed options (small / medium / large)	Fully scalable and managed with flexible approach to meet all business requirements	
PROCESS				Total = x (Maximum = 32) Ave Score = x (Total divided by number of attributes)	

Attribute	Novice	Competent	Proficient	Expert	1-Novice 2-Competent 3-Proficient 4-Expert
EXPERIENCE	None; nothing relevant	Basic competence	Proficient Formal qualifications	Extensive experience Leading qualifications Externally recognised high competence	
3.1. Access to Qualified Staff in Organisation	No access to people with relevant risk management qualifications	Access to people with current qualification which includes a risk management module	Access to people with current risk management qualifications	Fellow of Institute of Risk Management or MSc in Risk Management	
3.2. Range and Depth of Experience of People in Risk Management	None relevant to risk management	Worked in risk management capacity on a range of projects but less than 5 years experience	Worked on several similar projects for more than 5 years	Worked on / led risk management aspect on extensive range of projects	
3.3. Attitude Alignment of Risk Management Team to Organisation	Negative alignment	Neutral alignment	Positive alignment	Active alignment	
3.4. Skills and Capabilities of People Responsible for Risk Management	None relevant to risk management	Basic skills able to participate in risk management issues	Can lead and is able to take initiative	Trains / mentors and able to tackle unexpected issues	
3.5. Corporate Resource Allocation	Resource is allocated as available no planning / forecasting involved	Limited resources poorly publicised Roles covered but not all by appropriate resources	Comprehensive, relevant and available	Active dissemination of best practices Able to apply best resources at any time	
3.6. Training / Personal Development	None	Minimum training	Formal organised and updated programme	Incentivised training plan and training actively encouraged	
EXPERIENCE				Total = x (Maximum = 24)	
				Ave Score = x (Total divided by number of attributes)	

Attribute		Novice	Competent	Proficient	Expert	1-Novice 2-Competent 3-Proficient 4-Expert
APPLICATION		Not Used	Inconsistent – major projects only Process driven Inadequately resourced	Consistently applied Adequately resourced	Proactively resourced Across entire business Flexible Measured for improvement	
4.1.	Adequacy of Risk Management Resources in relation to an activity or event	None	Limited	Adequate	Sufficient and proactive	
4.2.	Use of Policies / Standards	Not used	Not consistently used or fully adhered to	Used and adhered to	Used appropriately and adhered to	
4.3.	Use of Appropriate Processes / Systems for Project	None or inappropriate	Not consistently used or fully adhered. Roles are defined and allocated	Used and adhered to Organisation is adequately structured and regularly reviewed and understood	Used appropriately and adhered to. Organisation is flexible, current and clearly understood	
4.4.	Effective Implementation of Response to Risk	No responses actioned	Selected responses not effectively employed	Selected responses are effectively employed for all identified risks	Selected responses are effectively employed for risks including emergent risks. Responses can cope with anything. Ability to handle emergent risks	
4.5.	Quality of Reporting to Stakeholders	None	Routine non filtered risk reporting	Stakeholders aware of relevant risks	Interactive risk reporting	
4.6.	Feed forward to future Projects	None	Routine non filtered analysis	Managed and lessons learned communicated	Strategic review (including external data) and lessons learned implemented	
4.7.	Use of Metrics / Performance Management	None or detrimental	Generic measures	Project specific to determine success	Incentivised to encourage continued improvement	
APPLICATION					Total = x (Maximum = 28)	
					Ave Score = x (Total divided by number of attributes)	

	Total Score Available	Actual Score	Average Score
CULTURE	40		
PROCESS	32		
EXPERIENCE	24		
APPLICATION	28		
OVERALL SCORE FOR THE ORGANISATION:			

Bijlage 4 – Aanpassingen per vraag GeoRMMM

Cultuur				
	BRM3	Vertaling met toevoeging GeoRM	GeoRMMM	Vraag nr. GeoRMMM
1.1	Senior Management Attitude to Risk Management Process	Houding van het managementteam tegenover geotechnisch risicomanagement	De directie van uw organisatie stimuleert de toepassing van geotechnisch risicomanagement	1.1
1.2	Organisational Commitments to Policy, Process and People	Er wordt gewerkt volgens het geotechnisch risicomanagement beleid, voorgeschreven processen worden doorlopen	Ondergebracht onder vraag 1.2	1.2
1.3	Belief in Value of Risk Management	Geloof in de waarde van geotechnisch risicomanagement	Binnen uw organisatie is er een overtuiging van het belang van geotechnisch risicomanagement	1.3
1.4	Goal Congruence and Attitude Alignment	Houding van werknemers tegenover geotechnisch risicomanagement	Geotechnisch risicomanagement beleid wordt gesteund door alle projectmedewerkers van uw organisatie	1.2
1.5	Approach to Risk Sharing (internal)	Houding tegenover risicoverdeling en communicatie van geotechnische risico's (intern)	Geotechnische risico's worden openlijk gecommuniceerd binnen projectteams	1.5
1.6	Approach to Risk Sharing (external)	Houding tegenover risicoverdeling en communicatie van geotechnische risico's (extern)	Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever	1.9
1.7	Risk appetite	Bereidheid tot nemen van geotechnische risico's	Vervalt	x
1.8	Risk Response Strategies (ways of avoiding or reducing risk) Turndown, Transfer, Treat, Tolerate	Geotechnische risicobeheersingsstrategie (manieren om risico's te vermijden of te reduceren) omslaan, overdragen, behandelen, tolereren.	Ondergebracht onder 2.1	2.1
1.9	Risk Awareness	Bewustzijn van geotechnische onzekerheden en risico's	In uw bedrijf wordt geaccepteerd dat geotechnische onzekerheden nooit helemaal te vermijden zijn	1.4
1.10	Communication of Risk Strategy	Communicatie van de risicobeheersingsstrategie	Geotechnisch risicomanagement beleid en doel worden intern gecommuniceerd	1.6
Nieuw			Binnen de organisatie is er inzicht in de kosten van geotechnisch risicomanagement	1.6
Nieuw			Binnen de organisatie is er inzicht in de opbrengsten van geotechnisch risicomanagement	1.8
Nieuw			De organisatie is transparant naar buiten toe met informatievoorziening over geotechnische risico's	1.10
Nieuw			Geotechnisch risicomanagement speelt in een vroeg stadium van de projecten mee in de besluitvorming	1.11

Proces				
Vraag nr. BRM3 BMR3		Vertaling met toevoeging GeoRM	GeoRMMM	Vraag nr. GeoRMM
2.1	Risk Response Strategy	Geotechnisch risicobeheersings-strategie	Er wordt binnen uw bedrijf een gestructureerd geotechnisch risicomanagementproces voorgeschreven	2.1
2.2	Formality	Formeelheid van geotechnisch risicomanagement	Vervalt	x
2.3	Effectiveness	Effectiviteit van geotechnisch risicomanagement	Geotechnische risicobeheersingsmaatregelen worden regelmatig gereviewd om er zeker van te zijn dat het geotechnisch risicomanagement effectief is	2.3
2.4	Durability	Duurzaamheid geotechnisch risicomanagement	De organisatie verbetert het geotechnisch risicomanagementproces op basis van nieuwe ideeën / ervaringen/ geleerde lessen	2.4
2.5	Scope	Bereik van de geotechnisch-risicomanagementprocessen	Vervalt	
2.6	Knowledge Management	Kennismanagement op het gebied van geotechnische risico's	Uitwisseling van kennis naar toekomstige projecten wordt gefaciliteerd (bijvoorbeeld met behulp van goed georganiseerde databases)	2.5
2.7	Integration with Other Business Processes	Integratie met andere processen	Geotechnisch risicomanagement is standaard opgenomen in het totale risicomanagement	2.2
2.8	Scalability	Schaalbaarheid van geotechnisch-risicomanagementmethodes	Vervalt	x
Nieuw			Communicatie van risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)	2.6
Nieuw			In elke projectfase worden de stappen van het risicomanagement proces minimaal één keer doorlopen	2.7

Ervaring				
	BRM3	Vertaling met toevoeging GeoRM	GeoRM	Vraag nr. GeoRMMM
3.1	Access to Qualified Staff in Organisation	Toegang (intern of extern) tot gekwalificeerd geotechnisch personeel	Geotechnisch gekwalificeerd personeel (kan zowel intern als extern) is beschikbaar wanneer nodig	3.1
3.2	Range and Depth of Experience of People in Risk Management	Diepgang van de ervaring van Geotechnisch professionals	De ervaring van de geotechnische professionals sluit aan bij de complexiteit van de projecten	3.2
3.3	Attitude Alignment of Risk Management Team to Organisation	Houding van het risicomanagementteam komt overeen met de houding van de organisatie tegenover het geotechnisch risicomanagement	Vervalt	x
3.4	Skills and Capabilities of People Responsible for Risk Management	Vaardigheden en bekwaamheden van de mensen die verantwoordelijk zijn voor geotechnisch risicomanagement	Geotechnische professionals zijn in staat om projectmanagers te overtuigen van de ernst van geotechnische risico's	3.3
3.5	Corporate Resource Allocation	Inzetbaarheid van middelen voor het managen van geotechnisch risicomanagement	Er zijn voldoende middelen (geld, tijd) beschikbaar om geotechnisch risicomanagement toe te passen	3.4
3.6	Training / Personal Development	Training/persoonlijke ontwikkeling op het gebied van geotechnisch risicomanagement	Er is een gestructureerd trainingsprogramma om kennis op het gebied van geotechnisch risicomanagement te behouden en verbeteren	3.6
Nieuw			Alle projectmedewerkers zijn zich bewust van de risico's vanuit de ondergrond	3.5

Toepassing				
	BRM3	Vertaling met toevoeging GeoRM	GeoRMMM	Vraag nr. GeoRMM
4.1	Adequacy of Risk Management Resources in relation to an activity or event	Middelen die worden ingezet zijn adequaat in relatie tot geotechnisch risicomanagementactiviteiten	De middelen (geld, tijd) t.b.v. geotechnische risicomanagement, toegewezen in projecten, staan in verhouding tot de beoordeelde ernst (perceptie) van de risico's	4.1
4.2	Use of Policies/Standards	Gebruik van beleid en standaarden op het gebied van geotechnisch risicomanagement	Een gestandaardiseerd geotechnisch risicomanagement proces wordt toegepast in alle projecten van de organisatie	4.2
4.3	Use of Appropriate Processes / Systems for Project	Gebruik van de geschikte risicomanagementprocessen / systemen voor het project	De geotechnische risicobeheersmethodes die worden gebruikt zijn geschikt voor de projecten van de organisatie	4.3
4.4	Effective Implementation of Response to Risk	Effectieve implementatie beheersing van geotechnischerisico's	De gekozen beheersmaatregelen zijn daadwerkelijk uitgevoerd om de geïdentificeerde risico's te beheersen	4.6
4.5	Quality of Reporting to Stakeholders	Kwaliteit van rapportage geotechnische risico's naar stakeholders	De terugkoppeling van geotechnische risico's is begrijpelijk gemaakt voor de projectdeelnemers	4.7
4.6	Feed forward to future Projects	Rapportage geotechnische risico's naar toekomstige projecten	Aan het eind van een project worden projectevaluaties gebruikt om geleerde lessen te documenteren	4.9
4.7	Use of Metrics / Performance Management	Gebruik van metingen/prestatie management voor geotechnisch risicomanagement	Geotechnische omstandigheden worden gemonitord tijdens het bouwproces	4.8
Nieuw			Tijdens het bouwproject is te allen tijde voldoende gronddata beschikbaar om gefundeerde keuzes te maken	4.10
Nieuw			Opbrengsten en kosten worden meegewogen in beslissingen m.b.t. geotechnische risicobeheersingsmaatregelen	4.5
Nieuw			Geotechnische risico's worden vroeg in het project geïdentificeerd	4.4

Bijlage 5 – Bronnen per vraag

Cultuur				
Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
1.1 De directie van uw organisatie stimuleert de toepassing van geotechnisch risicomanagement	If there is not sufficient support in all ranks of the project hierarchy, it unfortunately will be most unlikely to catch the full GeoQ potential,	Geo	Van Staveren	2006
	Active participation of project owners for increasing the application of risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	Leadership: championing the integration of new knowledge into the organization; Encouraging experimentation and taking proactive steps to achieve a shared vision	Mat	Chinowsky	2007
	Executive support	Mat	Chinowsky	2007
	Upper management actively takes part in risk activities, supports and encourages risk management	Mat	Zou	2010
	Support from senior managers	Mat	Jia	2012
1.2 Geotechnisch risicomanagement beleid wordt gesteund door alle projectmedewerkers van uw organisatie	Employee support	Mat	Chinowsky	2007
	Risk management is widely accepted and practiced in all levels within the organization	Mat	Zou	2010
	Commitment to a continuing process of improvement of the system components	Geo	Bea	2006
	If there is not sufficient support in all ranks of the project hierarchy, it unfortunately will be most unlikely to catch the full GeoQ potential.	Geo	Van Staveren	2006
	These project teams need a proactive risk culture, with continuing attention to people aspects, such as organizational processes, behaviour, culture and real participation of all involved employees.	Geo	Van Staveren	2006
1.3 Binnen uw organisatie is er een overtuiging van het belang van geotechnisch risicomanagement	Culture: to realize trust and integrity	Geo	Bea	2006
	There is a build up of trust within the organization and project teams in relation to risk management	Mat	Zou	2010

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
1.4 In uw bedrijf wordt geaccepteerd dat geotechnische onzekerheden nooit helemaal te vermijden zijn	Clear recognition and understanding of the threats to quality and reliability;	Geo	Bea	2006
	Accept that there always will be geotechnical risks and uncertainties.	Geo	Carlsson	2005
	Establishing a proactive and risk aware culture within the project teams, by combining the best of the individual and the team approach, with due attention to the people factor.	Geo	Van Staveren	2006
	Before starting with risk management implementation, management should become risk aware.	Geo	Van Staveren	2009
	Creating continuous risk awareness, supported by risk analyses, in all project phases.	Geo	Van Staveren	2009
	Acceptance that risks are a fact of life and can never be totally avoided.	Geo	Van Staveren	2009
	An effective project team, which accepts the existence of risks.	Geo	Van Staveren	2009
	Explaining the uncertainty in (geotechnical) engineering, which needs to be explicitly managed, to decision makers.	Geo	Van Staveren	2009
1.5 Geotechnische risico's worden openlijk gecommuniceerd binnen projectteams	Risk communication within and between teams is atmost importance	Geo	Van Staveren	2006
	The sharing of knowledge in pursuit of organization improvement;	Mat	Chinowsky	2007
	To what extent was risk event openly communicated within the organization	Mat	Zou	2010
	The flow of risk management information is passed on and communicated throughout the entire project life life cycle	Mat	Zou	2010
1.6 Geotechnisch risicomanagement beleid en doel worden intern gecommuniceerd	Setting clear risk management goals and objectives.	Geo	Van Staveren	2009
	Formulate policy and provide a written statement to inform staff	Geo	Clayton	2001
	A shared risk management definition within the project team.	Geo	Van Staveren	2009
1.7 Binnen de organisatie is er inzicht in de kosten van geotechnisch risicomanagement	To bring into balance the pressures of productivity and protection	Geo	Bea	2006
1.8 Binnen de organisatie is er inzicht in de opbrengsten van geotechnisch risicomanagement	Financial and social, positive and negative, categories of incentives and metrics to help recognize the costs and benefits of investments to improve quality and reliability;	Geo	Bea	2006
	The efforts must make business sense.	Geo	Bea	2006
	Providing an awareness, at least qualitative and preferably more quantitative, of the cost of major risk events, as well as the cost of risk remediation measures and their management.	Geo	Van Staveren	2006
	Acknowledgement of short-term and long term benefits, which concern only financial, but also social and environmental aspects.	Geo	Van Staveren	2006
	Raising awareness about the economic and social benefits from risk reduction.	Geo	Van Staveren	2009
	Providing awareness about the costs and other (reputation) effects of major risk events.	Geo	Van Staveren	2009
	It should be clear how and when risk management adds to conventional good project management practices.	Geo	Van Staveren	2009
	Approaching risk management from a financial perspective, rather than from a civil engineering perspective, to increase its acceptance.	Geo	Van Staveren	2009
	Value measurement	Mat	Chinowsky	2007
	RM value identification	Mat	Jia	2012

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
1.9 Er is een actieve houding ten opzichte van het delen van kosten én opbrengsten van geotechnisch risicomanagement met de opdrachtgever	Sharing of perceptions and benefits (red. with clients) is essential for succesfull cooperation with a minimum of conflicts.	Geo	Van Staveren	2006
	Willingness to allocate each identified and classified ground-related risk to one of the parties involved is a key factor during contracting.	Geo	Van Staveren	2006
	Extending towards joint risk management between the project parties.	Geo	Van Staveren	2009
	Participation of external stakeholders, such as shop owners, within the risk management process.	Geo	Van Staveren	2009
	Combining performance scores and bid prices in awarding contracts for supporting joint risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	Exchanging tools and checklists for learning from each other.	Geo	Van Staveren	2009
	Individual dedication and willingness by risk-driven change agents for convincing project stakeholders about the risk management needs and benefits.	Geo	Van Staveren	2009
1.10 De organisatie is transparant naar buiten toe met informatievoorziening over geotechnische risico's	Generating willingness of all project stakeholders for making foreseeable risk transparent.	Geo	Van Staveren	2009
	The results of the constructor's geotechnical risk management should be communicated to any specialist groundworks subcontractors or geotechnical designers that are subsequently employed on the project.	Geo	Clayton	2001
	Transparency and cooperation for sharing all risk management information between the parties involved in a project.	Geo	Van Staveren	2009
	The project team members, both from the municipality and externally hired experts, should develop some sort of governance sensitivity, for effectively communicating risks with the local government members of the municipality.	Geo	Van Staveren	2009
	The anticipated benefits of applying risk management should be clearly communicated.			
	Information on risks identified are processed, grouped and communicated to all project participants	Mat	Zou	2010
1.11 Geotechnisch risicomanagement speelt in een vroeg stadium van de projecten mee in de besluitvorming	Eliminating barriers to communication.	Mat	Chinowsky	2007
	The contractor should start the risk management process as early as possible, i.e. during the tender or negotiating phase.	Geo	Carlsson	2005
	The contractor should review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction safer and more cost-effective.	Geo	Carlsson	2005
	Allow a multipurpose and thorough investigation of the geotechnical conditions at the planning stage.	Geo	Carlsson	2005
	Start the identification of geotechnical hazards and initiating events in the early phases of all projects.	Geo	Carlsson	2005
	Start early within the project with risk management	Geo	Van Staveren	2006
	To maximise the financial benefits, GeoQ should start as early as possible in an construction project and be continued as long as possible, even including the maintenance phase during operation, after the construction	Geo	Van Staveren	2006
	Applying risk management in the early project phases, for instance for feasibility studies by scenario analysis.	Geo	Van Staveren	2009
	The constructor should start risk management as early as possible, during the tender or negotiation period. If a risk register is not received from the designer or client, the constructor should start one immediately.	Geo	Clayton	2001
	The risks associated with ground-related construction techniques, for example temporary works and foundation construction, should be assessed as soon as they become known.	Geo	Clayton	2001
	Geotechnical risk management is most effective, in terms both of reducing risks and of identifying opportunities, when it is started during pre-project planning.	Geo	Clayton	2001
	Geotechnical risks will be best managed when geotechnical engineers representing all the parties concerned are brought together as early as possible in the project.	Geo	Clayton	2001

Proces				
Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
2.1 Er wordt binnen uw bedrijf een gestructureerd geotechnisch risicomanagementproces voorgeschreven	The contractor should establish method statements and working procedures to manage identified hazards and procedures which can identify and manage unexpected risks and hazards.	Geo	Carlsson	2005
	Applying a well-structured ground risk management approach, for instance by the proposed and proven GeoQ process	Geo	Van Staveren	2006
	Some sort of risk management protocol should be available and used, which prescribes risk management steps to be taken in each project phase.	Geo	Van Staveren	2009
	Regulations should allow a variety of risk management responses, by different methodologies and tools, for fitting the specific risk management context.	Geo	Van Staveren	2009
	RM organization establishment	Mat	Jia	2012
	A systematic identification method is used to ensure major risks are identified	Mat	Zou	2010
2.2 Geotechnisch risicomanagement is standaard opgenomen in het totale risicomanagement	Introduce geotechnical risk factors into existing risk management systems.	Geo	Carlsson	2005
	Risk management methodologies and tools should naturally fit within the existing work processes, which requires differentiation of methodologies and tools.	Geo	Van Staveren	2006
	Risk management process is woven into daily business processes of the organization	Mat	Zou	2010
2.3 Geotechnische risicobeheersingsmaatregelen worden regelmatig gereviewd om er zeker van te zijn dat het geotechnisch risicomanagement effectief is	Collect data during the risk management process which at the end of the project should be used to provide feedback on the effectiveness of the procedures used.	Geo	Carlsson	2010
	The contractor should review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction safer and more cost-effective.	Geo	Carlsson	2010
	Monitor and record the actual geotechnical conditions and behaviour during the project execution and review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction more cost-effective, e.g. by adopting the observational method.	Geo	Carlsson	2010
	Wherever the constructor takes on design responsibility, a geotechnical design review should be carried out, to ensure that geotechnical risks have been effectively managed.	Geo	Clayton	2001
	At the end of the project the data collected during risk management should be used to provide feedback on the effectiveness of the procedures used.	Geo	Clayton	2001
	How often is risk management process reviewed to ensure the process is effective	Mat	Zou	2010

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
2.4 De organisatie verbetert het geotechnisch risicomanagementproces op basis van nieuwe ideeën / ervaringen/ geleerde lessen	Commitment to a continuing process of improvement of the system components	Geo	Bea	2006
	A receptiveness to new ideas and cultural integration with a culture that is open to change	Mat	Chinowsky	2007
	A desire to seek, initiate, improve, and generate new ideas and concepts	Mat	Chinowsky	2007
	A standardized risk management process is applied to all projects within the organization	Mat	Zou	2010
2.5 Uitwisseling van kennis naar toekomstige projecten wordt gefaciliteerd (bijvoorbeeld met behulp van goed georganiseerde databases)	The system components required to improve quality and reliability	Geo	Bea	2006
	Facilitating the exchange and management of knowledge;	Mat	Chinowsky	2007
	Knowledge sharing infrastructure	Mat	Chinowsky	2007
	A desire to seek, initiate, improve, and generate new ideas and concepts	Mat	Chinowsky	2007
2.6 Communicatie van risico's met de ontwerper is (vlak na gunning) een vast onderdeel van het risicomanagementproces (bijvoorbeeld in de vorm van risicosessies)	Creating an appropriate project management infrastructure, particularly for effective risk management communication.	Geo	Van Staveren	2009
	Up-front funding to facilitate initial risk management sessions with all parties involved.	Geo	Van Staveren	2009
	The results of the constructor's geotechnical risk management should be communicated to any specialist groundworks subcontractors or geotechnical designers that are subsequently employed on the project.	Geo	Clayton	2001
	Transparency and cooperation for sharing all risk management information between the parties involved in a project.	Geo	Van Staveren	2009
	The project team members, both from the municipality and externally hired experts, should develop some sort of governance sensitivity, for effectively communicating risks with the local government members of the municipality.	Geo	Van Staveren	2009
	Information on risks identified are processed, grouped and communicated to all project participants	Mat	Zou	2010
	Eliminating barriers to communication.	Mat	Chinowsky	2007
2.7 In elke projectfase worden de stappen van het risicomanagement proces minimaal één keer doorlopen	Cyclic risk management	Geo	Van Staveren	2006
	Applying cyclic and step-by-step project risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	Adding combined learning, selectionist, and reflective practice approaches to conventional risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	RM process cycle implementation	Mat	Zou	2010
	Risks identified is consistently revised and reevaluated throughout the project process	Mat	Jia	2012
	The contractor should review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction safer and more cost-effective.	Mat	Zou	2011
	Risks are consistently identified, analyzed, responded, and continuously monitored throughout the project life cycle.	Geo	Carllson	2005

Ervaring				
Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
3.1 Geotechnisch gekwalificeerd personeel (kan zowel intern als extern) is beschikbaar wanneer nodig	Expert teams, preferably with members from outside the firms and even outside the firms and even outside the company	Geo	Van Staveren	2006
	Professionals should be selected according to appropriate risk management competences.	Geo	Van Staveren	2009
3.2 De ervaring van de geotechnische professionals sluit aan bij de complexiteit van de projecten	Capabilities to address the human, organizational, knowledge uncertainties	Geo	Bea	2006
	RM experience and knowledgesummary and sharing	Mat	Jia	2012
	All project participants are capable of basic risk analysis skills such as qualitative or quantitative analysis	Mat	Zou	2010
3.3 Geotechnische professionals zijn in staat om projectmanagers te overtuigen van de ernst van geotechnische risico's	Capabilities to address the human, organizational, knowledge uncertainties	Geo	Bea	2006
	Expert teams, preferably with members from outside the firms and even outside the firms and even outside the company Blz. 103	Geo	Van Staveren	2006
	Leadership competences of the project manager for building commitment to apply risk management within the project organization.	Geo	Van Staveren	2009
	Explaining the uncertainty in (geotechnical) engineering, which needs to be explicitly managed, to decision makers.	Geo	Van Staveren	2009
3.4 Er zijn voldoende middelen (geld, tijd) beschikbaar om geotechnisch risicomanagement toe te passen	The contractor should allocate an adequate amount of personal and financial resources to work with the management of geotechnical risks.	Geo	Carlsson	2010
	reserve ample time and resources to train the players within the project with risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	Time	Mat	Chinowsky	2007
	Money	Mat	Chinowsky	2007
3.5 Alle projectmedewerkers zijn zich bewust van de risico's vanuit de ondergrond	clear recognition and understanding of the threats to quality and reliability;	Geo	Bea	2006
	Accept that there always will be geotechnical risks and uncertainties.	Geo	Carlsson	2005
	Establishing a proactive and risk aware culture within the project teams, by combining the best of the individual and the team approach, with due attention to the people factor.	Geo	Van Staveren	2006
	Before starting with risk management implementation, management should become risk aware.	Geo	Van Staveren	2009
	Creating continuous risk awareness, supported by risk analyses in all project phases.	Geo	Van Staveren	2009
	Acceptance that risks are a fact of live and can never be totally avoided.	Geo	Van Staveren	2009
	An effective project team, which accepts the existence of risks.	Geo	Van Staveren	2009
	Explaining the uncertainty in (geotechnical) engineering, which needs to be explicitly managed, to decision makers.	Geo	Van Staveren	2009

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
3.6 Er is een gestructureerd trainingsprogramma om kennis op het gebied van geotechnisch risicomanagement te behouden en verbeteren	Introducing integrated training programmes to improve knowledge, skills, and attitudes towards risk management.	Geo	Van Staveren	2009
	Intensifying education and training of risk and opportunity management.	Geo	Van Staveren	2009
	organise and motivate colleagues and provide them with the necessary skills to carry out the work competently	Geo	Clayton	2001
	RM knowledge, skills training	Mat	Jia	2012
	Seeing education as a value to both the individual and the organization;	Mat	Chinowsky	2007
	Developing a systematic approach to obtaining education and disseminating knowledge; and	Mat	Chinowsky	2007

Toepassing				
Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
4.1 De middelen (geld, tijd) t.b.v. geotechnische risicomanagement, toegewezen in projecten, staan in verhouding tot de beoordeelde ernst (perceptie) van de risico's	The contractor should allocate an adequate amount of personal and financial resources to work with the management of geotechnical risks.	Geo	Carlsson	2005
	Availability of sufficient resources: money, time, organization, information, communication.	Geo	Van Staveren	2009
	The risk management approach should be related to the size and the complexity of the project.	Geo	Van Staveren	2009
	Risk management should be focussed on realizing the project's targets, in order to select the appropriate practices and tools.	Geo	Van Staveren	2009
	To what extent are resources dedicated to projects in accordance to the severity of risk events identified	Mat	Zou	2010
	The results of risk analysis is used as a basis for resource allocation and distribution to projects	Mat	Zou	2010
4.2 Een gestandaardiseerd geotechnisch risicomanagement proces wordt toegepast in alle projecten van de organisatie	The contractor should establish method statements and working procedures to manage identified hazards and procedures which can identify and manage unexpected risks and hazards.	Geo	Carlsson	2005
	Applying a well-structured ground risk management approach, for instance by the proposed and proven GeoQ process	Geo	Van Staveren	2006
	Some sort of risk management protocol should be available and used, which prescribes risk management steps to be taken in each project phase.	Geo	Van Staveren	2006
	Risk management is widely accepted and practiced in all levels within the organization	Mat	Zou	2010
4.3 De geotechnisch risicobeheersmethodes die worden gebruikt zijn geschikt voor de projecten van de organisatie	Selective use of risk management tools: adequate techniques should be selected in each project phase in order to control, reduce or even eliminate the most critical ground-related project risks.	Geo	Van Staveren	2006
	Emphasise appropriate design techniques, e.g. systematic engineering design or conceptual design.	Geo	Carlsson	2005
	Applying a well-structured ground risk management approach, for instance by the proposed and proven GeoQ process	Geo	Van Staveren	2006
	Selective use of risk management tools: adequate techniques should be selected in each project phase in order to control, reduce or even eliminate the most critical ground-related project risks.	Geo	Van Staveren	2006
	Only selective use of appropriate risk management tools.	Geo	Van Staveren	2006
	To what extent is risk management tools and techniques integrated and used in projects	Mat	Zou	2010

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
4.4 Geotechnische risico's worden vroeg in het project geïdentificeerd	The contractor should start the risk management process as early as possible, i.e. during the tender or negotiating phase.	Geo	Carlsson	2005
	Allow a multipurpose and thorough investigation of the geotechnical conditions at the planning stage.	Geo	Carlsson	2005
	Start the identification of geotechnical hazards and initiating events in the early phases of all projects.	Geo	Carlsson	2005
	Start early within the project with risk management	Geo	Van Staveren	2006
	To maximise the financial benefits, GeoQ should start as early as possible in an construction project and be continued as long as possible, even including the maintenance phase during operation, after the construction	Geo	Van Staveren	2006
	Applying risk management in the early project phases, for instance for feasibility studies by scenario analysis.	Geo	Van Staveren	2009
	The constructor should start risk management as early as possible, during the tender or negotiation period. If a risk register is not received from the designer or client, the constructor should start one immediately.	Geo	Clayton	2001
	The risks associated with ground-related construction techniques, for example temporary works and foundation construction, should be assessed as soon as they become known.	Geo	Clayton	2001
	Geotechnical risk management is most effective, in terms both of reducing risks and of identifying opportunities, when it is started during pre-project planning.	Geo	Clayton	2001
4.5 Opbrengsten en kosten worden meegewogen in beslissingen m.b.t. geotechnische risicobeheersingsmaatregelen	geotechnical risks will be best managed when geotechnical engineers representing all the parties concerned are brought together as early as possible in the project.	Geo	Clayton	2001
	A culture to bring into balance the pressures of productivity and protection	Geo	Bea	2006
	A culture of financial and social, positive and negative, categories of incentives and metrics to help recognize the costs and benefits of investments to improve quality and reliability;	Geo	Bea	2006
	The efforts must make business sense.	Geo	Bea	2006
	Providing an awareness, at least qualitative and preferably more quantitative, of the cost of major risk events, as well as the cost of risk remediation measures and their management.	Geo	Van Staveren	2006
	Acknowledgement of short-term and long term benefits, which concern only financial, but also social and environmental aspects.	Geo	Van Staveren	2006
	Raising awareness about the economic and social benefits from risk reduction.	Geo	Van Staveren	2009
	Providing awareness about the costs and other (reputation) effects of major risk events.	Geo	Van Staveren	2009
	It should be clear how and when risk management adds to conventional good project management practices.	Geo	Van Staveren	2009
	Approaching risk management from a financial perspective, rather than from a civil engineering perspective, for increasing its acceptance.	Geo	Van Staveren	2009
	Value measurement	Mat	Chinowsky	2007
	RM value identification	Mat	Jia	2012

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
4.6 De gekozen beheersmaatregelen zijn daadwerkelijk uitgevoerd om de geïdentificeerde risico's te beheersen	After analyzing the analytical results of risks identified, it is used to aid in decision making for risk responses.	Mat	Zou	2010
	Risks are consistently identified, analyzed, responded, and continuously monitored throughout the project life cycle.	Mat	Zou	2011
	After a risk analysis, real action should be taken in order to manage, monitor, and report the analyzed risks during the project.	Geo	Van Staveren	2009
	Checking and balancing risk responses with the risk tolerances of the affected parties during the risk evaluation.	Geo	Van Staveren	2009
	Not accepting any concession to agreements made about the operation of risk management.	Geo	Van Staveren	2009
4.7 De terugkoppeling van geotechnische risico's is begrijpelijk gemaakt voor de projectdeelnemers	Creating an appropriate project management infrastructure, particularly for effective risk management communication.	Geo	Van Staveren	2009
	Up-front funding to facilitate initial risk management sessions with all parties involved.	Geo	Van Staveren	2009
	The results of the constructor's geotechnical risk management should be communicated to any specialist groundworks subcontractors or geotechnical designers that are subsequently employed on the project.	Geo	Clayton	2001
	Transparency and cooperation for sharing all risk management information between the parties involved in a project.	Geo	Van Staveren	2009
	The project team members, both from the municipality and externally hired experts, should develop some sort of governance sensitivity, for effectively communicating risks with the local government members of the municipality.	Geo	Van Staveren	2009
	Information on risks identified are processed, grouped and communicated to all project participants	Mat	Zou	2010
	Eliminating barriers to communication.	Mat	Chinowsky	2007
	To what extent is risk management information distributed and communicated to all project participants	Mat	Zou	2010
4.8 Geotechnische omstandigheden worden gemonitord tijdens het bouwproces	The flow of risk management information is passed on and communicated throughout the entire project life cycle	Mat	Zou	2011
	The contractor should as far as is practical and possible in relation to the contract, observe, monitor and record the actual geotechnical conditions and behaviour during the project execution.	Geo	Carlsson	2005
	Monitor and record the actual geotechnical conditions and behaviour during the project execution and review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction more cost-effective, e.g. by adopting the observational method.	Geo	Carlsson	2006
	After a risk analysis, real action should be taken in order to manage, monitor, and report the analyzed risks during the project.	Geo	Van Staveren	2009
	Ground conditions should be observed, monitored and recorded during construction. The results may be helpful in detecting construction defects, and should be made available to designers, to allow re-design if necessary.	Geo	Clayton	2001
	require measurement of the performance of the risk management procedures and investigation when things go wrong	Geo	Clayton	2001
	The results of observation and monitoring should be fed back to designers during construction, to ensure that defects are identified, methods of construction are changed where beneficial and re-design is carried out where necessary.	Geo	Clayton	2002

Vraag in de enquête	Karakteristiek uit de literatuur	Soort	Auteur	Jaartal
4.9 Aan het eind van een project worden projectevaluaties gebruikt om geleerde lessen te documenteren	The contactor should, together with all other actors involved in the project, reconsider the data collected during risk management in order to allow continuous improvement of the risk management process.	Geo	Carlsson	2005
	Monitor and record the actual geotechnical conditions and behaviour during the project execution and review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction more cost-effective, e.g. by adopting the observational method.	Geo	Carlsson	2005
	Learning of mistakes by project evaluations for increasing willingness to apply risk management.	Geo	Van Staveren	2006
	At the end of the project the data collected during risk management should be used to provide feedback on the effectiveness of the procedures used.	Geo	Clayton	2001
	introduce audit and review, in order to learn from experience.	mat	Chinowsky	2007
4.10 Tijdens het bouwproject is er te allen tijde voldoende gronddata beschikbaar om gefundeerde keuzes te maken	The contractor should review and supplement the risk register before the start of the execution regarding the planned construction methods and review the risk register regularly during construction.	Geo	Carlsson	2005
	Just in time availability of ground data	Geo	Van Staveren	2006
	Continuity in availability of ground data, during the entire construction process preferable by the use of database and risk registers	Geo	Van Staveren	2006
	The risk register should be updated regularly, particularly in the light of proposed temporary works and specialist construction techniques.	Geo	Clayton	2001

Bijlage 6 – Voorwaarden (geotechnisch) risicomanagement uit de literatuur

In deze bijlage worden de voorwaarden van (geotechnisch) risicomanagement opgesomd. Deze voorwaarden zijn gevonden in risicomanagement maturity modellen ontwikkeld voor de bouw en uit geotechnisch risicomanagement literatuur.

Voorwaarden uit de volgende artikelen:

Maturity modellen

1. Chinowsky (2007)
2. Zou (2010)
3. Jia et al. (2012)

Geotechnisch risicomanagement

1. Clayton (2001)
2. Bea (2006)
3. Carlsson (2005)
4. Van Staveren (2006)
5. Van Staveren (2009)

Maturity modellen

Chinowsky (2007)

Leadership

- Championing the integration of new knowledge into the organization.
- Encouraging experimentation.
- Taking proactive steps to achieve a shared vision.

Processes and infrastructure

- Facilitating the exchange and management of knowledge.
- Institutionalizing new knowledge through new processes.
- Transferring a resource commitment from executive management to implementation plans and proper organization design.

Education

- Seeing education as a value to both the individual and the organization.
- Developing a systematic approach to obtaining education and disseminating knowledge.
- Developing a structured approach to promoting education.

Culture

- A receptiveness to new ideas and cultural integration with a culture that is open to change.
- A desire to seek, initiate, improve, and generate new ideas and concepts.
- A belief that the individual is part of something larger and is pursuing goals that are greater than the individual.

Barriers Chinowsky

- Executive support
- Employee support
- Time
- Money
- Value measurement
- Knowledge sharing infrastructure

Zou (2010)

Management perspective

- Upper management actively takes part in risk activities, supports and encourages risk management.
- How often are the risk management capabilities assessments held within the organization.
- To what extent is risk management information distributed and communicated to all project participants Within the organization.
- To what extent is risk management tools and techniques integrated and used in projects.
- To what extent are resources dedicated to projects in accordance to the severity of risk events identified.

Organizational risk culture

- There is a build up of trust within the organization and project teams in relation to risk management.
- To what extent are team members taking risk ownerships during project implementation.
- Responsibilities for managing risks is distributed and carried out by all team members.
- To what extent was risk event openly communicated within the organization.
- Risk management is widely accepted and practiced in all levels within the organization.

Identifying risks

- Potential risks are identified each time for new projects.
- A systematic identification method is used to ensure major risks are identified.
- Information on risks identified are processed, grouped and communicated to all project participants.
- Risks identified is consistently revised and reevaluated throughout the project process.
- Actual risks found are compared against to initially identified risks.

Analyzing risks

- All project participants are capable of basic risk analysis skills such as qualitative or quantitative analysis.
- The likelihood of occurrence and magnitude of impacts of a risk is thoroughly assessed upon identification.
- Qualitative and/or quantitative risk analysis tools and applications are used to assess identified risks.
- After analyzing the analytical results of risks identified, it is used to aid in decision making for risk responses.
- The results of risk analysis is used as a basis for resource allocation and distribution to projects.

Standardized risk management process

- Risks are consistently identified, analyzed, responded, and continuously monitored throughout the project life cycle.

- The flow of risk management information is passed on and communicated throughout the entire project life cycle.
- Risk management process is woven into daily business processes of the organization.
- A standardized risk management process is applied to all projects within the organization.
- How often is risk management process reviewed to ensure the process is effective.

Jia et al. (2011)

Organization structure support

- RM organization establishment
- Organization regulations, RM support from system
- Support from senior managers

Stakeholders management

- Stakeholder identification and analysis
- Stakeholders coalition

Project set RM

- Risk coordination and balance of each project in the management process by managers
- RM combined with project management and portfolio management
- RM process cycle implementation

Risk cultural support

- RM knowledge, skills training
- RM value identification
- RM experience and knowledge summary and sharing

Geotechnisch risicomanagement

Clayton(2001)

Conditions aannemers

- The constructor's geotechnical risk management strategy should recognise the impact of the contractual framework within which the work is to take place.
- The constructor should start risk management as early as possible, during the tender or negotiation period. If a risk register is not received from the designer or client, the constructor should start one immediately.
- The risk register should be updated regularly, particularly in the light of proposed temporary works and specialist construction techniques.
- Wherever the constructor takes on design responsibility, a geotechnical design review should be carried out, to ensure that geotechnical risks have been effectively managed.
- The risks associated with ground-related construction techniques, for example temporary works and foundation construction, should be assessed as soon as they become known.
- The results of the constructor's geotechnical risk management should be communicated to any specialist groundworks subcontractors or geotechnical designers that are subsequently employed on the project.
- Ground conditions should be observed, monitored and recorded during construction.

- The results may be helpful in detecting construction defects, and should be made available to designers, to allow re-design if necessary.
- The results of observation and monitoring should be fed back to designers during construction, to ensure that defects are identified, methods of construction are changed where beneficial and re-design is carried out where necessary.
- At the end of the project the data collected during risk management should be used to provide feedback on the effectiveness of the procedures used.

Key steps

- Formulate policy and provide a written statement to inform staff.
- Organise and motivate colleagues and provide them with the necessary skills to carry out the work competently.
- Ensure that planning, procedures and measurable targets are set for risk reduction.
- Require measurement of the performance of the risk management procedures and investigation when things go wrong.
- Introduce audit and review, in order to learn from experience.

Overige conditions

- Geotechnical risk management is most effective, in terms both of reducing risks and of identifying opportunities, when it is started during pre-project planning.
- Geotechnical risks will be best managed when geotechnical engineers representing all the parties concerned are brought together as early as possible in the project.

Bea (2006)

- Congniance, clear recognition and understanding of the threats to quality and reliability.
- Capabilities, to address the human, organizational, knowledge uncertainties
- The system components required to improve quality and reliability.
- Commitment to a continuing process of improvement of the system components.
- Commitment develop desirable and acceptable quality and reliability.
- Culture to bring into balance the pressures of productivity and protection.
- Culture to realize trust and integrity.
- Counting, financial and social, positive and negative, categories of incentives and metrics to help recognize the costs and benefits of investments to improve quality and reliability.
- Counting, the efforts must make business sense.

Carlsson (2005)

Recommendations contractor

- The contractor should allocate an adequate amount of personal and financial resources to work with the management of geotechnical risks.
- The contractor should make the risk management work equally important as the other work activities.
- The contractor should start the risk management process as early as possible, i.e. during the tender or negotiating phase.
- The contractor should review and supplement the risk register before the start of the execution regarding the planned construction methods and review the risk register regularly during construction.

- The contractor should establish method statements and working procedures to manage identified hazards and procedures which can identify and manage unexpected risks and hazards.
- The contractor should as far as is practical and possible in relation to the contract, observe, monitor and record the actual geotechnical conditions and behaviour during the project execution.
- The contractor should review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction safer and more cost-effective.
- The contractor should, together with all other actors involved in the project, reconsider the data collected during risk management in order to allow continuous improvement of the risk management process.

Recommendations

- Accept that there always will be geotechnical risks and uncertainties.
- Use a top-down philosophy to focus on the problem at hand.
- Allow a multipurpose and thorough investigation of the geotechnical conditions at the planning stage.
- Introduce geotechnical risk factors into existing risk management systems.
- Start the identification of geotechnical hazards and initiating events in the early phases of all projects.
- Monitor and record the actual geotechnical conditions and behaviour during the project execution and review the geotechnical aspects of the design
- Emphasise appropriate design techniques, e.g. systematic engineering design or conceptual design.
- Collect data during the risk management process which at the end of the project should be used to provide feedback on the effectiveness of the procedures used.

Van Staveren (2006)

Peilers

- Cyclic risk management.
- Just in time availability of ground data.
- Continuity in availability of ground data, during the entire construction process preferable by the use of database and risk registers.

Recommendations

- Applying a well-structured ground risk management approach, for instance by the proposed and proven GeoQ process.
- Establishing a proactive and risk aware culture within the project teams, by combining the best of the individual and the team approach, with due attention to the people factor.
- Providing awareness, at least qualitative and preferably more quantitative, of the cost of major risk events, as well as the cost of risk remediation measures and their management.
- Selective use of risk management tools: adequate techniques should be selected in each project phase in order to control, reduce or even eliminate the most critical ground-related project risks.

Overige Keyconditions

- Risk communication within and between teams is at most importance.
- Expert teams, preferably with members from outside the firms and even outside the firms and even outside the company. Blz. 103

- They require (red. multidisciplinary teams) double loop learning as well, which is required for the integration and application of (ground) risk management principles in projects and organizations. Blz. 103
- Clients society and risk P.124: Sharing of perceptions and benefits is essential for successful cooperation with a minimum of conflicts.
- The Geo-Q risk management process p. 151-152: If there is not sufficient support in all ranks of the project hierarchy, it unfortunately will be most unlikely to catch the full GeoQ potential, ..
- GeoQ in the feasibility phase 168-169: Facilitate risk identification at an early stage, reveal opportunities as well Risk based decision making.
- GeoQ in the contracting phase p.243-244, Willingness to allocate each identified and classified ground-related risk to one of the parties involved is a key factor during contracting.
- People factor is considered to be the key success factor for cost-effective and efficient operation of ground risk management.
- Acknowledgement of short-term and long term benefits, which concern only financial, but also social and environmental aspects.
- To maximise the financial benefits, GeoQ should start as early as possible in a construction project and be continued as long as possible, even including the maintenance phase during operation, after the construction.
- These project teams need a proactive risk culture, with continuing attention to people aspects, such as organizational processes, behaviour, culture and real participation of all involved employees.
- We need both approaches, individualism and collectivism, for cost-effective and efficient risk management in today's increasingly globalizing world.

Van Staveren (2009)

Key practices own work

- Generating willingness of all project stakeholders for making foreseeable risk transparent.
- Checking and balancing risk responses with the risk tolerances of the affected parties during the risk evaluation.
- Appointing a risk coordinator, who coordinates the risk management process.
- Start early within the project with risk management.
- Reserve ample time and resources to train the players within the project with risk management.
- Not accepting any concession to agreements made about the operation of risk management.
- Dedication and patience during implementing risk management.
- Individual dedication and willingness by risk-driven change agents for convincing project stakeholders about the risk management need and benefits.
- Blending individualism of individuals and collectivism in teams.
- Only selective use of appropriate risk management tools.

Additional conditions

- Providing an appropriate organizational culture.
- Blending risk management with innovation management for delivering value.
- Explaining the uncertainty in (geotechnical) engineering, which needs to be explicitly managed, to decision makers.
- Raising awareness about the economic and social benefits from risk reduction.
- Generating stakeholder participation, already in the early project phases.
- Combining risk structuring and risk analysis methods.
- Considering all risk remediation strategies for project-specific risk management.
- Applying cyclic and step-by-step project risk management.

- Providing awareness about the costs and other (reputation) effects of major risk events.
- Adding combined learning, selectionist, and reflective practice approaches to conventional risk management.
- Adopting the concept of organizational mindfulness.
- Creating an appropriate project management infrastructure, particularly for effective risk management communication.
- Setting clear risk management goals and objectives.
- Widening the risk management scope beyond solely financial risks.
- Extending towards joint risk management between the project parties.
- Applying relational contracting by balancing between hard and technical factors and soft and relational factors, including setting appropriate contract conditions.
- Introducing integrated training programmes to improve knowledge, skills, and attitudes towards risk management.
- Combining performance scores and bid prices in awarding contracts for supporting joint risk management.
- Up-front funding to facilitate initial risk management sessions with all parties involved.

Key conditions practise

- A shared risk management definition within the project team.
- Acceptance that risks are a fact of life and can never be totally avoided.
- Availability of sufficient resources: money, time, organization, information, communication.
- An effective project team, which accepts the existence of risks.
- Professionals should be selected according to appropriate risk management competences.
- Everyone involved in the project should be committed to a project-driven way of working.
- There should be trust between the involved professionals, before risk management implementation starts.
- Before starting with risk management implementation, management should become risk aware.
- Risk management methodologies and tools should naturally fit within the existing work processes, which requires differentiation of methodologies and tools.
- In the early phase of the project, it should become clear and communicated which risks are the responsibility of which party.
- After a risk analysis, real action should be taken in order to manage, monitor, and report the analyzed risks during the project.
- The risk management approach should be related to the size and the complexity of the project.
- The project team members, both from the municipality and externally hired experts, should develop some sort of governance sensitivity, for effectively communicating risks with the local government members of the municipality.
- Some sort of risk management protocol should be available and used, which prescribes risk management steps to be taken in each project phase.
- The anticipated benefits of applying risk management should be clearly communicated.
- Risk management should be focussed on realizing the project's targets, in order to select the appropriate practices and tools.
- Risk management application should be as practical as possible and aligned with the ruling work processes.
- Widening risk management to opportunity management, which has a more positive meaning that may increase the willingness to apply risk management.
- Learning of mistakes by project evaluations for increasing willingness to apply risk management.
- Leadership competences of the project manager for building commitment to apply risk management within the project organization.
- Exchanging tools and checklists for learning from each other.

- A multilevel approach during risk management implementation.
- Participation of external stakeholders, such as shop owners, within the risk management process.
- Applying risk management in the early project phases, for instance for feasibility studies by scenario analysis.
- It should be clear when risk analyses are required within the project.
- It should be clear how and when risk management adds to conventional good project management practices.
- Regulations should allow a variety of risk management responses, by different methodologies and tools, for fitting the specific risk management context.
- Transparency and cooperation for sharing all risk management information between the parties involved in a project.
- Specific tools for facilitating risk communication.
- Active participation of project owners for increasing the application of risk management.
- Intensifying education and training of risk and opportunity management.
- Approaching risk management from a financial perspective, rather than from a civil engineering perspective, for increasing its acceptance.
- Creating transparency about the risk responsibilities within the involved organizations.
- Creating continuous risk awareness, supported by risk analyses, in all project phases.

Bijlage 7 – Voorwaarden risicomanagement niet gedekt door BRM3

Het BRM3 is vergeleken met de literatuur. De voorwaarden niet werden gedekt door het BRM3 zijn weergegeven in deze bijlage. De voorwaarden zijn gesorteerd per auteur. De auteurs zijn hieronder weergegeven.

- Bea (2006)
- Carlsson (2005)
- Van Staveren (2006)
- Van Staveren (2009)
- Overige conditions

- Chinowsky (2007)
- Zou (2010)
- Jia (2013)

Bea (2006)

- Develop desirable and acceptable quality and reliability.
- To bring into balance the pressures of productivity and protection financial and social, positive and negative, categories of incentives and metrics to help recognize the costs and benefits of investments to improve quality and reliability.

Carlsson (2005)

- The contractor should make the risk management work equally important as the other work activities.
- The contractor should start the risk management process as early as possible, i.e. during the tender or negotiating phase.
- The contractor should review and supplement the risk register before the start of the execution regarding the planned construction methods and review the risk register regularly during construction.
- The contractor should review the geotechnical aspects of the design and identify opportunities where re-design could make construction safer and more cost-effective.
- Accept that there always will be geotechnical risks and uncertainties.
- Use a top-down philosophy to focus on the problem at hand.
- Allow a multipurpose and thorough investigation of the geotechnical conditions at the planning stage.
- Start the identification of geotechnical hazards and initiating events in the early phases of all projects.

Van Staveren (2006)

- They require (red. multidisciplinary teams) double loop learning as well, which is required for the integration and application of (ground) risk management principles in projects and organizations.
- Facilitate risk identification at an early stage, reveal opportunities as well

- Risk based decision making.
- People factor is considered to be the key succes factor for cost-effective and efficient operation of ground risk management.
- Acknowledgement of short-term and long term benefits, which concern only financial, but also social and environmental aspects.
- To maximise the financial benefits, GeoQ should start as early as possible in an construction project and be continued as long as possible, even including the maintenance phase during operation, after the construction.
- We need both approaches, individualism and collectivism, for cost-effective and efficient risk management in todays's increasingly globalizing world.

Van Staveren (2009)

- Generating willingness of all project stakeholders for making foreseeable risk transparent.
- Appointing a risk coordinator, who coordinates the risk management process.
- Start early within the project with risk management
- Not accepting any concession to agreements made about the operation of risk management.
- Dedication and patience during implementing risk management.
- Individual dedication and willingness by risk-driven change agents for convincing project stakeholders about the risk management need and benefits.
- Blending individualism of individuals and collectivism in teams.
- Providing an appropriate organizational culture.
- Blending risk management with innovation management for delivering value.
- Explaining the uncertainty in (geotechnical) engineering, which needs to be explicitly managed, to decision makers.
- Raising awareness about the economic and social benefits from risk reduction.
- Combining risk structuring and risk analysis methods.
- Considering all risk remediation strategies for project-specific risk management.
- Applying cyclic and step-by-step project risk management.
- Providing awareness about the costs and other (reputation) effects of major risk events.
- Adding combined learning, selectionist, and reflective practice approaches to conventional risk management.
- Adopting the concept of organizational mindfulness.
- Creating an appropriate project management infrastructure, particularly for effective risk management communication.
- Widening the risk management scope beyond solely financial risks.
- Applying relational contracting by balancing between hard and technical factors and soft and relational factors, including setting appropriate contract conditions.
- A shared risk management definition within the project team.
- Acceptance that risks are a fact of live and can never be totally avoided.
- An effective project team, which accepts the existence of risks.
- Everyone involved in the project should be committed to a project-driven way of working.
- The project team members, both from the municipality and externally hired experts, should develop some sort of governance sensitivity, for effectively communicating risks with the local government members of the municipality.
- The anticipated benefits of applying risk management should be clearly communicated.
- Widening risk management to opportunity management, which has a more positive meaning that may increase the willingness to apply risk management.
- Exchanging tools and checklists for learning from each other.

- A multilevel approach during risk management implementation.
- Applying risk management in the early project phases, for instance for feasibility studies by scenario analysis.
- It should be clear when risk analyses are required within the project.
- It should be clear how and when risk management adds to conventional good project management practices.
- Transparency and cooperation for sharing all risk management information between the parties involved in a project.
- Specific tools for facilitating risk communication.
- Active participation of project owners for increasing the application of risk management.
- Approaching risk management from a financial perspective, rather than from a civil engineering perspective, for increasing its acceptance.
- The constructor's geotechnical risk management strategy should recognise the impact of the contractual framework within which the work is to take place.
- The constructor should start risk management as early as possible, during the tender or negotiation period. If a risk register is not received from the designer or client, the constructor should start one immediately.
- The risk register should be updated regularly, particularly in the light of proposed temporary works and specialist construction techniques.
- Wherever the constructor takes on design responsibility, a geotechnical design review should be carried out, to ensure that geotechnical risks have been effectively managed.
- The risks associated with ground-related construction techniques, for example temporary works and foundation construction, should be assessed as soon as they become known.
- The results of the constructor's geotechnical risk management should be communicated to any specialist groundworks subcontractors or geotechnical designers that are subsequently employed on the project.
- Ensure that planning, procedures and measurable targets are set for risk reduction.
- Geotechnical risk management is most effective, in terms both of reducing risks and of identifying opportunities, when it is started during pre-project planning.
- geotechnical risks will be best managed when geotechnical engineers representing all the parties concerned are brought together as early as possible in the project.

Chinowsky (2007)

- Institutionalizing new knowledge through new processes.
- Transferring a resource commitment from executive management to implementation plans and proper organization design.
- Supporting the establishment and continuation of COPs.
- Eliminating of barriers to communication.
- Developing a systematic approach to obtaining education and disseminating knowledge.
- A belief that the individual is part of something larger and is pursuing goals that are greater than the individual.
- Employee support
- Value measurement

Zou (2010)

- How often are the risk management capabilities assessments held within the organization.
- To what extent are team members taking risk ownerships during project implementation.
- Responsibilities for managing risks is distributed and carried out by all team members.

- Potential risks are identified each time for new projects.
- A systematic identification method is used to ensure major risks are identified.
- Information on risks identified are processed, grouped and communicated to all project participants.
- Risks identified is consistently revised and reevaluated throughout the project process.
- Actual risks found are compared against to initially identified risks.
- The likelihood of occurrence and magnitude of impacts of a risk is thoroughly assessed upon identification.
- Qualitative and/or quantitative risk analysis tools and applications are used to assess identified risks.

Jia (2013)

- Stakeholder identification and analysis.
- Risk coordination and balance of each project in the management process by managers.
- RM combined with project management and portfolio management.
- RM process cycle implementation.
- RM value identification

Bijlage 8 – Stappen om een niveau hoger te komen.

In deze bijlage zijn de stappen beschreven moeten die genomen moeten worden om op een hoger maturityniveau te komen op het gebied van geotechnisch risicomanagement. Deze stappen zijn opgesteld met behulp van de artikelen van RMRDPC (2002) en IACCM (2003).

Van niveau 1 naar niveau 2

De stap van niveau 1 naar niveau 2 is de moeilijkste stap. Alle risicomanagementprocedures en activiteiten moeten nog ontplooid worden. De organisatie is zich niet bewust van het belang van risicomanagement.

- Formuleer doelen voor risicomanagementimplementatie.
- Breng bruikbare risicomanagementprocessen binnen bereik van de werknemers.
- Verkrijg advies en steun van externe experts die een verleden hebben in het steunen van organisaties bij in het implementeren van risicomanagement. Organisaties moeten er op voorbereid zijn dat ze een generieke oplossing moeten accepteren die niet overeenkomt met de vereisten van het bedrijf.
- Identificeer specifiek personeel als pioniers van het model.
- Stel een prototypeteam samen waarin specifiek geselecteerde personeel deelneemt.
- Zorg voor adequate training en steun voor het prototypeteam, hier horen de noodzakelijke risicovaardigheden en technieken bij.
- Zorg voor bewust-wordings-bijeenkomsten om de visie van het risicomanagement te verkopen. De potentiële opbrengsten van risicomanagement moetent voor de hele organisatie duidelijk gemaakt worden.
- Zorg voor steun in de organisatie door de nominatie van een seniormanager die het implementatieproces promoot.
- Benoem proeftoepassingen voor risicomanagement, selecteer deze zorgvuldig om de kansen op slagen te maximaliseren.
- Publiceer en vier successen. Porbeer een momentum te creëren in de implementatie van het risicomanagementproces. Stimuleer implementatie van risiciomanagement bij andere projecten en moedig individuen aan om risicomanagement op hun vakgebied toe te passen. Dit heeft tot doel dat succes zichtbaarder worden in de organisatie.
- Plan voor de lange termijn, wetend dat effectieve implementatie van risicomanagement niet van de ene op de andere dag gebeurt.
- Bereken de kosten voor implementatie en zorg voor toewijding voor de benodigde middelen voor de start van het project.
- Bouw effectieve controle van het proces in, met breekpunten zodat het proces gemonitord en beoordeeld kan worden op sleutelmomenten. Verzamel meetgegevens en bewaar deze.
- Overweeg het ontwikkelen van eigen risicoprocedures.
- Gebruik een risico-informatie database.

Van niveau 2 naar niveau 3

De stap van niveau 2 naar niveau 3 zorgt voor meer consistentie in de organisatie. Dit kan een dure stap zijn, dus er moet intern bepaald worden of er behoefte is aan deze ontwikkeling.

Er kunnen barrières ontstaan bij de implementatie van risicomanagement.

- Het formeel risicomanagementproces kan niet volledig organisatiebreed zijn ingevoerd, dit zorgt voor inconsistentie in de toepassing en resultaten.
- De afhankelijkheid van enkele deskundigen binnen de organisatie kan de effectiviteit limiteren van het risicoproces en kan negatieve invloed hebben op bestaande projecten die werken met risicomanagement. Dit kan ook een negatieve invloed hebben op toekomstige projecten die risicomanagement willen implementeren.
- Gebrek aan steun voor het implementeren van risicomanagement binnen de organisatie kan leiden tot desillusie en laag moraal.
- Het limiteren van het promoten van risicomanagement door alleen enthousiastelingen kan de geloofwaardigheid van risicoproces ondermijnen.
- Deels of inconsequent toepassen van risicomanagementprocessen zal waarschijnlijk niet zorgen voor nuttige resultaten die de voordelen van risicomanagement aantonen. Er zullen daardoor geen resultaten geboekt worden die laten zien wat je met risicomanagement kan bereiken. Dit zorgt voor een gebrek aan geloofwaardigheid en toewijding om risicomanagement formeel te implementeren.
- Slecht gebruik van risicobedoordelingsinstrumenten en risicoinformatiedatabases.
- Het gebrek aan benchmarkingprocessen om de voortgang van de bekwaamheid van de organisatie te meten.

Deze barrières kunnen overwonnen worden door de volgende maatregelen:

- Zorg voor zichtbare steun van het seniormanagement voor de individuen en teams die risicomanagement proberen in te voeren.
- Zorg voor training om expertise en proceskennis in huis te krijgen.
- Gebruik externe kennis wanneer nodig om de vaardigheden die je in huis hebt aan te vullen. Externe consultants kunnen ook ingezet worden om risicomanagement te implementeren in nieuwe of moeilijke delen van het organisatie.
- Gebruik kennis die aanwezig is in andere delen van de organisatie.
- Zorg voor de aanstelling van geschikt personeel en zorg voor budget voor training, risico beoordelingsinstrumenten en risicomanagementactiviteiten.
- Selecteer projecten binnen de hele organisatie die de opbrengsten van risicomanagement kunnen aantonen.
- Blijf succes publiceren en vieren. Moedig bredere toepassing van risicomanagement aan in andere delen van het bedrijf als de opbrengsten van risicomanagement aangetoond zijn
- Zorg voor kansen voor werknemers om risicomanagementcursussen te volgen en conferences en workshops bij te wonen.
- Formaliseer het gekozen risicomanagementproces, met een duidelijke definitie van de omvang en de doelen van het project.
- Bereik overeenstemming over procedures en geselecteerde risicomanagementtools
- Ontwerp en vaardig het beleid voor risicomanagement uit.
- Sta er op dat projectmanagers risicomanagement gebruiken als deel van hun routine
- Neem regelmatige risicorapportage op als een belangrijk deel van de managementbeoordelingen.

- Houd statistieken bij van het risicoproces, de kosten van risicoreductie en identificeer generieke effectieve reacties, en de kosten van risicoreductie.
- Houd checklistbij voor risico-identificaties en beoordelingsprocessen.

Van niveau 3 naar niveau 4

Risicomanagement is op niveau drie vaak al voldoende ingebed voor de activiteiten van een organisatie. Bij niveau vier wordt het identificeren, beoordelen en managen van risico's een tweede natuur. Risicomanagement is dan ingebed in elk proces van het bedrijf.

De volgende barrières kunnen optreden om op niveau 3 te blijven of naar niveau 4 te groeien kunnen optreden.

- Het verliezen van momentum van de implementatie van risicomanagement kan ervoor zorgen dat standaarden voor risicomanagement komen te vervallen. Dit kan ten kosten gaan van de geloofwaardigheid van de effectiviteit van het risicomanagementproces. Het proces kan in dat geval meer gezien gaan worden als een tijdelijke managementhype.
- Er kan gefaald worden in het bijhouden van de risicomanagementontwikkelingen, waardoor risicomanagement processen achterhaald raken.
- Het uitblijven van nieuwe investeringen kan zorgen voor afname van geschiktheid van personeel en methodes. Tools raken in dit geval verouderd en technieken vervangen en de vaardigheden van het personeel worden niet gehandhaafd.
- Het ontwikkelen van kennis intern kan resulteren in een gevoel dat risicomanagement gezien moet worden als een specialistische discipline die overgelaten moet worden aan experts. Dit kan bijdragen aan het verliezen van toewijding en eigendom van het probleem bij anderen.

Deze barrières kunnen op de volgende manier worden opgelost:

- Zorg dat er effectief geleerd wordt van ervaring.
- Zorg dat het risicomanagementproces regelmatig beoordeeld wordt.
- Verbeter het risicomanagementproces waar mogelijk door het investeren in nieuwe tools, nieuwe methodes en trainingen zijn.
- Onderzoek nieuwe toepassingen van risicomanagementprocessen buiten de processen die al bestaan. Zoek nieuwe methodes en pas verbeterd risicomanagement toe op elke activiteit binnen de organisatie.
- Ontwikkel een risicomanagementcultuur, moedig personeel aan om 'risicominded' te worden, wees bewust van onzekerheid en gebruik risicomanagementtechnieken om potentiële bedreigingen te identificeren en kansen te benutten. Ontwikkel "risicodenken" in de organisatiecultuur. Wees bewust van de mogelijke variatie in houdingen tegenover risicomanagement.
- Zorg dat omgang met risico's een vast criterium is bij beslissingen
- Identificeer verslapping van de aandacht voor risicomanagement. Zorg voor regelmatige herlanceringen van het proces. Vier succes, publiceer verbeteringen, publiceer verbeterde maatregelen.
- Zorg dat werknemers deelnemen aan risicotrainingen om de vaardigheden op peil te houden

- Overweeg externe expertise om de toepassing van risicomanagement in nieuwe onderdelen van de organisatie te implementeren, en momentum te creëren om voortgang te continueren.

Handhaven niveau 4

- Zorg voor toewijding van het seniormanagement. Verander van promotor van risicomanagement van tijd tot tijd om nieuwe ideeën en impulsen te geven aan de organisatie.
- Gebruik controletechnieken om de toepassing van risicomanagement op het vereiste niveau te houden.
- Neem verantwoordelijkheid voor het competitieve element (zien van kansen) van risicomanagement dat resulteert uit proactief risicomanagement.
- Blijf investeren in het verbeteren van risicoprocessen, tools, technieken persoonlijke vaardigheden.
- Blijf klanten en leveranciers betrekken in het proces.