

Welke meerwaarde biedt de GeoQ-methode



Een onderzoek naar de door GeoDelft ontwikkelde GeoQ -methode voor risicomangement van de ondergrond.

Welke meerwaarde biedt de GeoQ-methode

**Een onderzoek naar de door GeoDelft ontwikkelde GeoQ -methode
voor risicomanagement van de ondergrond.**

- Universiteit Twente -

- Faculteit Construerende Technische Wetenschappen –

- Vincent Weisscher -

Enschede,
Universiteit Twente
Civil Engineering & Management

Oktober 2006

Colofon

Universiteit Twente

Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Vakgroep Bouw/ Infra
Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede
www.cit.utwente.nl



Eerste begeleider: Prof. dr. ir. J. (Joop) I.M. Halman, Professor in Innovation Processes
Tweede begeleider: Dr. S. (Saad) H. Al-Jibouri, Associated Professor

GeoDelft

Stieltjesweg 2
2628 CK Delft
www.GeoDelft.nl



dagelijks begeleider: Ir. P. (Paul) P.T. Litjens, Algemene aansturing / bewaking activiteiten
GeoQ

Auteur

Ing. V. (Vincent) J.T. Weisscher
Campuslaan 55-101
7522 NK Enschede
v.j.t.weisscher@student.utwente.nl

Samenvatting

Welke meerwaarde biedt de GeoQ-methode

Het onderzoek richt zich op het bepalen van de meerwaarde van de door GeoDelft ontwikkelde GeoQ-methode. De meerwaarde zal aan de ene kant bepaald worden voor de geotechnisch adviseur en aan de andere kant voor het bouwproces als geheel. De GeoQ-methode is een risico gestuurde projectaanpak met als doel bodemgerelateerde risico's beter beheersbaar te maken op een gestructureerde manier. Het onderzoek wordt uitgevoerd bij GeoDelft, een kenniscentrum op het gebied van grondmechanica, funderingstechniek en geo-ecologie. De diensten die GeoDelft levert lopen uiteen van institutioneel beleidsadviseur tot geotechnisch specialist, en van strategisch adviseur en R&D-specialist tot calamiteitenmanager.

Het onderzoek is in twee delen opgesplitst, het eerste deel bestaat uit een toetsing van de GeoQ-methode aan het theoretisch kader. In het tweede deel is aan de hand van drie projectcases onderzocht wat de meerwaarde is van het gebruik van de methode ten opzicht van de huidige werkwijze die wordt toegepast in de projecten.

Het theoretisch kader bestaat uit een literatuuronderzoek naar risico en risicomanagement. Het onderzoek heeft geresulteerd in de formulering van functionele en gebruikerseisen die gesteld kunnen worden aan een risicomanagementmethode. Deze eisen zijn vervolgens gebruikt om de GeoQ-methode aan te toetsen. De GeoQ-methode is een risicomanagementmethode welke speciaal is ontwikkeld om tijdens alle bouwprojectfase inzicht te verkrijgen in geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's welke het eindresultaat negatief kunnen beïnvloeden. Daarbij maakt GeoQ gebruik van een zes-stappenplan. Analooq aan wat gebruikelijk is binnen het werkgebied van risicomanagement is achtereenvolgens sprake van het identificeren van risico's, het kwantificeren van risico's, het vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen en het evalueren van het resulterende risicoprofiel. Door het toevoegen van de processtappen, gegevensverzameling en overdracht naar de volgende fase wordt de beoogde transparantie en duidelijkheid in risicotoedeling binnen het GeoQ-proces expliciet gemaakt. Afhankelijk van de fase waarin het project zich bevindt kunnen bij het uitvoeren van de telkens terugkerende stappen die onderdeel uitmaken van GeoQ specifieke hulpmiddelen ingezet worden.

In het tweede deel van het onderzoek is de meerwaarde van de GeoQ-methode bepaald aan de hand van de bestudering van drie projectcases. De eerste twee projectcases zijn projecten die eerder al zijn uitgevoerd en die nu aan de hand van de GeoQ-stappen nogmaals worden doorlopen in een simulatie. In de derde projectcase wordt een project geanalyseerd, dat op basis van risico gestuurd ontwerpen tot stand is gekomen waarin alle GeoQ-stappen te herkennen zijn.

Bij de eerste twee projectcases kon een vergelijking worden gemaakt tussen de uitkomsten van het project zoals het onder de huidige werkwijze uitgevoerd is en de uitkomsten zoals die zouden kunnen zijn na het toepassen van GeoQ binnen het project. Bij de derde projectcase is vooral gekeken naar de uitvoerbaarheid van het project. Daarnaast zijn de geïdentificeerde risico's en effectiviteit van de voorgestelde beheersmaatregelen vergeleken met de werkelijk optredende risico's tijdens de uitoefening.

Op basis van de onderzochte projectcases zijn de volgende conclusies getrokken. Het gebruik van de methode voor de projecten van GeoDelft zal er toe leiden dat meer risico's worden geïdentificeerd en gerapporteerd. Bij het uitvoeren van projecten zonder GeoQ blijven risico's vaak hangen tussen de bevinding en de werkelijke rapportage. De GeoQ-methode waarborgt een duidelijke expliciete afweging van toe te passen beheersmaatregelen waarin oog is voor zowel technische als niet technische aspecten. Tevens zal het inzetten van de methode leiden tot een gestructureerde manier van werken en aanpak van de projecten. Het gebruik van een risicodossier, waarin alle risico's

beschreven worden, zal aan de ene kant zorgen voor een bewustwording van de risico's bij de opdrachtgever en aan de andere kant kan het dienen als risicochecklist voor volgende soortelijke opdrachten.

De externe meerwaarde van het gebruik van de GeoQ-methode kan gevonden worden dat er eerder in het bouwproces rekening wordt gehouden met risico's en dit zal ook tot gevolg hebben dat er meer vanuit risico's wordt ontworpen. Daarnaast zal er meer duidelijkheid bestaan over wie verantwoordelijkheid draagt voor bepaalde risico's. Door het opstellen van risicodossier gaat er minder informatie verloren tijdens het project.

Naast de conclusies die getrokken zijn, zijn er ook een aantal aanbevelingen gedaan. De aanbevelingen zijn op te splitsen in aanbevelingen om de methode te verbeteren en aanbevelingen om voorwaarde te scheppen om de methode te gebruiken binnen GeoDelft en binnen het bouwproces. Tijdens de bestudering van de projectcases is naar voren gekomen dat het gebruik van risico checklisten een meerwaarde voor het uitvoeren van de methode kan hebben. De effectiviteit van de risico-identificatie zal hierdoor vergroot worden en minder informatie zal verloren gaan. Het inschatten van risico's bleek erg moeilijk, het is aan te bevelen om op dit punt meer ervaring op te doen.

Om er voor te zorgen dat de GeoQ-methode ook voor het bouwproces als geheel meerwaarde biedt zal gestreefd moeten worden naar transparantie in het bouwproces. Ook is het van belang dat de opdrachtgevers het risicomanagement tijdens de hele projectduur doorzetten. Vaak is GeoDelft niet bij alle fasen van het bouwproces betrokken, het is van belang dat ook als GeoDelft niet of niet meer betrokken is bij het project, het risicomanagement voort wordt gezet.

Summary

What is the added value of using the GeoQ method in geotechnical related projects?

As part of my master thesis I have conducted a research to the added value of the use of GeoQ as a civil engineering risk management approach. GeoQ has been developed by GeoDelft and is especially designed for managing risks from geotechnical nature. The added value will be determined both for the geotechnical engineer and for the civil and environmental construction sector as a whole. The investigation is conducted at GeoDelft, a knowledge centre in the fields of ground mechanics, foundation technique and geo-ecology. The services which GeoDelft provides diverge from institutional policy consultant to geotechnical specialist and from strategic consultant and R&D-specialist to calamity manager.

The research has been divided into two parts. The first part consists of a verification of the GeoQ method to the theoretical framework. The theoretical framework consists of a literature survey to risk and risk management. The second part consists of determining the added value by means of the examination of three case studies. The added value is determined by comparing the results of a project process with and without the use of GeoQ.

As mentioned, the theoretical framework exists from a literature survey to risk and risk management. The research has resulted in the formulation of functional and user demands on which a risk management method must comply with. The demands have been used to evaluate the GeoQ process. The GeoQ process has been developed especially for getting insight in risk of geotechnical, geo-hydrological and geo-ecological nature during all construction phases which can influence the result of the project negatively.

The GeoQ process for ground-related risk management uses a cycle of six steps. The first step, gathering project information, provides clarity about the project objectives and creates insight into the risk tolerance of the project's stakeholders. Bases on this information, risks are successively identified and classified by steps two and three. Step four involves taking risk remediation measures, after risk structuring and careful analysis of the causes and effects of the major risks of concern. Then follows risk evaluation of the remaining or residual risks, by GeoQ step five. Finally, in step six all the risk information of the previous steps is stored in a risk register and mobilized to the next phase of the project.

In the second part of the research, the added value is determined by examining three case studies. The first two case studies consist of projects that were performed without GeoQ. In a simulation, done by the GeoQ-team, these projects were performed with the use of GeoQ. This approach made it possible to compare the project proceedings with and without the use of GeoQ. In the third case study, a project has been examined, that has been conducted on the basis of a risk driven design approach in which all the six GeoQ steps can be recognised. The chosen project has already been performed by the time the examination took place. Because of this, it was possible to examine the effectiveness of the proposed measures and also can be looked at if the method is performable.

The results of the examinations lead to the following conclusions. The use of the GeoQ process in the projects of GeoDelft will result in identifying and reporting of more risks, which can harm the project objectives. In today's practice risks will be identified on a non structured way and voluntarily by the geotechnical engineer. Ultimately a few of the identified risks will be reported. The GeoQ method aims for an explicit consideration of technical and non-technical criteria as to decide which possible remediation measures will be taken. Also the use of this method will lead to a structured project approach. The risk

report, which is written at the last step of the GeoQ process, is a document for the client in which all the risks, remediation measures and responsibilities are described. Also this document can be used in new construction projects as a risk checklist.

The added value, by using the GeoQ method in the construction industry as a whole, can be found is as follows. Geotechnical risks will be identified early in the construction process which will result in an early adoption of remediation measures in the design. Also there will be more clearance about the responsibilities in regard to the identified risks. The use of the risk reports makes sure that project information is not lost while carrying out the project.

The recommendations that arise from the conclusion are divided in recommendations for improving the GeoQ process and recommendations for the use within GeoDelft and the construction industry as a whole. During the examination of the project cases it was noticed that the use of risk checklists with in the GeoQ process will lead to a better performance of the GeoQ process. The effectiveness of the risk identification step will be greater and less information will be lost. The classification of the risks has been reported difficult and it is recommended to gain experience on this issue.

For using the GeoQ method and gaining the full potential of the added value in the construction industry it will be important that the building process is transparent. Also the client must be aware of the importance that risk management is used during the whole project process. It appears that GeoDelft is often involved in only one of the building project phases, even when GeoDelft is not anymore involved, risk management must be applied to the project.

Woord vooraf

Voor u ligt het eindrapport waarmee ik de studie Civiele Techniek aan de Universiteit Twente afrond. Iets meer dan vier jaar terug kwam ik hier in Twente studeren na de opleiding Civiele Techniek aan de Haagse Hogeschool te hebben afgerond. Ik heb hier met veel plezier aan deze universiteit gestudeerd en nu is de tijd aangebroken om een nieuwe levensfase in te gaan. Natuurlijk was er naast het studeren ook tijd om te genieten van het studentenleven en mij zelf te ontwikkelen. Het mede besturen van Studievereniging ConcepT heeft hier een belangrijke bijdrage aan geleverd, maar ook mijn huisgenoten hebben hier hun steentje aan bijgedragen.

Na negen maanden van onderzoek, eerst in de literatuur en later bij GeoDelft, is het mij gelukt om deze laatste hindernis tot een goed einde te brengen. Hierbij wil ik GeoDelft bedanken voor het vertrouwen dat ze mij hebben gegeven om dit onderzoek te kunnen uitvoeren bij hun. Uit de reacties van het GeoQ-teamleden heb ik begrepen dat dit rapport een goede bijdrage levert in de verdere ontwikkeling en implementatie van de GeoQ-methode. Ik wil graag alle betrokken medewerkers van GeoDelft bedanken die een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek, maar in het bijzonder Paul Litjens (mijn dagelijkse begeleider) en Martin van Staveren (de initiator van de afstudeeropdracht).

Graag wil ik nog een aantal mensen persoonlijk bedanken. Allereerst mijn ouders, zonder hun steun had ik dit niet kunnen volbrengen. Mijn broertje Alexander voor de gastvrijheid en de slaapplek in Rotterdam. Ook wil ik graag mijn begeleiders vanuit de Universiteit, Joop Halman en Saad Al-Jibouri, van harte bedanken voor hun inspiratie, gedeelde kennis en begeleiding. Verder wil ik de leden van het opgerichte Risicoplatform bedanken voor het delen van hun inzichten op het gebied van risicomangement en ik hoop dat er nog een mooie publicatie volgt. Dan rest mij alleen nog de mensen te bedanken die op enige manier hebben bijgedragen aan het tot stand komen van dit rapport. Heel erg bedankt allemaal!

Ik wens u veel leesplezier.

Vincent Weisscher
Oktober 2006

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Verkenning projectkader	1
1.2	Organisatie.....	3
1.3	Opbouw van de organisatie	4
1.4	Het Delta instituut	5
1.5	Leeswijzer	6
2	Het onderzoeksontwerp	7
2.1	Onderzoekskader en doelstelling	7
2.2	Onderzoeksmodel.....	7
2.3	Onderzoeksvraag	10
2.4	Afbakening	11
2.5	Onderzoeksstrategie	11
3	Onderzoeksoptiek.....	12
3.1	Risico.....	12
3.2	Projectrisico's.....	15
3.3	Besluitvorming in risicomanagement.....	19
3.4	Definitie project risicomanagement.....	24
3.5	Risicoverdeling in het bouwproces.....	30
3.6	Risico's in de geotechniek.....	31
3.7	Risicomanagement methode in het bouwproces in Nederland.....	33
3.8	Uitgangspunten voor een risicomanagementmethode.....	34
4	De GeoQ-methode	36
4.1	Het ontstaan van GeoQ.....	36
4.2	De GeoQ risicomanagement procedure	36
4.3	GeoQ binnen het bouwproces.....	43
4.4	Conclusie	44
5	Toetsing GeoQ aan de bevindingen in de literatuur.....	45
5.1	GeoQ toetsing.....	45
5.2	GeoQ vergeleken met RISMAN.....	48
5.3	Conclusie	50
6	Criteria voor de beoordeling van projectcases.....	52
6.1	Selectie gevalstudies.....	52
6.2	Aanpak vergelijkende analyse.....	53
7	Projectcase 1	55
7.1	Projectbeschrijving	55
7.2	Projectgegevens.....	56
7.3	Project verloop (1A proces)	56
7.4	Beschrijving GeoQ-proces (proces 1B)	59
7.5	Analyse projectcase 1	62

8	Projectcase 2	65
8.1	Projectbeschrijving	65
8.2	Projectgegevens.....	66
8.3	Projectverloop (proces 2A)	67
8.4	Beschrijving GeoQ-proces (proces 2B)	69
8.5	Analyse projectcase 2	72
9	Projectcase 3	75
9.1	Project beschrijving	75
9.2	Beschrijving GeoQ-proces.....	76
9.3	Analyse projectverloop.....	79
10	Analyse en discussie	82
10.1	Analyse van het gebruik van de GeoQ-methode.....	82
10.2	Cross case analyse	83
10.3	Reflectie en mening van het GeoQ team.	86
10.4	Discussie.....	86
11	Conclusies en aanbevelingen	88
11.1	Conclusies	88
11.2	Aanbevelingen	89
12	Literatuur bronnen	91

Lijst met bijlage

Bijlage 1	Risicomanagementcycli	94
Bijlage 2	GeoQ-methode	95
Bijlage 3	Concept handboek GeoQ	96
Bijlage 4	Kwantificering van risico's	103
Bijlage 5	GeoQ tools	106
Bijlage 6	De RISMAN-methode	112
Bijlage 7	HDD-methode	115
Bijlage 8	Technische termen dijkontwerp	117
Bijlage 9	Dijk varianten	118
Bijlage 10	Geïdentificeerde risico's projectcase 2	119
Bijlage 11	De gevoeligheidsanalyse	120
Bijlage 12	Enquête	126

Lijst met figuren

Figuur 1.1 Organisatie opbouw.....	5
Figuur 2.1 Onderzoeksmodel.....	8
Figuur 3.1 Risico als een keten [Halman, 1994].....	13
Figuur 3.2 Risico als statisch keuzeprobleem of dynamische interactie [Halman, 1994]	13
Figuur 3.3 Risico matrix [Wang en Roush 1993]	16
Figuur 3.4 3D risicomatrix [Charette, 1989]	17
Figuur 3.5 Kansverdeling van een risico [Chapman, 2006]	18
Figuur 3.6 Matrix met risico vlakken [Chapman, 2006]	18
Figuur 3.7 Reconceptualized model of the determinants of risk behaviour [Stitkin en Pablo, 1992] ..	21
Figuur 3.8 Risicomanagementcyclus.....	25
Figuur 3.9 Risicoïdentificatie [Flanagan en Norman 1993].....	26
Figuur 3.10 Mogelijke beheersmaatregelen [Halman, 1994].....	28
Figuur 3.11 Verplaatsing risico in risicomatrix door het toepassen van een beheersmaatregel	29
Figuur 3.12 Risico allocatie proces [Bing et al., 2005].....	31
Figuur 4.1 Projectfasen volgens het GeoQ-concept [van Staveren, 2006]	37
Figuur 4.3 Van project informatie naar project risico tolerantie [van Staveren, 2006].....	38
Figuur 4.4 Klasse verdeling van risico's aan de hand van een matrix	40
Figuur 4.5 Risicomatrix, reduceren risico's.....	41
Figuur 4.6 Schematisch weergegeven risicoprofiel	42
Figuur 6.1 Processchema	53
Figuur 7.1 Overzicht gasleiding Workum Medemblik [Google Earth 2005].....	55
Figuur 7.2 Uitkomst GeoBrain.....	61
Figuur 8.1 Overzicht maatregelen Hondsbroeksche Pleij	65
Figuur 9.1 Kruising boortunnel met de spoorlijn Rotterdam - Gouda	75
Figuur 9.2 Overzicht maatregelen [Korff, 2003].....	78

Lijst met tabellen

Tabel 4.1 Opbouw van de GeoQ-methode met beschikbare tools voor de verschillende fase binnen het proces.	44
Tabel 5.1 Vergelijking RISMAN-methode met GeoQ-methode.....	50
Tabel 7.1 Vergelijking geïdentificeerde risico's voor projectcase 1	62
Tabel 8.1 Vergelijking geïdentificeerde risico's voor projectcase 2.....	72
Tabel 10.1 Cross case analyse.....	84

1 Inleiding

Projectkader en het instituut GeoDelft

In dit hoofdstuk wordt het projectkader geschetst (paragraaf 1.1). Daarna volgt een beschrijving van het instituut GeoDelft waar ik mijn afstudeer onderzoek heb uitgevoerd (paragraaf 1.2) met een beschrijving van de organisatie (paragraaf 1.3). Over een aantal jaar zal GeoDelft onderdeel uitmaken van het nieuw te vormen Delta instituut, hier wordt in paragraaf 1.4 op ingegaan. Tot slot van dit hoofdstuk wordt de opbouw van dit rapport toegelicht in paragraaf 1.5.

1.1 Verkenning projectkader

De Universiteit Twente is een onderzoekstraject aan het opstarten op het gebied van risicomanagement bij infrastructurele projecten. Het project is een samenwerkingsproject tussen GeoDelft en de Afdeling Construction Management & Engineering van de faculteit Construerende Technische Wetenschappen aan de Universiteit Twente. GeoDelft heeft het GeoQ-methode ontwikkeld om geotechnische, geohydrologische en geoëcologische risico's beheersbaar te maken. De GeoQ-methode vormt een verdieping op de RISMAN-methode dat is ontwikkeld door Rijkswaterstaat en Twijnstra Gudde. De RISMAN methodiek beoogt inzicht te geven in de belangrijkste en grootste risico's die het projectresultaat kunnen beïnvloeden en welke maatregelen het meest in aanmerking komen om de risico's te beheersen.

In het kader van het opzetten van een onderzoekstraject is er een platform risicomanagement opgezet binnen de vakgroep Construction Management & Engineering waarbinnen vier afstudeerders bij verschillende bedrijven een onderzoek doen op het gebied van risicomanagement. De uitkomsten van de onderzoeken kunnen een basis vormen voor het toekomstige onderzoekstraject. Het onderzoeksresultaat zal een concretisering en verbetering van de RISMAN-methode voor infra projecten binnen de GWW sector zijn. De doelstellingen zijn als volgt:

- De potentiële voorzienbare risico's op systematische wijze te identificeren;
- De geïdentificeerde potentiële projectrisico's te onderscheiden naar de mate van risico en type;
- Het besluitvormingsproces ten aanzien van de gediagnosticeerde projectrisico's adequaat te ondersteunen, resulterend in passende beheersmaatregelen voor de onderscheiden en relevante risico's;
- De projectrisico's, die deel zullen uitmaken van een project tijdens het projectverloop, adequaat te kunnen volgen waarbij de genomen beheersmaatregelen periodiek worden geëvalueerd en zonodig worden aangepast.

Binnen het onderzoekstraject richt de Universiteit Twente zich voornamelijk op het bouwproces en richt GeoDelft zich op een verdieping van de te ontwikkelen methode voor risicomanagement van de ondergrond. Deze methode voor verdieping dient bij voorkeur ook toegepast te kunnen worden binnen andere specifieke disciplines van het totale bouwproces, zoals het ontwerp en de uitvoering van bovengrondse (beton)constructies.

1.1.1 De GeoQ-methode

GeoDelft heeft de GeoQ-methode ontwikkeld met als doel bodemgerelateerde risico's beter beheersbaar te maken. Door het toepassen van GeoQ wordt het voor direct betrokken partijen van een bouwproces (opdrachtgevers, aannemers en ontwerpers) mogelijk om gedurende alle fasen van het proces inzicht te krijgen in de met de ondergrond samenhangende risico's. Op basis van een cyclisch proces van gestructureerde inventarisatie, classificatie/kwantificering kan telkens een afweging gemaakt worden over

getroffen en/of zonnodig nog toe te passen beheersmaatregelen. GeoDelft heeft de methode ontwikkeld met de ambitie om vanuit de geotechniek het totale bouwproces te verbeteren en te vernieuwen. De ontwikkeling van GeoQ is gestart vanuit de gedachte dat momenteel een aanzienlijk deel van ongewenste gebeurtenissen tijdens ontwerp, aanleg en beheer van bouwprojecten voortkomt uit het niet (tijdig) onderkennen van onzekerheden vanuit de ondergrond. Het GeoQ-proces wordt gezien als onderdeel van het risicomanagement proces dat bij projecten wordt uitgevoerd, er kan over een verdieping gesproken worden die zich specifiek op de ondergrond richt.

Sinds de introductie van GeoQ in 2001 hebben diverse activiteiten vanuit en onder de term GeoQ plaatsgevonden. De activiteiten hebben vanuit twee verschillende invalshoeken plaatsgevonden. Enerzijds gaat het hierbij om onderzoek & ontwikkeling binnen de BF/DF-thema's¹, anderzijds zijn er ook een aantal projecten onder de term GeoQ aangeboden en ook daadwerkelijk tot uitvoering gekomen. De projecten waar GeoQ tot nu toe is of wordt ingezet zijn:

- Aanleg N242 nabij Alkmaar;
- Almelo Verdiept;
- Tweede Coentunnel & West-Randweg;
- Verbreding A2 Everdingen – Empel;
- Spoorzone Delft.

1.1.2 Projectkader

GeoQ is een methode om de risico's in een bouwproces die met de ondergrond te maken hebben te identificeren en te beheersen en is ontwikkeld door GeoDelft. Het is in algemene termen nog onvoldoende duidelijk wat de meerwaarde van de methode is, waardoor deze nog niet volledig in wordt gezet. Dit wordt ook onderkend door GeoDelft zelf. In die context is er een team binnen GeoDelft opgericht. De startnotities van het team zijn voor een deel de basis voor deze onderzoeksopzet, later zal hier dieper op in worden gegaan.

De inzet van de GeoQ-methode kan worden verdeeld over twee groepen gebruikers. Ten eerste moet de methode binnen GeoDelft door de geotechnische adviseurs geadopteerd worden als een gangbare methode om projecten, die daar geschikt voor zijn, mee op te pakken. Ten tweede is het een product dat in de markt gezet kan worden om het bouwproces te verbeteren en ook gebruikt kan worden door andere partijen binnen het bouwproces.

Een belangrijk deel van de vernieuwing die GeoQ beoogt, is het expliciet maken van afwegingen die vaak impliciet plaatsvinden binnen projecten. Met andere woorden, afwegingen die projectleiders en geotechnisch adviseurs voor zich zelf maken op basis van ervaring en kennis worden toegankelijker gemaakt voor een grotere groep mensen waardoor er waarschijnlijk een betere afweging wordt gemaakt. De reactie van ervaren adviseurs is vaak dat zij voldoende kennis hebben om zelf een juiste afweging te maken en dat inzet en of gebruik van GeoQ geen enkele verandering betekent ten opzichte van de manier waarop het werk binnen projecten nu al plaatsvindt. Met deze stelling wordt GeoQ inhoudsloos en lijkt geen 'winst' op te leveren bij uitvoering van de dagelijkse werkzaamheden van een geotechnisch adviseur. Dit vormt een belangrijke belemmering voor verdere ontwikkelingen.

Binnen GeoDelft is een team opgericht dat zich het volgende ten doel heeft gesteld.

Doel van het GeoQ/GeoRisk-team is te komen tot een succesvolle implementatie van risicogestuurd werken binnen het werkproces van geotechnische adviseurs. Hiertoe is het vergroten van het draagvlak voor GeoQ / GeoRisk binnen projecten noodzakelijk, zowel op institutioneel (management) als operationeel niveau. Dit kan door het scheppen van randvoorwaarden / middelen om te komen tot een succesvolle implementatie van GeoQ/GeoRisk in het werkproces. Gewenste eindsituatie is hierbij dat onzekerheden vanuit de ondergrond hiermee worden er- en herkend door alle betrokken partijen binnen het bouwproces.
[Startnotitie GeoQ-GeoRisk; oktober 2005]

¹ BF/DF staat voor basis- en doelfinancieringen; dit is een subsidie verleend aan GeoDelft vanuit overheidswege voor kennisontwikkeling op specifieke thema's binnen de GWW sector.

De activiteiten die hieruit voortvloeien zijn onder andere het formuleren van een heldere definitie en positionering van GeoQ als proces en het vaststellen op welke manier GeoQ leidt tot meerwaarde in een project. Door het formuleren van een heldere definitie en het inzichtelijk maken van de meerwaarde probeert men een breder draagvlak binnen het bouwproces voor deze methodiek te krijgen.

1.2 Organisatie

Al sinds 1934 loopt GeoDelft volgens eigen zeggen internationaal voorop in het onderzoek naar het gedrag van slappe grond (zand, klei en veen), het construeren in en met grond, en het beheersen van de geo-ecologische gevolgen. GeoDelft is daarin niet alleen bezig met onderzoek, maar ook wordt GeoDelft vaak betrokken om marktpartijen en overheid te ondersteunen in het beantwoorden van geotechnische vraagstukken. [GeoDelft, 2006]

1.2.1 De rol van GeoDelft

GeoDelft is een kenniscentrum op het gebied van grondmechanica, funderingstechniek en geo-ecologie en is aangemerkt als een Groot Technologisch Instituut² (GTI). De diensten die GeoDelft levert lopen uiteen van institutioneel beleidsadviseur tot geotechnisch specialist, en van strategisch adviseur en R&D-specialist tot calamiteitenmanager. In de verschillende diensten die GeoDelft aanbiedt kunnen vier hoofdterreinen onderscheiden worden.

Kennisverspreider

Als nationaal kennisinstituut is GeoDelft de centrale kennisverspreider op het gebied van geotechnische kennis. GeoDelft verspreidt de kennis op twee manieren. Een daarvan is Delft GeoSystems³, een software pakket dat rekenmodellen bevat en een kennis- en ervaringsdatabank op het gebied van de geotechniek. Daarnaast verspreidt GeoDelft kennis door middel van de Delft GeoAcademy waar cursussen worden aangeboden op het gebied van de geotechniek.

Adviseur

Voor opdrachtgevers als Rijkswaterstaat, provincies, gemeenten en de industrie treedt GeoDelft op als strategisch adviseur. In nauwe samenwerking, al dan niet in de vorm van detachering, worden de geotechnische projectrisico's adequaat afgedekt in alle projectfasen van ontwerp tot beheer. Hulpmiddelen zijn het door GeoDelft ontwikkelde Geotechnisch BasisRapport (GBR) en het concept van Flexibele EmissieBeheersing (FEB). Het GBR is

² Een Groot Technologisch Instituut (GTI) heeft als primaire taak het slaan van een brug tussen fundamenteel wetenschappelijk onderzoek en advies aan de praktijk.

³ Overzicht van het door GeoDelft ontwikkeld software pakket Delft GeoSystems:

- MSheet: Ontwerp van damwanden en CUR-verificatie
- MFoundation: Ontwerp van strook- en paalfunderingen.
- MPile: Analyse van paalgroepen
- MGeobase: Centrale projectomgeving met database en CPT interpretatie en batch-engine.
- MSettle: Tijdsafhankelijke zettingen met zakbak opties.
- MStab: Stabiliteit van grondlichamen en opdrijfmodel.
- MDrill: Ontwerp van gestuurde boringen
- MSeep: Stationaire grondwaterstroming met pipingmodel
- MWell: Tijdsafhankelijke stroming bij bemaling.
- Watex: Eenvoudige tool voor tijdsafhankelijke waterdrukken
- GEF-Plottool: Plotten, wijzigingen, invoeren en digitaliseren van sonderingen en boringen in GEF formaat.
- DG>Plume: Snel en efficiënt verontreinigingspluimen berekenen.
- DG>Sitescreen: Eerste risico-inschatting met gemeten concentraties.
- ZSteen: Dimensionering en toetsing van dijkbekledingen.

overgenomen door de CUR/CROW en is tegenwoordig bekend onder de naam RV-G (RisikoVerdeling Geotechniek).

Het kwaliteitsborgingconcept GeoQ staat daarbij centraal. In deze rol functioneert GeoDelft als back-office, dat specialistische ondersteuning geeft aan de geotechnische adviseurs van de aannemers en ingenieursbureaus. Delft GeoSystems is hierbij een belangrijk gereedschap. Verwant aan de rol van adviseur is de adviesrol voor geotechnische vraagstukken, bij second opinions en arbitrages.

Onafhankelijk deskundige

Voor zowel het bedrijfsleven als de overheid vervult GeoDelft de rol van onafhankelijk deskundige bij beleidsvraagstukken waar grondmechanica, funderingstechniek en geoëcologie een rol spelen. Zowel de vertaling van beleid in praktische uitvoering, als de introductie van nieuwe kennis in beleidsontwikkeling, zijn daarbij aan de orde.

Uitvoerder en facilitator van R&D

Voor de gehele bouwwereld is GeoDelft uitvoerder en facilitator van R&D-activiteiten op het terrein van de geotechniek. GeoDelft is specialist in het uitvoeren van geïnstrumenteerde veldmetingen en simulaties van het gedrag van grond en van processen in de grond en beschikt daartoe over unieke meet- en beproevingsfaciliteiten, waaronder de geo-centrifuge. Onderzoeksprogramma's worden geïnitieerd op basis van vragen die leven in de markt. De Innovatiecyclus, die de spiraal van theorievorming naar veldverificatie en fysische modelproeven en tenslotte bijstelling van de theorie beschrijft, is de rode draad in de onderzoeksprogrammering.

1.2.2 Risicomanagement binnen GeoDelft

Steeds weer blijken de eigenschappen van de ondergrond onzekerheden met zich mee te brengen die voor risico's kunnen zorgen bij bouw- en saneringsprojecten, blijkt uit dagelijkse praktijk. Beheersing van die risico's staat centraal in de activiteiten van GeoDelft. De interne organisatie is zo ingericht dat het snel kan inspelen op vragen uit de markt. GeoDelft is een instituut dat veel te maken heeft met het inschatten en omgaan met risico's. Er zijn verschillende tools ontwikkeld en in ontwikkeling binnen GeoDelft, die bij moeten bijdragen aan het beter kunnen inschatten van die risico's. Om dit gestructureerd te laten plaatsvinden is de GeoQ-methode ontwikkeld. De methode is ingericht als een risicomanagement proces. Daarmee moet GeoQ ook een bijdrage leveren aan de kwaliteitsborging binnen een project. GeoQ helpt te bepalen welke geotechnische informatie (data, berekeningsresultaten) in welke fase van het project nodig is voor een succesvol project, gegeven het afgesproken risico- en kwaliteitsprofiel tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Succes kan worden gemeten in de succesfactoren tijd, geld, kwaliteit en imago. De GeoQ-methode wordt echter nog niet binnen het hele bedrijf en op ieder project toegepast. Dit kan meerdere oorzaken hebben. Hier zal later dieper op in worden gegaan.

1.3 Opbouw van de organisatie

GeoDelft is een netwerkorganisatie en de interne structuur van de organisatie is hierop aangepast. Intern is GeoDelft zo georganiseerd dat er flexibel op de buitenwereld gereageerd kan worden. Binnen GeoDelft zijn verschillende teams te onderscheiden, marktteams en interne teams. In figuur 1.1 is de organisatie schematisch weergegeven. [GeoDelft, 2006]

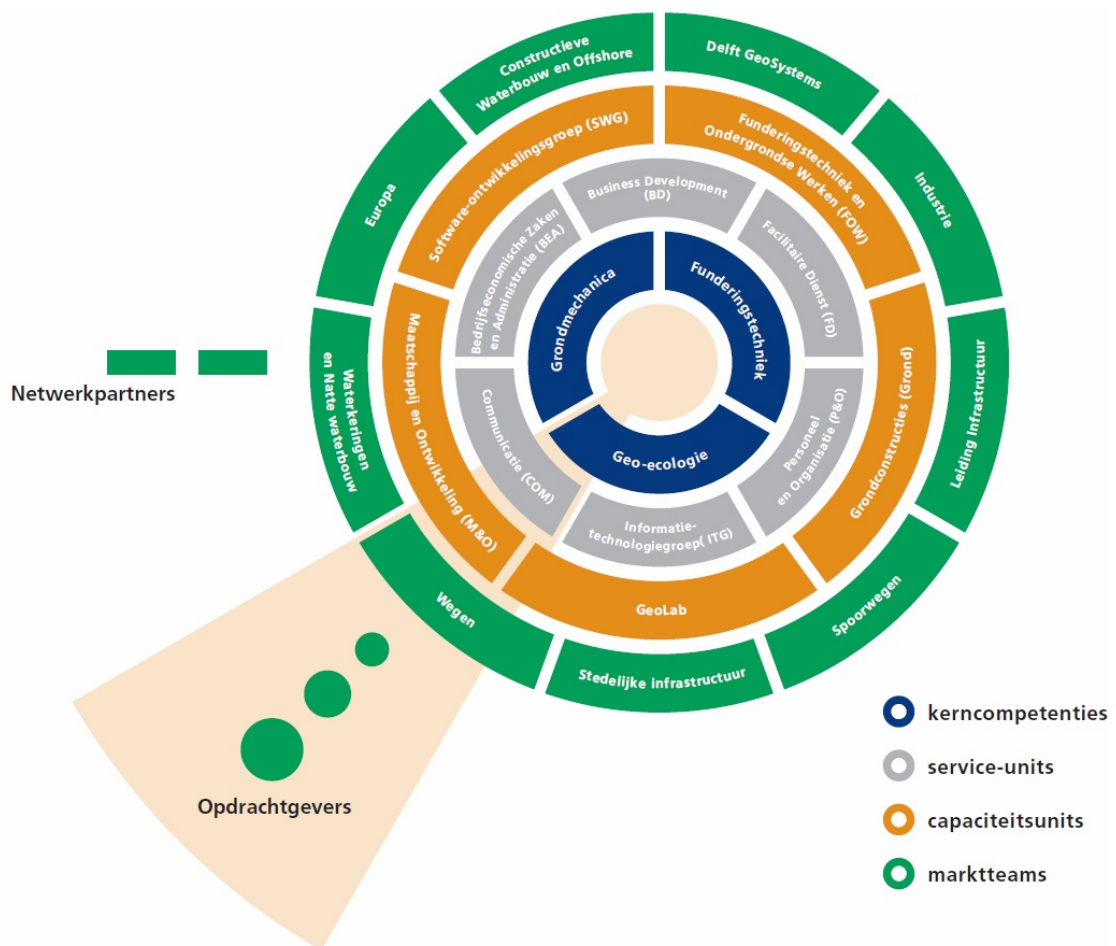
1.3.1 Marktteams

Eén van de zichtbare gevolgen van het werken in een netwerkorganisatie is dat er wordt gewerkt met marktteams binnen de organisatie. Deze marktteams integreren verschillende disciplines in de richting van specifieke marktgebieden en spelen een belangrijke rol bij de programmering van de R&D-agenda. Naast marktteams kent GeoDelft verder markt units en service units. De markt units, die zijn ingedeeld naar kerncompetenties van GeoDelft, omvatten: Funderingstechniek en Ondergrondse Werken, Grondconstructies, een Software-

ontwikkelingsgroep, Maatschappij en ontwikkeling en de unit GeoLab. De service units ondersteunen de markt units en bestaan uit: Personeel en Organisatie, Communicatie, een Informatietechnologiegroep, Bedrijfseconomische zaken en Administratie, Business Development en de facilitaire Dienst. De huidige indeling in marktteams, markt units en service units is weergegeven in een organogram, zie figuur 1.1.

1.3.2 Overige teams

Daarnaast wordt er binnen de organisatie hard gewerkt aan het neerzetten van allerlei kennisteam, klantstrategieteam en profileringsteam. Kennisteam zijn er om de kennis zo goed mogelijk te ontwikkelen en te verspreiden. Klantstrategieteam zijn in het leven geroepen voor een zo goed mogelijk contact met de klanten. Profileringsteam bewaken het gewenste imago dat GeoDelft nastreeft als Groot Technologisch Instituut.



Figuur 1.1 Organisatie opbouw

1.4 Het Delta instituut

GeoDelft als instituut staat op het punt om een grote verandering door te maken. In 2004 heeft het Kabinet op advies van de Ad hoc Commissie "Brugfunctie TNO en GTI's" (Commissie-Wijffels) besloten tot de vorming van een Delta-instituut, waarvan GeoDelft en WL | Delft Hydraulics de harde kern zullen vormen. Ook worden de relevante taken van TNO en de Specialistische Diensten van het ministerie van V&W betrokken bij het Delta Instituut. Het Delta-instituut moet een internationaal toonaangevend instituut worden met kennis op het terrein van waterbeheer en bouwen in deltagebieden. Het instituut gaat zich onder meer richten op integraal waterbeheer, waterveiligheid, waterbouw en het beheer en onderhoud van waterbouwkundige werken, grondwater, bodembeheer, geologie, benutting

van de ondiepe ondergrond en ruimtelijke inpassing van infrastructuur en waterwerken. Het Delta-instituut zal naar verwachting op 1 januari 2007 operationeel zijn.

De vorming van een kennis- en innovatiecentrum voor deltavraagstukken is, volgens het Kabinet, van groot belang om de kwetsbare en overstromingsgevoelige Nederlandse delta duurzaam bewoonbaar te houden. Het Delta-instituut gaat diensten leveren aan zowel overheid als bedrijfsleven en moet de in Nederland beschikbare kennis bundelen en versterken zodat innovatieve oplossingen worden gevonden om de gevolgen van klimaatverandering, zoals zeespiegelstijging en extremere neerslag, aan te pakken. Daarnaast zal het instituut een belangrijke rol moeten gaan spelen in het internationaal ontsluiten van de Nederlandse kennis op het gebied van waterbeheer.

Het Delta-instituut wordt een nieuwe, zelfstandige organisatie in de vorm van een stichting, waarin specialistische diensten van Rijkswaterstaat, WL Delft Hydraulics, GeoDelft en delen van TNO zijn opgenomen. De personele omvang van het Delta-instituut zal in de startfase 700 tot 800 fte bedragen. Het instituut wordt gevestigd in Delft en Utrecht. Hierdoor blijven de relaties met Universiteit van Utrecht en de Technische Universiteit van Delft bestaan.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het onderzoeksontwerp beschreven en toegelicht. Dit is in een onderzoeksmodel weergegeven waarna de onderzoeksvragen de basis vormen voor de volgende hoofdstukken. Hierbij kan het afstudeeronderzoek in twee delen worden opgesplitst.

Het eerste deel staat in het teken van een vergelijking tussen de GeoQ-methode en de bevinding over risicomanagement in de literatuur. Hierin zal hoofdstuk 3 in het teken staan van de onderzoeksoptiek en daarmee wordt de theoretische basis gelegd voor dit onderzoek. Dit zal leiden tot een conclusie waarin beschreven wordt wat de voordelen zijn van het toepassen van risicomanagement binnen een project ten opzichte van een project uitgevoerd zonder risicomanagement. In hoofdstuk 3 wordt de GeoQ-methode beschreven zoals die op dit moment binnen GeoDelft wordt gebruikt, waarna in hoofdstuk 4 verschillende tools worden beschreven die gebruikt kunnen worden binnen het GeoQ proces. In hoofdstuk 5 wordt een analyse gemaakt van de verschillen tussen de GeoQ-methode en de bevindingen over risicomanagement in de literatuur.

Het tweede deel van het onderzoek zal in het teken staan van het bepalen van de meerwaarde van het toepassen van GeoQ ten opzichte van de huidige werkwijze. Dit zal gedaan worden door middel van een analyse van drie casestudies. In hoofdstuk 6 worden de criteria beschreven aan de hand waarvan de casestudies geanalyseerd zullen worden. De hoofdstukken 7 tot en met 9 zullen de casestudies worden uitgewerkt en geanalyseerd. In hoofdstuk 10 volgt een cross case analyse met discussie. In hoofdstuk 11 volgt de conclusie en aanbevelingen.

2 Het onderzoeksontwerp

Doelstelling, onderzoeksmodel en onderzoeksvragen

Het conceptueel ontwerp van het onderzoek vormt de basis voor het uit te voeren onderzoek. Het conceptueel ontwerp zal onder andere worden opgezet aan de hand van Verschuren en Doorewaard [2005]. In dit hoofdstuk komen het onderzoekskader en de doelstelling aan de orde (paragraaf 2.1), daarna een schematische weergave van het onderzoeksmodel (paragraaf 2.2) met tot slot de onderzoeksvraag (paragraaf 2.3), de afbakening van het onderzoek (paragraaf 2.4) en de onderzoeksstrategie (paragraaf 2.5).

2.1 Onderzoekskader en doelstelling

Binnen het onderzoekskader wordt een korte probleemschets gegeven waaruit de doelstelling geformuleerd wordt.

2.1.1 Probleemschets

Ondanks dat GeoQ in een aantal projecten is toegepast, wordt het concept nog onvoldoende gebruikt bij het uitvoeren van de huidige projecten. Dit kan verschillende oorzaken hebben. GeoDelft geeft in haar eigen analyse aan, dat de herkenbaarheid van het concept de mogelijke oorzaak hiervan is. Er kunnen ook andere problemen zijn die dit veroorzaken. Naast herkenbaarheid kunnen er ook interface problemen bestaan. Hiermee wordt bedoeld dat het concept, door medewerkers, als moeilijk inpasbaar wordt gezien of het sluit onvoldoende aan bij de omgeving waarin de projecten worden uitgevoerd. Daarnaast zou ook het gevoel bestaan dat bij gebruik van de methode de uitvoering van de werkzaamheden minder efficiënt zou verlopen. Dit neemt niet weg dat de uiteindelijke prestatie en resultaten best beter kunnen zijn. Om het draagvlak voor de GeoQ-methode te vergroten is het van belang de meerwaarde van het concept ten opzichte van de huidige werkwijze te bepalen.

2.1.2 Doelstelling

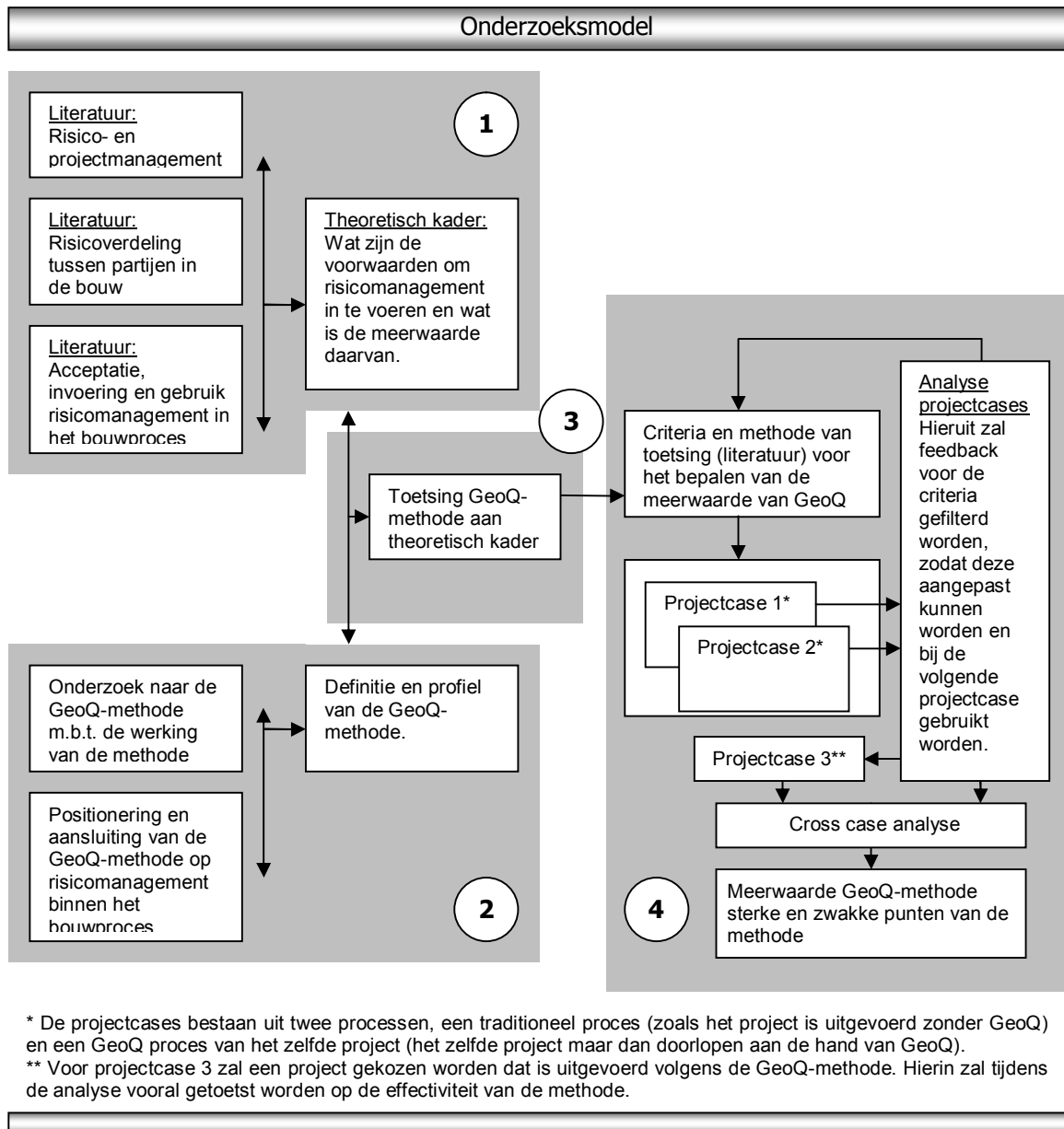
Als onderdeel van het herkenbaar maken van GeoQ als concept moet duidelijk gemaakt worden wat de voordelen zijn om het concept toe te passen ten opzichte van de huidige werkwijze. Het doel van het onderzoek is het bepalen van de meerwaarde van GeoQ aan de hand van een aantal reeds uitgevoerde projecten. De uitkomst zal bijdragen aan het verduidelijken van de sterke en zwakke punten van GeoQ. Het onderzoek zal in 6 maanden afgerond moeten zijn. De uitkomst van het onderzoek kan bijdragen aan het vergroten van draagvlak voor de GeoQ-methode, bijvoorbeeld door het formuleren van tools die een basis vormen voor de (verdere) implementatie, verbetering en ontwikkeling van GeoQ binnen het werkproces van de geotechnische adviseurs.

2.2 Onderzoeksmodel

Het onderzoeksmodel bestaat uit een aantal onderzoeksobjecten waarop een onderzoeksoptiek wordt toegepast. Het onderzoek wordt verdeeld in twee op elkaar aansluitende delen. Het eerste deel is een literatuurstudie naar risicomanagement waarbinnen de GeoQ-methode wordt getoetst aan het theoretisch kader. Hierop volgt een meervoudige gevalsstudie om aan de hand van projecten de meerwaarde van GeoQ te bepalen. De meervoudige gevalsstudie wordt ingericht zoals beschreven door Hutjes en van Buren [1992].

In een meervoudige gevalsstudie is bij aanvang van het onderzoek de keuze van het type en in ieder geval de concrete selectie van onderzoekseenheden, de projecten, in meer of mindere mate open gelaten. Er is in dit geval sprake van een "voortgaande opname" van

de onderzoekseenheden tijdens het verloop van het onderzoek [vgl. Glaser en Straus 1967; Diesing 1971; Guba en Lincoln 1982]. Door deze aanpak kan een volgend onderzoeksobject zo gekozen worden dat dit een optimale bijdrage levert aan het onderzoek. Het eerste onderzoeksobject zal worden gekozen aan de hand van de bevindingen uit het theoretisch kader en de doelstelling die het onderzoek beoogt. De resultaten worden teruggekoppeld. Aan de hand van de bevindingen kunnen de toetsingscriteria aangepast worden waarna een opvolgend project gekozen zal worden.



Figuur 2.1 Onderzoeksmodel

De visualisatie die in het model is gemaakt, moet als volgt worden gelezen, de verticale lijnen staan voor de "confrontatie" en de horizontale lijnen voor "gevolgtrekkingen".

Hierna wordt het onderzoeksmodel beschreven. In de literatuurstudie (1) worden verschillende onderdelen van risicomanagement belicht. Geprobeerd zal worden om van risicomanagement in het algemeen een beeld te schetsen en ook een specifiek beeld met betrekking tot de geotechniek. Hierbij zullen onder andere de volgende onderdelen aan bod

komen de voorwaarde om risicomanagement toe te passen in het bouwproces en de risicoverdeling tussen partijen. Dit moet leiden tot een theoretisch kader waarin de voorwaarden worden beschreven om risicomanagement in het bouwproces te kunnen gebruiken. Deze zullen worden vertaald naar een aantal stellingen aan de hand waarvan later in het onderzoek het functioneren van de GeoQ-methode geanalyseerd zal worden.

Naast het theoretisch kader wordt er onderzoek gedaan naar de GeoQ-methode die GeoDelft heeft ontwikkeld voor risicomanagement van de ondergrond in het bouwproces (2). Dit onderdeel van het onderzoek zal zich richten op het helder krijgen van de definitie van GeoQ en de methode van werken, de aansluiting op andere onderdelen van risicomanagement in het bouwproces en de werkbaarheid voor de geotechnisch adviseur. De conclusie van dit onderdeel zal bestaan uit een definitie van GeoQ en een duidelijk profiel van en de plaats van de methode in het bouwproces.

De GeoQ-methode zal worden getoetst aan het theoretisch kader (3) om een bevestiging te krijgen van de doelmatigheid van de methode. Ook zal er een vergelijkende analyse tussen de GeoQ-methode en de RISMAN-methode worden gemaakt.

Als laatste onderdeel (4) van het onderzoek zal door middel van de eerder beschreven methode van meervoudige gevalstudie de meerwaarde van het GeoQ-methode worden bepaald. Dit zal gebeuren in vijf stappen.

Stap I Criteria formuleren

In de eerste stap zal aan de hand van literatuur bepaald worden hoe de casestudies geanalyseerd zullen worden. Hierna zullen de beoordelingscriteria worden geformuleerd aan de hand waarvan de verschillende casestudies beoordeeld worden.

Stap II Projectcase 1

Het project dat binnen deze projectcase gebruikt zal worden is al uitgevoerd, echter de GeoQ-methode is toen niet toegepast. In een simulatie zal het project nogmaals doorlopen worden, maar dan aan de hand van de GeoQ-optiek. Beide processen zullen beschreven worden waarna een vergelijkende analyse tussen de processen wordt gemaakt.

De case zal dus nogmaals doorlopen worden door middel van een simulatie aan de hand van de GeoQ-methode. Hierbij zullen de medewerkers die in het verleden betrokken zijn geweest bij het desbetreffende project de rol van opdrachtgever vervullen. Andere teamleden van het GeoQ-team zullen het project doorlopen aan de hand van de GeoQ-methode. Hierbij kan het voorkomen dat bepaalde aannames gedaan moeten worden om het volledige traject te kunnen doorlopen. In de rapportage zal hier ook melding van gemaakt worden.

In een analyse zullen de uitkomsten van beide processen vergeleken worden, hierbij wordt onder andere ingegaan op de geïdentificeerde risico's met en zonder het gebruik van GeoQ. Aan de hand van een aantal stellingen, welke geformuleerd zijn na het bestuderen van beschikbare literatuur over risico's en risicomanagement, wordt het uitgevoerde project geanalyseerd op een systematische wijze. De geformuleerde stellingen hebben betrekking op de uitvoerbaarheid van het proces en het projectverloop.

Stap III Projectcase 2

Deze projectcase zal op een zelfde manier worden doorlopen zoals beschreven bij projectcase 1.

Stap IV Projectcase 3

In deze projectcase zal een project geanalyseerd worden wat tot stand is gekomen aan de hand van een risico gestuurd ontwerptraject waarin alle GeoQ-stappen te herkennen zijn. Omdat het project inmiddels in uitvoering is, kan een uitspraak gedaan of de genomen beheersmaatregelen welke genomen zijn naar aanleiding van de voorziene risico's voldoende bleken zodat het project probleemloos uitgevoerd kan worden. Ook kan gekeken worden of de projectaanpak goed toe te passen was.

Stap V Cross case analyse

In de cross case analyse worden de verschillende resultaten van de projectcases naast elkaar gelegd en vergeleken.

Stap VI Formuleren meerwaarde

In de conclusie zullen de bevindingen van projectcase 1 en 2 naast de bevindingen uit projectcase 3 worden gelegd om een overzicht te genereren. Met deze informatie zal antwoord gegeven worden op de centrale onderzoeksvraag.

2.2.1 Afhankelijkheid van het GeoQ-team

Het GeoQ-team zal de projectcases doorlopen aan de hand van de GeoQ-methode. De uitkomsten daarvan zullen de basis vormen van de analyse. Dit betekent dat er een afhankelijkheid ontstaat ten aanzien van het aanleveren van data. De planning van het GeoQ-team is dan ook aangepast aan de gemaakte planning voor het afstudeertraject.

2.3 Onderzoeksvraag

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

Centrale onderzoeksvraag:

Wat is de meerwaarde van GeoQ ten aanzien van het beheersen van geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's in het werkproces van de geotechnisch adviseur van GeoDelft en in het algemeen van het bouwproces.

Hierbij kunnen de volgende deelvragen worden geformuleerd:

1. Waar moet een risicomanagementcyclus aan voldoen en hoe moet het eruit zien om risico's goed te kunnen beheersen?
 - a. Wat is een risico?
 - b. Wat is een projectrisico?
 - c. Hoe worden beslissingen genomen in projectrisicomanagement?
 - d. Hoe ziet de risicomanagementcyclus eruit?
 - e. Wat zijn de voorwaarde voor een succesvolle invoering van risicomanagement in het bouwproces?
 - f. Hoe vindt risicoverdeling plaats binnen het bouwproces?
2. Wat is de definitie en het profiel van de GeoQ-methode?
 - a. Wat is de definitie van de methode en waar staat het voor?
 - b. Hoe ziet het proces eruit?
 - c. Hoe sluit de methode aan op het andere vormen van risicomanagement in het bouwproces?
 - d. Hoe moet en hoe wordt het gebruikt door de geotechnisch ingenieur?
3. Hoe verhoudt de GeoQ-methode zich tot risicomanagement in de literatuur?
 - a. Is GeoQ een doelmatige vorm van risicomanagement zoals beschreven in de literatuur?
 - b. Voldoet GeoQ aan de gebruikseisen
 - c. Voldoet GeoQ aan functionele eisen
 - d. Hoe sluit de methode aan op andere risicomanagementmethode
 - e. Wat zijn de verschillen tussen de RISMAN-methode en de GeoQ-methode?
4. Aan welke criteria moet de methode getoetst worden om de meerwaarde te bepalen?
 - a. Welke methoden zijn beschikbaar om de meerwaarde te bepalen?
 - b. Welke methode is het meest geschikt?
 - c. Wat zijn de beoordelingscriteria om de meerwaarde te bepalen?

5. Hoe verhoudt de projectaanpak in reguliere projecten tot de aanpak in GeoQ-projecten?
6. Aan welke voorwaarden moet voldaan worden om GeoQ goed te kunnen uitvoeren en effectief te laten functioneren?

Het antwoord op de deelvragen kan terug gevonden worden in de volgende hoofdstukken.

Deelvraag 1	Hoofdstuk 3
Deelvraag 2	Hoofdstuk 4
Deelvraag 3	Hoofdstuk 5
Deelvraag 4	Hoofdstuk 6
Deelvraag 5	Hoofdstuk 10
Deelvraag 6	Hoofdstuk 10

2.4 Afbakening

Het onderzoek zal bijdragen aan het bepalen van de sterke en zwakke punten van de GeoQ-methode. Hierbij zal ook gekeken worden naar hoe de methode gebruikt wordt en hoe bruikbaar de methode is. Er zal geen onderzoek worden verricht naar het invoeren van de methode binnen GeoDelft, dit valt buiten de scope van dit onderzoek.

2.5 Onderzoeksstrategie

Vanuit de doel- en vraagstelling kan afgeleid worden dat een diepteonderzoek in eerste instantie het meest gewenst is. Dit is gebaseerd op het feit dat slechts een beperkt aantal projecten bestudeerd zal worden. Daarnaast zal het onderzoeksobject in zijn natuurlijke omgeving worden bestudeerd. Hieruit volgt dat het onderzoek vooral een interpreterende benadering zal hebben. Dit soort onderzoek wordt ook wel aangeduid als een meervoudige gevalsstudie of vergelijkende casestudy. Een vergelijkende case/gevalsstudie laat zich kenmerken door het vergelijken van meerdere cases ofwel projecten.

Bij de keuze van de projecten kan twee kanten worden opgegaan. Een selectie van twee of meer projecten die vrijwel gelijk zijn aan elkaar, om aannemelijk te maken dat de conclusie generaal is, of twee of meer projecten die contrasteren van elkaar, om verschillen aan te geven. Voor beide aanpakken geldt dat er eerst een theoretisch raamwerk gemaakt moet worden ter ondersteuning van het onderzoek.

Met deze aanpak wordt geprobeerd om de meerwaarde van GeoQ aan te tonen ten opzichte van de huidige werkwijze ten aanzien van de risico's in de ondergrond van een bouwproces. Ter ondersteuning van het onderzoeken van de cases zal gebruik worden gemaakt van het boek Case study research [Yin, 1994].

3 Onderzoeksoptiek

Een literatuurstudie van risico naar risicomanagement

De onderzoeksoptiek wordt vormgegeven door de literatuurstudie. De literatuurstudie geeft een beeld van risicomanagement zoals het in de literatuur wordt beschreven. De definitie van de begrippen risico (paragraaf 3.1) en projectrisico (paragraaf 3.2) vormen daar een sleutelrol in. De perceptie van risico's en besluitvorming in risicomanagement (paragraaf 3.3) vormen belangrijke elementen van de risicomanagementcyclus. In paragraaf 3.4 zullen een aantal risicomanagement methoden worden beschreven met de verschillende onderdelen ervan. In paragraaf 3.5 wordt ingegaan op de risicoverdelingen in het bouwproces. Paragraaf 3.6 gaat in op geotechnische risico's en paragraaf 3.7 gaat vervolgens in op het gebruik van risicomanagement in de Nederlandse bouwsector. Tot slot zal in paragraaf 3.8 uitgangspunten voor een risicomanagementmethode worden geformuleerd.

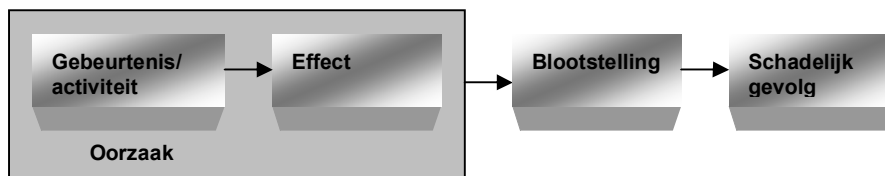
In 2001 heeft USP Marketing Consultancy een onderzoek verricht naar de faalkosten in de B&U en GWW sector van de bouw. Het onderzoek is verricht onder 600 directeuren uit het USP Bouwpanel. In 2001 werden de faalkosten in de bouw als percentage van de omzet nog op 7,7% ingeschat, in 2005 is dat opgelopen tot 10,3%. Dit zou betekenen dat ongeveer € 5 miljard van de totale bouwkosten door faalkosten in Nederland wordt verspild, naar de perceptie van de bouwdirecteuren. [Bron: Cobouw, 19 oktober 2005]

Om de faalkosten lager te maken kunnen maatregelen genomen worden waaronder het toepassen van risicomanagement. Echter kan risicomanagement niet worden toegepast in een project zonder dat er aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Eén van die voorwaarden waaraan voldaan moet worden is het invoeren van een vorm van projectmanagement. De basis van projectmanagement is het verdelen van een project in onderdelen naar, taak, tijd en kosten [Williams, 1995]. Projectmanagement kan worden beschouwd als de basis voor risicomanagement in projecten.

Dit hoofdstuk moet antwoord geven op de eerste deelvraag: "*Waar moet een risicomanagementcyclus aan voldoen en hoe moet het eruit zien om risico's goed te kunnen beheersen?*". Om hier een goed antwoord op te kunnen geven zal eerst een onderzoek gedaan worden naar wat een risico is, om vervolgens te kijken naar projectrisico's. Hierna zal risicomanagement worden uitgewerkt. Het nemen van beslissingen in risicomanagement neemt ook een belangrijke plaats in, omdat dit mede het succes van de methode bepaalt, en zal daarom ook worden behandeld. Tot slot zal er nog aandacht zijn voor risicoverdeling en gebruikte risicomanagementmethoden in de bouw, waarna een conclusie zal volgen.

3.1 Risico

Risico's komen in veel bedrijfsbranches voor, de definitie van risico is echter niet gelijk in iedere branche. In de literatuur van risicomanagement wordt risico als een breed begrip geïnterpreteerd. In de klassieke beslissingstheorieën wordt een risico over het algemeen voorgesteld als een "*reflecting variation in the distribution of possible outcomes, and their subjective values.*" [March en Shapira, 1987] Risico is het geheel van mogelijkheid van optreden, oorzaak, gebeurtenis en het effect ervan. [Flanagan en Norman, 1993]. Deze definitie geeft al een aanzet tot het zien van risico's in een procesketen. Risico kan worden gezien als een procesketen waarbij oorzaak, blootstelling en schadelijk gevolg aan elkaar verbonden zijn. "*Risico wordt gekenmerkt door onzekerheid, uitgedrukt in de vorm van kans of de mate van waarschijnlijkheid. Deze onzekerheid kan betrekking hebben op elk van de drie onderscheiden elementen in de risico-keten.*" [Halman, 1994]



Figuur 3.1 Risico als een keten [Halman, 1994]

Elke factor, die effect heeft op het projecteindresultaat, kan een bron van risico's of onzekerheden zijn [Chapman en Ward, 1997]. Een activiteit kan aangemerkt worden als een risico als, niet alleen een kans van optreden bestaat en mogelijke effecten in kaart gebracht kunnen worden, maar er moet ook sprake zijn van het niet direct kunnen oplossen van het probleem binnen de projectmogelijkheden. [Stitkin en Pablo, 1992; Keizer et al., 2002]

Volgens Halman [1994] kunnen verschillende risicodefinities ingedeeld worden naar de manier waarop men grip probeert te krijgen op de risico-keten. Dit zijn de 'gok' gerichte risicodefinities en de blootstellingsgerichte risicodefinities.

Bij de 'gok' gerichte definitie gaat men ervan uit dat aan de hand van een analyse, schatting en evaluatie een zo goed mogelijke 'gok' (wel of niet nemen van het risico) bepaald wordt. Is de 'gok' eenmaal genomen, dan kan men slechts afwachten. In een later stadium zal blijken of de juiste keuze is gemaakt. Te denken valt aan het aankopen van aandelen. De 'gok' staat voor een statistisch keuzeprobleem waarbij het risico wordt opgevat als een door de risiconemer niet-beïnvloedbare externe factor.

In de blootstellingsgerichte risicodefinities is sprake van een 'beheersvisie'. Hierbij wordt risico opgevat als de mate waarin via een proces van voorkomen, tijdig herkennen en adequaat interveniëren het risico beïnvloed kan worden. De beheersvisie wordt gezien als een dynamisch keuzeprocess waarbij het risico wordt opgevat als een door de risiconemer beïnvloedbare factor. De frequentie van optreden van een risico speelt ook een rol. Als het statistische risico en het dynamische risico samen met frequent en niet-frequent optreden van een risico in een matrix worden gezet, ontstaan vier soorten risicodefinities, zie figuur 3.2.

	Frequent optreden	Niet frequent optreden
Statistisch risico keuze probleem "gok visie"	<u>Objectief meetbaar:</u> Frequentie van falen Voorbeeld: Aantal vorstverletdagen in aannemers begroting	<u>Subjectief beoordeelbaar:</u> Mate van (beredeneerd) geloof in kans op falen Voorbeeld: Aankoop aandelen
Dynamisch risico keuze proces "beheersvisie"	<u>Objectief meetbaar:</u> Frequentie van falen t.g.v. onbeheerst proces Voorbeeld: Kwaliteitsprocedure in procesindustrie	<u>Subjectief beoordeelbaar:</u> Mate van (beredeneerd) geloof in onbeheersbaar proces Voorbeeld: Projectbeheersing

Figuur 3.2 Risico als statisch keuzeprobleem of dynamische interactie [Halman, 1994]

De keuze van een geschikte risicodefinitie hangt dus af van het beoogde gebruik. Er worden hierin drie onderdelen in de risicodefinitie onderscheiden:

- objectief meetbaar versus subjectief beoordeelbaar (de mogelijkheden tot operationalisatie en beoordeling);
- statisch keuzeprobleem versus dynamisch risicoproces (de beïnvloedbaarheid van de activiteit of situatie in de tijd);
- uniek versus frequent voorkomend probleem (door ervaring opgedane kennis met het type probleem).

[Halman, 1994]

Als men gaat kijken naar een bouwproject als geheel kan worden geconcludeerd dat het gaat om een dynamisch en niet-frequent risicoproces. Immers de processen zijn beïnvloedbaar en bouwprojecten zijn uniek van karakter. Als men kijkt naar projectonderdelen binnen een bouwproject kan men wel andere vormen waarnemen. Bijvoorbeeld, het inschatten van het aantal vorstverletdagen is een statisch frequent risicoprobleem.

3.1.1 Positieve en negatieve benadering

In de literatuur zijn verschillende meningen over het begrip risico te vinden. Er heersen twee stromingen daarbinnen. Risico kan worden gezien als een altijd negatief effect van een optredende gebeurtenis, maar anderen zeggen dat het ook een positieve kant heeft. De betekenis van het woord 'risico' kan per branche een andere betekenis hebben. In de financiële wereld heeft het vooral een negatieve betekenis en wordt risico geassocieerd met een kans op verlies van een investering. Risico op rendement wordt nooit als dusdanig gebruikt.

In een onderzoek naar de perceptie van risico bij aannemers en projectmanagement bureaus in Groot-Brittannië door Akintoye en MacLeod [1997] wordt de volgende conclusie getrokken: "*...the contractors perceived risk as the likelihood of unforeseen factors occurring, which could adversely affect the successful completion of the project in terms of cost, time and quality.*"

March en Shapira [1987] hebben een onderzoek gedaan naar "Managerial perspectives on risk and risk taking" en komen tot de conclusie dat tachtig procent van de managers in hun onderzoek risico alleen associëren met een negatieve uitkomst, dit is volledig in lijn met het bovenstaande citaat. De RISMAN-methode sluit zich hier ook bij aan en definieert risico als volgt: "*...een gebeurtenis die zich al dan niet kan voordoen en die kan leiden tot uitloop van het project, tot kostenoverschrijding of tot het niet voldoen aan gestelde kwaliteitseisen*". [van Well-Stam et al., 2003]

Sitkin en Pablo [1992] zien risico als volgt, "*Risk includes a full range of outcomes, both positive and negative*". Duidelijk is dat uitkomsten van risico door hun gezien worden als zowel positief als negatief. Chapman en Ward [2003] stellen dat door de negatieve associatie met het woord 'risico', gesuggereerd wordt dat projectrisico's wanneer deze zich voordoen altijd een negatief effect hebben op het eindresultaat. Met deze associatie zou projectrisicomangement alleen maar gaan over identificeren en het management van risico's die het eindresultaat negatief beïnvloeden, daar waar risicomangement er juist voor moet zorgen dat het project resultaat beter moet worden. Barber [2005] gebruikt de volgende definitie "*A risk is a threat to project success, where the final impact upon project success is not certain.*" Ook Al-Jibouri [2002] benadert risico als negatief, een risico is een mogelijk optreden van een gebeurtenis, waarvan de consequenties schadelijk zijn. Door Al-Jibouri [2002] worden mogelijk positieve effecten die voortkomen uit onzekere gebeurtenissen gekwalificeerd als 'opportunity'. Vaak gaan positieve en negatieve effecten van een beslissing samen, waardoor het moeilijk kan zijn om een onderscheid te maken tussen 'risks' en 'opportunities'. Chapman en Ward [1997] maken ook onderscheid in positieve en negatieve effecten van risico. Door alleen de negatieve kant 'downside risk' te belichten zou maar een beperkt deel van risicomangement belicht worden. Het doel is het verbeteren van de prestaties van het project en uit onzekere gebeurtenissen kunnen ook positieve effecten voortkomen, dit wordt 'upside risk' genoemd. Thompson en Perry [1992] maken geen onderscheid in de benaming voor positieve en negatieve effecten van een beslissing, deze worden allemaal onder risico geschaard, zij vermelden wel expliciet dat risico ook positieve kanten kan hebben.

3.1.2 Conclusie

Bouwprojecten worden gezien als unieke projecten omdat er nooit een tweede object wordt gebouwd onder dezelfde omstandigheden en specificaties. Dit maakt dat bouwprojecten dynamische en niet-frequente risicosystemen zijn. Er is onderscheid aangebracht in risico's, waar men de uitkomst kan voorspellen, en onzekerheid, waar men geen uitspraak kan doen over wat er kan gebeuren. In de discussie over, of risico puur als

negatief beschouwd moet worden, of dat risico bestaat uit het volledige uitkomstenperspectief van zowel positieve als negatieve uitkomsten, kan worden geconcludeerd dat managers risico zien als puur negatief. Dit naar aanleiding van een onderzoek van March en Shapira [1992] waarin tachtig procent van de managers dit aangeeft. De term potentie (opportunity) zal worden gebruikt als antoniem voor risico. De definitie van risico die gehanteerd wordt is: *de mogelijkheid van het optreden met de eventueel tot gevolg hebbende ongewenste afwijking ten opzichte van het gestelde projectresultaat.*

3.2 Projectrisico's

Projectrisico's zijn altijd projectgerelateerd, zoals al eerder is opgemerkt, en hebben altijd een mate van kans van optreden en een effect. Kliem en Ludin [1997] onderscheiden vijf elementen in een projectrisico. De vijf elementen waaruit volgens hen risico uit bestaat zijn de volgende;

- Een mogelijkheid van optreden. - Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen een lage, gemiddelde en een hoge kans, ook kan de kans in procenten worden uitgedrukt.
- Frequentie van optreden. – Hoe vaak kan het risico zich voordoen.
- De impact/het effect op het project. – Welke consequenties heeft het optredende risico voor het eindresultaat.
- Onderlinge importantie. – Hoe verhouden de risico's zich onderling en welke verdienen meer aandacht dan andere risico's.
- De bijkomstige publiciteit en gevoeligheid die kan optreden als een risico zich voordoet.

Volgens Halman [1994] wordt een projectrisico bepaald door:

- De risico-gebeurtenis – wat kan er exact ten nadele van het project gebeuren;
- de risico-kans – hoe waarschijnlijk is het dat de gebeurtenis zich voordoet;
- het belang dat op het spel staat – welke schade kan er ontstaan ten gevolge van de risico-gebeurtenis;
- de beïnvloedbaarheid – in welke mate wordt de risicogebeurtenis en de schade tijdens het projectproces beïnvloedbaar geacht.

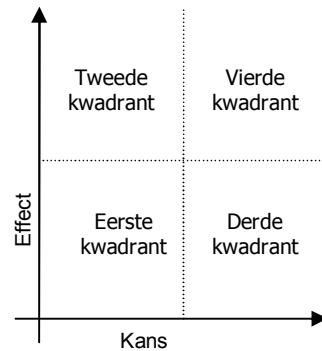
De verschillen in beide benaderingen zijn, dat Kliem en Ludin [1997] aandacht geven aan de frequentie van optreden en onderlinge importantie en Halman [1994] neemt het element beïnvloedbaarheid mee. Beiden zien mogelijkheid van optreden (kans), belangen (gevoeligheid en publiciteit) en gebeurtenis (impact en effect) als onderdelen van projectrisico's. De elementen die onderscheiden worden, kunnen in getallen uitgedrukt worden om een onderlinge vergelijking van risico's mogelijk te maken.

Een specifiek karakter van projectrisico's is dat er veel risico's voorkomen die uniek zijn, immers bouwprojecten zijn uniek. Dit betekent dat om de risico's in te kunnen schatten men dit moet doen op ervaring, gegevens van andere projecten en/of rekenmodellen moet toepassen om een uitspraak te kunnen doen over het gevolg en de kans van optreden. Natuurlijk zijn er bij bouwprojecten ook projectrisico's te onderscheiden die bij meerdere projecten voorkomen. [Halman, 1994]

Een ander fenomeen dat gevonden kan worden bij projectrisico's is, dat risico's met elkaar verbonden kunnen zijn op een bepaalde manier. Charette [1989] onderscheidt hier twee soorten in, 'risk compounding' (risicosamenstelling) en 'risk coupling' (risico koppeling). Onder risicosamenstelling wordt verstaan de invloed en verbondenheid die een risico heeft op een ander risico. Dit zou vergeleken kunnen worden met een domino effect, doordat zich een risico voordoet op een bepaald onderdeel in het project, heeft dit tot gevolg, dat zich ook een ander risico voordoet. Een voorbeeld van risicokoppeling is dat als een beheersmaatregel een ander risico groter maakt of zelfs een nieuw risico tot gevolg heeft. Hierbij heeft het risico zelf geen invloed op andere risico's maar de beheersmaatregel van dat risico wel.

3.2.1 Projectrisico's kwalificeren

Wang en Roush [2000] hebben aan de hand van de elementen 'kans van optreden' en 'effect' van een risico een kwadrantenmodel beschreven om risico's in te delen in verschillende klassen. Het model kan ook wel risicomatrix genoemd worden en staat afgebeeld in figuur 3.3. In het model zijn de onzekerheid, waarmee de mogelijkheid van optreden van een gebeurtenis wordt bedoeld, afgezet tegen het effect. Met effect wordt de impact bedoeld, die een risico kan hebben op onder andere kosten, tijdschema en verwachtingen van de klant. Het inschatten van de kans van optreden en de effecten van een risico, worden binnen het risicomangementproces bepaald.



Figuur 3.3 Risiko matrix [Wang en Roush 1993]

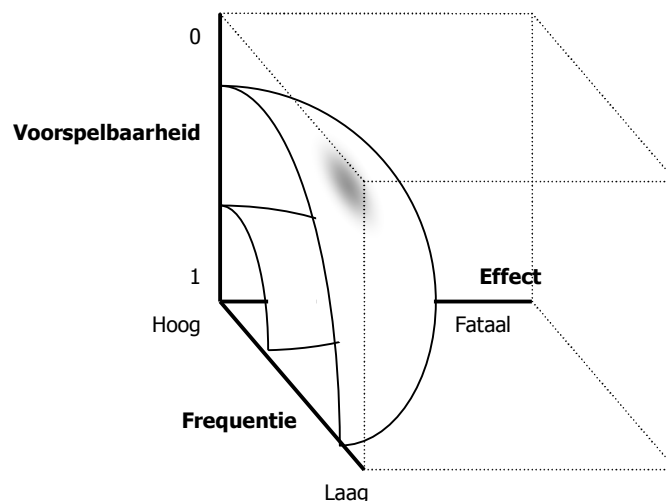
De vier klassen die worden onderscheiden zijn de volgende:

'*Eerste kwadrant*' – Lage kans van optreden en een klein effect op het project resultaat. Vaak worden deze risico's wel gemonitord, maar er worden geen beheersmaatregelen getroffen om de effecten of de kans te verkleinen.

'*Tweede kwadrant*' – Een grote impact op het projectresultaat en een lage kans van optreden. Omdat het effect groot is, verdient het de aanbeveling om dit door middel van beheersmaatregelen terug te dringen. Dit kan gedaan worden door het risico over te dragen aan een partij die er beter mee om kan gaan, vaak worden dit soort risico's verzekerd bij een externe partij.

'*Derde kwadrant*' – Hoge kans van optreden met een klein effect op het projectresultaat. Voor deze risico's kunnen beheersmaatregelen genomen worden die de kans van optreden verkleint, of dit ook wordt gedaan hangt vaak samen met een kosten-batenanalyse van de maatregelen.

'*Vierde kwadrant*' – Deze risico's hebben een hoge kans van optreden en een groot effect op het projectresultaat. De beheersing van deze risico's is noodzakelijk en maatregelen zullen genomen worden, zodat het risico opschuift, waardoor het een minder grote bedreiging voor het project vormt.



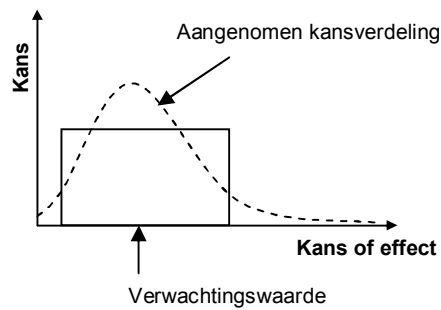
Figuur 3.4 3D risicomatrix [Charette, 1989]

De kwadranten zijn in figuur 3.3 even groot afgebeeld, bij projecten hoeft dit natuurlijk niet zo te zijn. De grootte van de kwadranten hangt vaak samen met de risicoattitude van de beslisser. Hier zal later dieper op in worden gegaan. [Gehner, 2003] Er zijn ook modellen ontwikkeld waar een 3D assenstelsel wordt gebruikt. De derde as kan bijvoorbeeld de voorspelbaarheid van de kans aangeven, zo kan nog meer informatie overzichtelijk weergegeven worden. [Williams 1996]

3.2.2 Projectrisico's kwantificeren

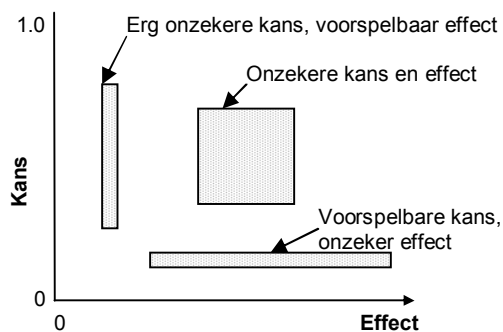
Als gesproken wordt over risico's kwantificeren, wordt bedoeld het toekennen van een waarde aan het effect en de kans van optreden. Andere elementen van een projectrisico zoals impact- en imagoschade kunnen ook becijferd worden. Het toekennen van een getal aan een risico-element kan op verschillende manieren worden gedaan. In het onderdeel projectrisicomangement zal hier verder op in worden gegaan. Als er een getalswaarde aan de elementen van de projectrisico's is verbonden, kunnen onderlinge relaties in kaart worden gebracht en kunnen deze verwerkt worden in verschillende rekenmodellen. Hier zal in de paragraaf over risicomangement verder op in worden gegaan.

Als men een waarde toekent aan de kans van optreden of de gevolgen, is dit een schatting. Beide waarden zijn onderhevig aan een kansverdeling. In de matrix laat men alleen de verwachtingswaarde zien. Toch kan het ook zeer nuttig zijn om de onzekerheid van de schatting te laten zien. Zeker bij de risico-identificatie in een vroeg stadium van het bouwproces. Er heerst dan nog grote onzekerheid over de grootte van het risico. Naarmate het project vordert zal men beter in staat zijn om het risico in te schatten. In figuur 3.5 is de waarschijnlijkheid van de kans of het effect weergegeven als een statistische verdeling. Het waarschijnlijke minimum en maximum zullen ongeveer gelijk liggen aan de 10 en 90 procent waarde van de kansverdeling. Het absolute minimum en maximum wordt hierdoor niet meegenomen in de waardering, zodat het beeld niet verstoord wordt. [Chapman, 2006; Chapman et al., 2006]



Figuur 3.5 Kansverdeling van een risico [Chapman, 2006]

De waarde die gevonden wordt in figuur 3.5 kan worden vertaald in een risicomatrix waarin risico's worden voorgesteld in vlakken zoals weergegeven in figuur 3.6. Een voordeel van het toepassen van deze methode is dat men zich bewust wordt van de mate van waarschijnlijkheid van de kans of het effect. Daarnaast wordt de risicomatrix dynamischer omdat men niet meer is gebonden aan één punt in de matrix.



Figuur 3.6 Matrix met risico vlakken [Chapman, 2006]

Wat vaak gebeurt, is dat managers in plaats van het weergeven van risico's in een risicomatrix, deze weergeven in een lijst waarin zij de risicokans vermenigvuldigd hebben met het risico-effect. Williams [1996] waarschuwt echter voor het toepassen van deze methode, omdat er veel informatie verloren gaat die wel nodig is voor het inschatten van het risico. Terecht merkt hij op dat een risico met een kleine kans van optreden, maar grote consequenties gelijk wordt gesteld aan een risico met een grote kans van optreden, maar een kleine consequentie. Door alleen te kijken naar het risico cijfer en deze op te nemen in een lijst kan een verkeerde indruk verkregen worden. Een risicomatrix is geschikter om inzichtelijk te maken wat de risico's en de ernst ervan zijn. Hier zal in een latere paragraaf dieper op in worden gegaan.

3.2.3 Conclusie

Projectrisico's zijn risico's die verbonden zijn aan het project en komen ook voort uit het project. Een projectrisico bestaat uit de volgende elementen:

- De risico-gebeurtenis – wat kan er exact ten nadele van het project gebeuren;
- de risico-kans – hoe waarschijnlijk is het dat de gebeurtenis zich voordoet en wat is de frequentie ervan;
- het belang dat op het spel staat – welke schade kan er ontstaan ten gevolge van de risico-gebeurtenis;
- de beïnvloedbaarheid – in welke mate wordt de risico-gebeurtenis en de schade tijdens het projectproces beïnvloedbaar geacht.

[Halman, 1994]

Nadat de elementen van een projectrisico een getalswaarde hebben gekregen kan zichtbaar worden gemaakt hoe de onderlinge verhoudingen zijn. De elementen kans en effect kunnen weergegeven worden in een risicomatrix zoals weergegeven in figuur 3.3.

3.3 Besluitvorming in risicomanagement

Als risico's geïdentificeerd zijn zal een beslissing genomen moeten worden over hoe omgegaan gaat worden met die risico's. Vaak worden beheersmaatregelen getroffen om de risico's te reduceren. Een andere optie is het achteraf nemen van maatregelen om de effecten van het risico te reduceren. Ook kan het risico geaccepteerd worden zonder dat er beheersmaatregelen genomen hoeven te worden. De risicoanalyse die wordt gemaakt binnen de risicomanagementcyclus wordt opgesteld ter ondersteuning van het nemen van een besluit voor de juiste respons.

Als zich een risico voordoet moet er een beslissing worden genomen of er een beheersmaatregel wordt getroffen of niet. Als wordt besloten dat er een beheersmaatregel genomen moet worden, heeft men de keuze uit verschillende maatregelen. Beide beslissingen brengen een nieuw risico met zich mee, het beslissingsrisico. Met het beslissingsrisico wordt het risico bedoeld dat er een onjuist besluit wordt genomen. March en Shapira [1987] beschrijven een spanning tussen twee mogelijke beslissingsrisico's. Er heerst een spanning tussen beslissingsrisico's als een variëteit in uitkomsten van een bepaalde keuze, en een beslissingsrisico dat tot een ongewenst gevolg leidt. Een risicovolle beslissing kan inhouden een beslissing met een mogelijk grote variëteit in uitkomsten, hierbij vormt de beslissing het risico. Aan de andere kant kan een risicovolle beslissing ook inhouden een mogelijk onvoorzien en/of ongewenst gevolg van die beslissing, hierbij is de uitkomst van het besluit het risico. [March en Shapira, 1987]

Om de beslissingsrisico's te verkleinen moet men een besluitvormingsproces inrichten dat bijdraagt aan het effectief en efficiënt nemen van besluiten. Een goed besluit moet tenminste voldoen aan de volgende voorwaarden:

- Het besluit moet tijdig worden genomen - Het tijdig nemen van een besluit is belangrijk, omdat het uitstellen ervan kan leiden tot een verhoogde kans van optreden en/of grotere effecten.
- Een besluit moet zo objectief mogelijk genomen worden - Een goed besluit is gebaseerd op feiten en betrouwbare data en niet op bevooroordeelde argumenten van de projectmanager. Echter dit betekent niet dat ervaring en intuïtie geen rol kunnen spelen, zelfs deze zijn gebaseerd op sommige feiten en gegevens, alhoewel incompleet.
- Er bestaat een logica achter het besluit; één of ander type van reden bestaat - Zelfs met een intuïtief besluit wordt het besluit gebaseerd op één of andere stuwende kracht achter dat besluit.
- Iedere besluit heeft een doel.

[Kliem en Ludin, 1997]

3.3.1 Risicodimensies in beslissingen

Het beslissingsrisico is een karakteristiek van een beslissing die gedefinieerd kan worden als de mate van onzekerheid over de voorspelde uitkomst van een beslissing. Over de meeste risico's die geïdentificeerd en gekwalificeerd zijn worden beslissingen genomen ten aanzien van de te nemen beheersmaatregelen. Een beslissing wordt genomen op basis van wat mogelijk in de toekomst kan gebeuren en hoe daarop geanticipeerd kan worden. De beslissing is onderhevig aan allerlei factoren waarop die genomen wordt. Men moet afwachten of wat voorspeld is ook daadwerkelijk uitkomt. Sitkin en Pablo [1992] onderscheiden drie dimensies daarin, uitkomstonzekerheid (outcome uncertainty), uitkomstverwachting (outcome expertations) en uitkomstpotentieel (outcome potential).

De meeste risico's worden geassocieerd met uitkomstonzekerheid, welke zich meestal uit in variëteit in uitkomst, tekort aan kennis over mogelijke uitkomsten en de oncontroleerbaarheid van de uitkomst.

Uit verschillende onderzoeken wordt geconcludeerd, dat de uitkomstverwachting een belangrijke rol speelt op hoe wordt gereageerd op het risico. Als men een positieve uitkomst verwacht van een beslissing wordt het beslissingstraject anders ingericht dan dat men een negatieve uitkomst verwacht. Hierbij wordt wel een kanttekening geplaatst, omdat verschillend wordt gedacht over risico's in de zin van positieve en negatieve uitkomsten. Later zal hier verder op in worden gegaan.

De uitkomstpotentie heeft te maken met het overschatten van de kansen bij grote uitkomsten, zelfs als de kans op de verwachte uitkomst klein is. Hierin wordt een relatie gelegd met loterijen, als de prijs heel hoog is besluiten meer mensen om mee te doen ook al is de kans op winnen heel klein. Er kan hier een relatie gelegd worden tussen de hoogte van de prijs en kansperceptie van mensen. [March en Shapira, 1992] Wat ook van invloed is op beslissingen, is de risicoattitude van de beslissingsnemers.

3.3.2 Risicoattitude

Risicomanagement gaat over mensen, die beslissingen nemen om een project zo succesvol mogelijk te volbrengen. Hierin is het van belang om te weten hoe mensen met risico's omgaan en hoe ze er tegenaan kijken. Er worden drie soorten mensen onderscheiden, waarin de mate van sympathie een rol speelt ten aanzien van het omgaan met risico's. [Flanagan en Norman, 1993]

- Risicozoekend
- Risiconeutraal
- Risicomijdend

Mensen die risicoaccepterend georiënteerd zijn, zijn mensen die risicozoekend en risiconeutraal zijn. Zij zien risico's noch slecht noch goed, maar als een onderdeel van het leven. Daarom accepteren zij risico's, als die zich voordoen en bereiden zich voor op het meest voor de hand liggende uitkomst. Een aantal kenmerken van het gedrag zijn, het maken van snelle analyses, het geven van een beperkt aantal oplossingen en dit uit zich weer in een beperkte controle van de risico's.

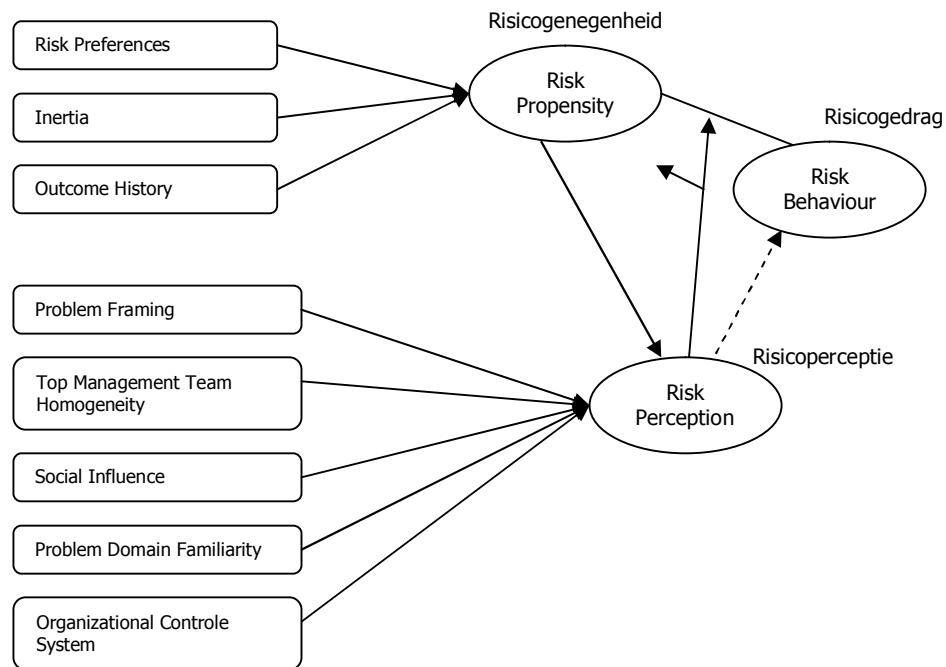
Mensen met een negatieve kijk op risico's (risicomijdend) ervaren de risico's ook als negatief. Het idee van het mogelijk optreden van een risico verafschuwen zij. Over het algemeen maken zij een grondige risicoanalyse met veel aandacht voor 'worst case' scenario's. [Kliem en Ludin, 1997]

Risico's gezien vanuit een beslissing.

Sitkin en Pablo [1992] hebben een model ontwikkeld aan de hand waarvan de risicoattitude van een persoon geanalyseerd kan worden. De volgende onderdelen worden daarin onderscheiden.

- Risk propensity (risicogeneidheid)
- Risk perception (risicoperceptie)
- Risk behaviour (risicogedrag)

In figuur 3.7 is het model afgebeeld waarin de invloeden staan weergegeven die een rol spelen bij het bepalen van de risicoattitude. Tussen de verschillende onderdelen heersen verbanden. Zoals aangegeven in het model zijn er ook invloeden van buiten die invloed hebben op de onderdelen. Deze invloeden zullen hierna aan de orde komen. Eerst zal het model uitgelegd worden.



Figuur 3.7 Reconceptualized model of the determinants of risk behaviour [Stitkin en Pablo, 1992]

Beslissingnemers met risicozoekend gedrag (geneigdheid) zullen een lagere perceptie hebben van risico's dan beslissingnemers met risicomijdend gedrag. Dus de risicosympathie beïnvloedt de perceptie van risico's. Het risicogedrag van beslissingnemers zal gelijk zijn aan hun geneigdheid voor risico's.

Het gedrag van een beslissingnemer komt sterk overeen met zijn sympathie voor risico's die hij of zij heeft. Hoe hoger het niveau van risicoperceptie, hoe sterker de overeenkomst tussen risicosympathie en risicogedrag, behalve voor risicozoekende beslissingnemers heeft het effect een limiet bij hun sympathie.[Stitkin en Pablo, 1992]

Risicogeneidheid

Met risicogeneidheid (risk propensity) wordt bedoeld risicozoekend, risiconutraal of risicomijdend gedrag. Er zijn een aantal factoren van invloed op hoe gereageerd wordt op risico.

Naar aanleiding van onderzoek wordt er een aantal conclusies getrokken over het nemen van een beslissing door managers die risico's tot gevolg hebben. Uit het onderzoek blijkt dat mensen eerder proberen om keuzes aan te passen, uit te stellen of te delegeren dan te kiezen uit de mogelijkheden. Zo probeert men risico's te ontwijken. [MacCrimmon en Wehrung, 1984] Daarnaast blijkt dat managers in verschillende situaties dezelfde aanpak verkiezen met betrekking tot het nemen van een beslissing waar risico's aan verbonden zijn.

Sitkin en Pablo [1992] proberen een relatie te leggen tussen risicovolle beslissingen die in het verleden zijn genomen en beslissingen die nog genomen moeten worden waar risico's aan verbonden zijn. Het blijkt dat de beslissingnemer niet zozeer wordt beïnvloed door hoe vaak er een verkeerde beslissing is genomen, maar wel door het effect van de foute beslissing, dit beïnvloedt het risicomijdende gedrag. [Sitkin en Pablo, 1992; Shapira, 1993]

Risicoperceptie

De risicosympathie van een beslissingnemer is van invloed op de risicoperceptie van die persoon. Risicomijdende beslissingnemers zullen zwaarder tillen aan risico's, en deze dus anders interpreteren, dan risicozoekende beslissingnemers. Daarnaast kunnen vijf gebieden onderscheiden worden waardoor de inschatting van risico's door de beslissingnemers wordt beïnvloed. De volgende onderdelen zijn van invloed. [Sitkin en Pablo, 1992; Shapira, 1993]

1. Probleemdefinitie
2. Groepsgedrag
3. Sociale invloed
4. Bekendheid met het probleemgebied
5. Organisatie controle systeem

Ad 1. Probleemdefinitie - Het formuleren van het probleem waar een beslissing over genomen moet worden heeft invloed op de perceptie van het risico. Daarnaast spelen ook persoonlijke voorkeur van de probleemdefinitie een belangrijke rol. Uit empirisch onderzoek van Kahneman en Tversky [1979] 'The prospect theory' is gebleken dat individuen die in een positieve omstandigheid verkeren meer risicomijdend zijn, omdat ze het idee hebben dat ze meer te verliezen hebben. Individuen die in een negatieve situatie zitten hebben het idee dat ze niks te verliezen hebben en vertonen daarom risicozoekend gedrag. Hieruit wordt door Sitkin en Pablo [1992] geconcludeerd dat positief geformuleerde probleemstellingen vaker als risicovoller beoordeeld worden dan dezelfde stelling, maar dan negatief verwoord. Tevens hebben Sitkin en Pablo [1992] een tegenstelling hierin gevonden, want door stellingen positief te verwoorden, zo blijkt uit andere onderzoeken van o.a. Mach en Shapira [1987], wordt de aandacht van het risico afgeleid wat tot gevolg kan hebben dat er meer aandacht is voor kansen dan voor de risico's. Dit kan tot gevolg hebben dat risicozoekende gedragingen ontstaan. Bij het negatief formuleren van de probleemdefinitie wordt risicomijdend gedrag waargenomen in de vorm van starheid in respons of hyperwaakzaamheid. [Kahneman en Tversky, 1979; March en Shapira, 1987; Sitkin en Pablo, 1992]

Daarnaast is er ook een opvallend verschil gevonden in het nemen van een beslissing waar directe financiële gevolgen aan verbonden zijn. Bij keuzes tussen een hoog rendement met kans op niks en een vrijwel zeker laag rendement, wordt vaak gekozen voor het laatste. In het geval van een hoog verlies met kleine kans op een klein verlies en een vrijwel zeker gemiddeld verlies, wordt gekozen voor het eerste. Dit is opvallend want de situatie is gelijk. Het enige verschil zit in rendement of verlies. Toch blijkt dit van grote invloed te zijn op het nemen van een beslissing. [MacCrimmon en Wehrung, 1984; Kahneman en Tversky, 1986]

Ad 2. Groepsgedrag - Er zijn verschillen gevonden in het nemen van een beslissing individueel, ten opzichte van het nemen van een beslissing in een groep. Individueel genomen beslissingen worden over het algemeen snel en efficiënt genomen.

Een ander fenomeen wat wordt waargenomen in groepsbesluitvorming is groepsdenken. Bij groepen waarvan de leden langere tijd met elkaar samenwerken, ontstaat er een neiging tot slechtere onderbouwing van besluitvorming. Ook een groeiende sociale druk en een neiging om conflicten te voorkomen leidt er toe, dat besluiten niet optimaal genomen worden. Conflicterende belangen van individuele groepsleden kunnen het moeilijker maken een besluitvormingproces rationeel te laten verlopen.

Halman [1994] stelt dat het identificeren van risico's in groepsverband negatieve effecten heeft op het identificatieproces. Naast de voorgaande beschreven verbanden spelen de volgende ook een rol:

- In groepsbijeenkomsten blijkt de aandacht snel te verschuiven naar het vinden van oplossingen in plaats van het identificeren van risico's;
- Een bijdrage van personen die zich terughoudend opstellen in een groep wordt gemist;
- Verschillen in status kunnen een rol spelen bij het wel of niet naar voren brengen van risico's. Vaak geldt de mening van degene met de hoogste status, waardoor meningen van personen met een lagere status als minder belangrijk worden gezien;
- Dominante personen kunnen een stempel drukken in een groepsproces;
- Leden van een groep komen niet uit voor hun eigen mening en passen die aan, aan de overheersende mening binnen de groep.

[Halman, 1994]

Beslissingen genomen door een groep zijn vaak het resultaat van een gesloten compromis. Echter er zijn ook voordelen ten opzichte van het nemen van een beslissing als individu. Groepsbeslissingen worden minder beïnvloed door persoonlijke voorkeur en er wordt in een

breder perspectief gekeken naar het risico. [Kliem en Ludin, 1997] Als er beslissingen over risico's worden genomen in een groep wordt vaker een risicovoller alternatief gekozen dan dat de deelnemers individueel de beslissing zouden nemen. [Stitkin en Pablo, 1992; Flanagan en Norman, 1993]

Ad 3. Sociale invloed - Individuen halen over het algemeen hun informatie bij mensen uit hun omgeving, daarom kan gesproken worden over een sociale invloed. De cultuur binnen de organisatie wordt veelal bepaald door het management en heeft zijn invloed op het personeel. Beslissingnemers in organisaties met meer een gematigde risicocultuur zullen risico's minder snel opmerken, maar wel meer accuraat reageren ten opzicht van beslissingnemers in organisaties met een extremere risicocultuur. De perceptie van een beslissingnemer met betrekking tot risico zal consistent zijn met het risicorolmodel van de leiders. [Stitkin en Pablo, 1992; McNamara en Bromiley, 1999]

Ad 4. Bekendheid met het probleemgebied - Beslissingnemers met een gemiddelde kennis van het onderwerp waar een beslissing over genomen moet worden, hebben een beter inschattingsvermogen over de kansen en hebben meer vertrouwen daarin dan beslissingnemers met een hoge of lage kennis van het onderwerp. Daarentegen hebben beslissingnemers met een gemiddeld tot hoog kennisniveau van het onderwerp een meer stabiel niveau van risicoperceptie. [Stitkin en Pablo, 1992]

Ad 5. Organisatie controle systeem; Als een organisatie een systeem hanteert om beslissingen in risico's te monitoren heeft dit invloed op de risicoperceptie van de beslissingnemer. Sitkin en Pablo [1992] onderscheiden twee mogelijke systemen, een procesgecontroleerde organisatie en een resultaatgecontroleerde organisatie. Hoe meer de organisatie de nadruk legt op het controleren van het proces des te lager is de risicoperceptie van de beslissingnemers. Bij een resultaatgecontroleerde organisatie wordt een hogere risicoperceptie waargenomen.

3.3.3 Besluitvorming over het toepassen van de juiste beheersmethode

Nadat de risico-identificatie en -kwalificatie heeft plaatsgevonden moeten er beslissingen genomen worden over de te nemen beheersmaatregelen. Hoe meer men weet van het risico met betrekking tot kans en gevolg, maar ook oorzaak, des te beter kan het risico worden ingeschat. In de vorige paragraaf is ingegaan op hoe mensen omgaan met risico's. Deze paragraaf zal zich meer richten op het besluitvormingsproces zelf en hoe managers daarmee omgaan.

Volgens Halman [1994] kunnen twee strategieën worden onderscheiden om te komen tot de juiste keuze van de beheersmaatregel namelijk: de *satisficing* strategie, waarbij gekozen wordt voor wat 'goed genoeg' is en de *optimizing* strategie waarbij gekozen wordt voor de 'optimale' beheersmaatregel.

Het doel van de *satisficing* strategie is het bereiken van een acceptabele oplossing binnen de beschikbare tijd en middelen. Er wordt een aantal beoordelingscriteria opgesteld aan de hand waarvan de mogelijke beheersmaatregelen worden getoetst. Dit betekent dat meestal niet de optimale strategie gekozen wordt, omdat niet alle mogelijke oplossingen worden behandeld.

Bij de *optimizing* strategie vindt een vergelijkende beoordeling plaats van alle beschikbare keuzemogelijkheden. Hierbij worden zowel de risico's, kosten als de verwachte voordelen van een activiteit afgewogen en vergeleken met beschikbare alternatieven.

Tot welke strategie over gegaan zal worden, hangt veelal af van het beschikbare budget en tijd dat binnen een project aanwezig is. Ook van invloed zijn de belangen die spelen bij een bepaald risico. [Halman, 1994 zie ook Simon 1969; vlek 1999; Shrader-Frechette 1985]

Boulding et al. [1997] hebben een onderzoek gedaan naar 'escalation of commitment'⁴ in het introduceren van nieuwe producten of productinnovaties. De beslissingen die daarin worden genomen zijn management beslissingen waar risico een grote rol bij speelt. Immers

⁴ Het blijven steunen, tegen beter weten in, van een verloren zaak.

als er een foute beslissing wordt genomen zal dit gevolgen met zich mee brengen, vaak van financiële aard. De beslissingen worden genomen op basis van voorspellingen, hoe een product in de markt zal fungeren. Deze situatie kan ook worden herkend in een bouwproject. Er moeten beslissingen worden genomen op basis van voorspellingen over wat in de toekomst kan gebeuren, de risico's.

De conclusies die in het onderzoek van Boulding et al. [1997] worden getrokken zijn de als volgt:

- Managers blijven vaak geloven in een verloren zaak waardoor het nemen van beheersmaatregelen te ver vooruit wordt geschoven.
- Oplossingen om 'escalation of commitment' te voorkomen, zoals bijvoorbeeld het inbouwen van go/no go momenten, helpen minder naar mate de beslissing complexer wordt.
- Het vergroten en verbeteren van de informatie als ondersteuning voor de beslissingen helpt nauwelijks bij het stoppen van een 'escalation of commitment'. In plaats daarvan proberen managers de informatie te verdraaien om hun voorgaande beslissingen in lijn te brengen met die informatie. Managers geloven wat ze willen geloven.
- Een goed middel om 'escalation of commitment' te voorkomen is het inschakelen van een externe beslisningnemer, deze kijkt objectief tegen het probleem aan. Een ander middel is het vooraf opstellen van parameters voor het go/no go moment waaraan voldaan moet worden.
- Als managers het idee hebben dat ze risico's kunnen beïnvloeden in hun voordeel zal de tendens zijn dat risico's minder risicovol worden ingeschat.

Besluitvorming bij de initiatiefase over het wel dan niet door laten gaan van een project heeft grote gevolgen. Uit onderzoek van Schmidt en Calantone [2002] blijkt dat managers minder geneigd zijn om een project te stoppen als zij vanaf het begin erbij betrokken zijn. Deze managers of beslisningnemers zijn minder objectief dan managers die niet bij de opstartfase betrokken zijn. Naarmate het product innovatiever is, is men bereid om meer risico's te nemen.

Beslisningnemers willen niet toegeven aan het falen van hun project. Als de kosten naarmate het project vordert alleen maar toenemen, is het van belang dat het mislukte project zo snel mogelijk wordt stop gezet. [Schmidt en Calantone, 2002]

3.4 Definitie project risicomanagement

In de literatuur zijn vele definities van projectrisicomanagement te vinden, volgens Chapman en Ward [1997] is het essentiële doel van projectrisicomanagement de projectprestaties te verbeteren via systematische identificatie, inschatting en controle van risico's met betrekking tot het project. Al-jibouri [2002] geeft een breder perspectief omdat ook kansen en beslissingen aangehaald worden. "*Risk management is the name given to a formalized process of balancing the risks and opportunities a decision may produce and taking action to produce an acceptable balance between the two.*" [Al-jibouri, 2002] Hieruit kan worden opgemaakt dat projectrisicomanagement een methode is die door een procesmatige benadering tracht projectrisico's te elimineren dan wel te reduceren en opportuniteiten te benutten. Dit wordt gedaan aan de hand een van cyclisch proces waarbinnen risicoanalyse, risicorepons en risicobeheersing belangrijke elementen zijn [Gehner, 2003].

Er zijn verschillende methoden te vinden in de literatuur, die ieder hun eigen fasen onderscheiden, om te komen tot een doelmatig risicomanagementproces. In bijlage 1 zijn drie risicomanagementmodellen in tabelvorm opgenomen. Chapman en Ward [1997] stellen een risicomanagementcyclus van negen verschillende fasen voor. Flanagan en Norman [1993] onderscheiden vijf fasen in het risicomanagementmodel. Gehner [2003] onderscheiden drie hoofdfasen met een aantal subfasen. Kliem en Ludin [1997] onderscheiden vier fasen in de risicomanagementcyclus.

Wat opvalt, is dat alleen Chapman en Ward [1997] een voorbereidingsfase onderscheiden, ook stellen zij een volgorde voor die niet in andere

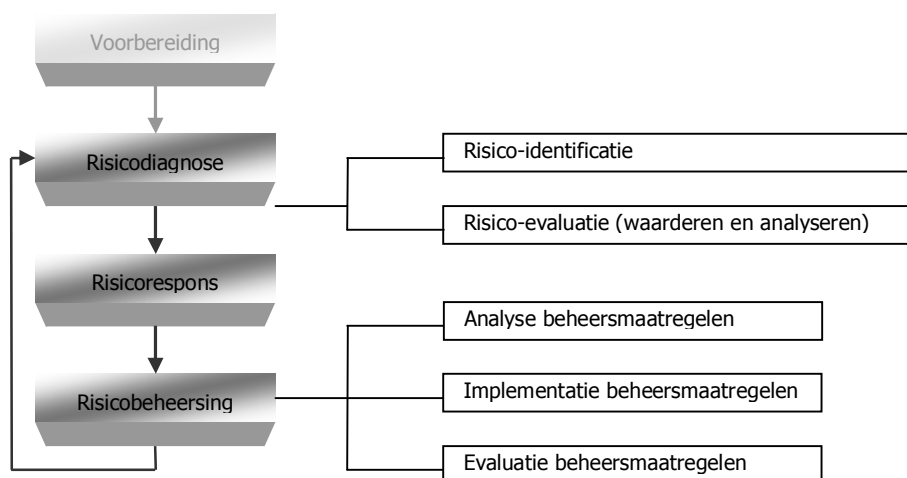
risicomanagementmodellen voorkomt. Eerst worden beheersmaatregelen vastgesteld nadat de risico's zijn geïdentificeerd en een aantal fasen later wordt de kans van optreden bepaald. Andere modellen stellen voor, om de beheersmaatregelen op te stellen, nadat de kans van optreden en het effect zijn bepaald. Op het model van Chapman en Ward [1997] na komen de overige modellen redelijk overeen met elkaar, alleen de fasen worden anders benoemd en er worden andere accenten gelegd.

Halman [1994] onderscheidt drie hoofdfasen welke essentieel zijn voor een risicobeheersingsproces, dit zijn:

- Fase van diagnosevorming – bestaande uit het identificeren, het waarderen en het analyseren van risico's en beheersopties;
- fase van besluitvorming – waarin voor de gediagnosticeerde risico's wordt besloten of deze zullen worden geaccepteerd, gereduceerd, overgedragen naar een derde partij dan wel worden afgewezen; tevens wordt vastgesteld hoe in het vervolgtraject deze zullen worden beheerd;
- fase van risicomanagement – waarin de onderkende risico's worden gevolgd en voor zover nodig bijgestuurd en waarin men nog niet voorziene risico's alsnog tracht op te sporen en hiervoor passende maatregelen probeert te treffen.

3.4.1 Risicomanagementcyclus

Het is van belang dat de risicomanagementcyclus werkbaar en herkenbaar is voor de mensen die ermee moeten werken. Per fase zullen de onderdelen worden beschreven. Voor de beschrijving is de risicomanagementcyclus, welke wordt voorgesteld door Gehner, [2003] gebruikt en aangevuld met een voorbereidingsfase.



Figuur 3.8 Risicomanagementcyclus

Vorbereidingsfase

De voorbereidingsfase maakt geen deel uit van het cyclische proces, maar is puur bedoeld als opstartfase van het proces. Het kan worden gezien als het fundament van het risicomanagementproces, wat zal worden toegepast bij het project. Williams [1994] pleit er voor om in de definitiefase van een project te beginnen met risicomanagement, hiermee wordt het automatisch onderdeel van de aanbestedingsfase waarin een aantal cruciale beslissingen genomen moeten worden met betrekking tot de uitvoering. Als er dan al wordt nagedacht over risico's kunnen deze op voorhand beter worden beheerd.

Alle informatie die beschikbaar is van het project en die enige relevantie heeft met het risicomanagementproces moet verzameld en aangevuld worden met ontbrekende informatie. Daarnaast moet een doelstelling geformuleerd worden ten aanzien van de invulling van het risicomanagementproces. Ook moet duidelijk worden hoe het proces wordt ingericht met betrekking tot het detailniveau en de planning van het proces. Tevens zal een strategie gekozen moeten worden in het erbij betrekken van de partijen. Tevens zullen de stakeholders geïnventariseerd worden. In relatie hiertoe zal de scope van het proces

bepaald worden. Dit houdt in dat er afspraken worden gemaakt over wie verantwoordelijk is voor de analyses en welke voordelen men denkt te halen bij het toepassen van risicomanagement. [Chapman en Ward, 1997]

Risicodiagnose

De risicodiagnose moet er voor zorgen dat de projectrisico's inzichtelijk worden en dat er meer informatie en kennis over het project bekend wordt bij alle betrokken partijen. De risicodiagnose is in dit schema (zie figuur 3.8) verdeeld in twee stappen, risico-identificatie en risico-evaluatie. Het uiteindelijke doel van risico-identificatie is om een lijst met risico's op te stellen en deze te verwerken in een risicomatrix.

Er zijn veel methoden en tools die gebruikt kunnen worden voor het identificeren van projectrisico's. Hierbij worden checklisten gezien als het meest eenvoudige en minst tijdrovende toe te passen methode. [Raz en Michael, 2001] Naarmate het project groter is zullen ook meer geavanceerde methode worden toegepast. Veel risico's kunnen gevonden worden als men naar de planning kijkt. Alle projectonderdelen die op het kritieke pad van de planning liggen kunnen aan worden gemerkt als een risico. [Wang en Roush, 2000] De taak van de projectmanager/risicomanager is om voldoende kennis in te zamelen om een goede risico-identificatie te kunnen maken.

Flanagan en Norman [1993] merken op dat bij de risico-identificatie vaak alleen gekeken wordt naar wat er binnen het project moet gebeuren. Echter, het is eveneens van belang om te kijken naar wat er kan gebeuren. Zeker bij grote projecten is het voor één partij niet te overzien wat de projectrisico's zijn. Bij het identificeren van risico's wordt niet alleen gekeken naar de gebeurtenis, maar de oorzaak en het effect van die gebeurtenis zijn ook onderdeel van de identificatie.



Figuur 3.9 Risicoïdentificatie [Flanagan en Norman 1993]

Als de risico's geïdentificeerd zijn kunnen deze worden ingedeeld, Bing et al. [2005] stellen een meta classificatie van drie niveaus voor om risico's in te delen in projecten met een publiek/privaat karakter. De niveaus zijn macro risiconiveau, meso risiconiveau en micro risiconiveau.

Met het *macro* niveau worden risico's bedoeld waarvan de oorzaak buiten het project ligt en waar weinig invloed op uit kan worden geoefend. Deze risico's zijn vaak van politieke, economische, juridische, sociale of natuurlijke aard. Weersomstandigheden kunnen van grote invloed zijn op het project maar er kan geen invloed op worden uitgeoefend hoogstens rekening mee gehouden worden. Deze risico's liggen allemaal buiten de projectgrenzen maar hebben wel invloed op het project.

De risico's van het *meso* niveau vinden hun oorsprong binnen de contouren van het project. Een voorbeeld kan zijn een gekozen uitvoeringstechniek of risico's van grondeigenschappen die van invloed zijn op het project. De meeste risico's die in dit niveau worden ingedeeld kunnen in tegenstelling tot de risico's in het macro niveau wel worden beïnvloed.

De risico's in het *micro* niveau worden gevonden in onderlinge relaties tussen partijen in de bouw. Het gaat hier om risico's die voortkomen uit samenwerking van partijen, maar ook de invloed van persoonlijke meningen waardoor de objectiviteit wordt beïnvloed. Dit niveau onderscheidt zich van het meso niveau doordat de oorzaak van de risico's bij één van de partijen binnen het project ligt. [Bing et al., 2005]

Een andere methode om onderscheid in risico's te maken is bijvoorbeeld het onderscheid in beïnvloedbaar en onbeïnvloedbaar of tussen afhankelijke en onafhankelijke risico's. Een voorbeeld van een beïnvloedbaar risico is de sterkte van een brug, een onbeïnvloedbaar risico is de inflatie tijdens het bouwproject. Afhankelijke risico's zijn direct

het gevolg van het project, maar er bestaan ook risico's die ook gedeeltelijk of volledig onafhankelijk zijn van het project. Dit hangt samen met de oorzaak en herkomst van het risico. [Flanagan en Norman, 1993]

Nadat de risico's zijn geïdentificeerd en eventueel ingedeeld worden de risico's gekwantificeerd. Hiermee wordt een waarde toegekend aan de kans van optreden en het effect, dit kan zowel kwalitatief als kwantitatief. De meest simpele methode om een waarde toe te kennen is de kwalitatieve methode. Hiermee worden risico's ingeschat vooral op intuïtie. De waarde die wordt toegekend aan een risico ligt tussen nul (wat staat voor geen kans) en één (wat staat voor het treedt zeker op). Met de kwantitatieve methode worden de waarden statistisch berekend bijvoorbeeld door het toepassen van de Monte Carlo methode. De keuze in hoeverre het toekennen van een waarde complex wordt uitgevoerd hangt af van een aantal factoren;

- het type en grootte van het project;
- informatie die voorhanden is;
- de kosten en tijd die nodig is om de analyse uit te voeren;
- ervaring en expertise van de analist.

Voor de risicoanalyse zijn verschillende technieken en methoden ontwikkeld van simpel tot complex als hulpmiddel om de risico's in te schatten.

[Thompsons en Perry, 1992]

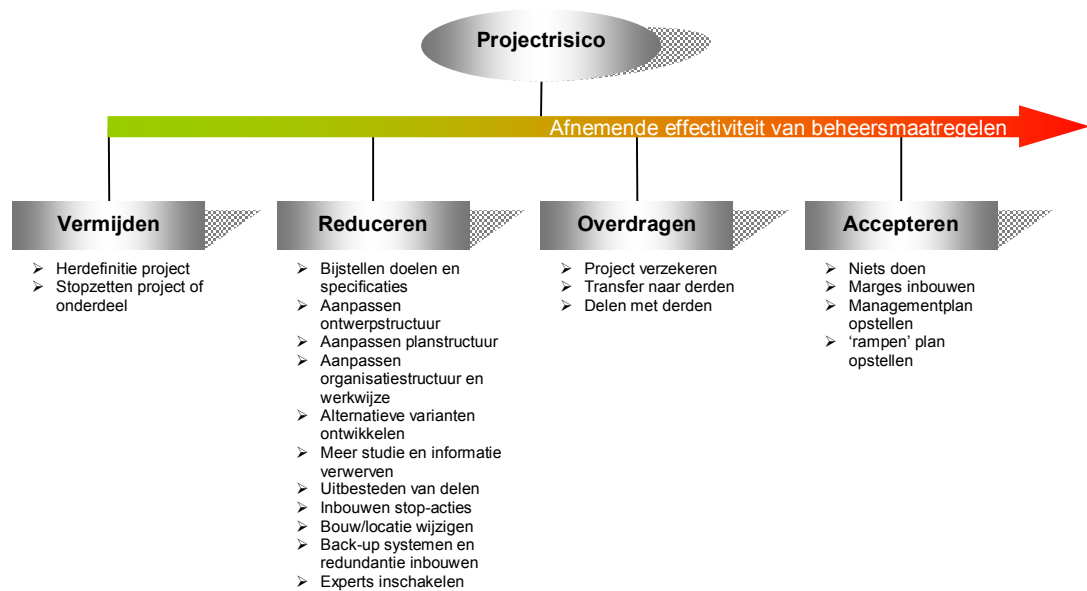
Naast de kwantitatieve risicoanalyse kunnen risico's ook kwalitatief worden geanalyseerd. Onder kwalitatieve risicoanalyse wordt verstaan, het toekennen van een kans en effect waarde aan het risico. Daarnaast kan ook de mate van beïnvloedbaarheid van de risico-gebeurtenis tijdens het projectproces bepaald worden zoals voort komt uit paragraaf 3.2 waarin de elementen van een projectrisico staan beschreven [Halman, 1994]. Op basis van checklisten en ervaring uit het verleden kunnen de verschillende waarde op een relatief makkelijke manier worden geschat. Andere technieken die toegepast kunnen worden zijn het interviewen van de deelnemende partijen en/of het brainstormen van het projectteam. Hiermee worden meestal de belangrijkste risico's geïdentificeerd, waardoor het project beter wordt begrepen en de grootste problemen in kaart zijn gebracht. Bij het gebruik van de kwalitatieve methoden zal de risicoperceptie van de gebruiker onderdeel zijn van de uitkomst. De uitkomst zal dan ook nooit gelijk zijn als verschillende mensen de analyse hebben gemaakt. Bij het gebruik van de kwantitatieve methoden speelt de risicoperceptie van de gebruiker een veel minder grote rol. Kwantitatieve analyses bestaan meestal uit een meer complexere analysetechniek en wordt meestal uitgevoerd door software programma's. Wiskundige modellen en analyse technieken kunnen behulpzaam zijn bij het ontdekken van trends en beter inschatten van kansen. Een probabilistische benadering door het combineren van individuele risico's kan meer inzicht geven in de kansen en de mogelijkheid van optreden. [Thompsons en Perry, 1992]

De voordelen van de risicodiagnose, zoals Gehner [2003] die beschrijft voor de besluitvorming, zijn:

- Het uitvoeren van een risicodiagnose levert aanvullende, objectieve projectinformatie.
- Bij de risicodiagnose wordt een datasysteem opgebouwd met generieke kennis over de projecten, die in de toekomst als referentiekennis kan worden gebruikt.
- Het, voorheen intuïtieve, besluitvormingsproces wordt gerationaliseerd en geobjectiveerd.
- Door het onderkennen van de risico's wordt men bewust van de noodzaak tot beheersmaatregelen.
- Intern wordt de informatieoverdracht verbeterd en wordt een extra communicatie-instrument geïntroduceerd, dat ook van dienst kan zijn in de communicatie met externe partners.

Risicorespons

Na de risicodiagnose is duidelijk om welke risico's het gaat en kunnen maatregelen genomen worden om deze risico's te beheersen. Er zijn vier vormen te onderscheiden in de respons op een risico. In figuur 3.10 worden de vier vormen van beheersmaatregelen afnemend van effectiviteit ten aanzien van het reduceren van kans en effect van het risico weergegeven.



Figuur 3.10 Mogelijke beheersmaatregelen [Halman, 1994]

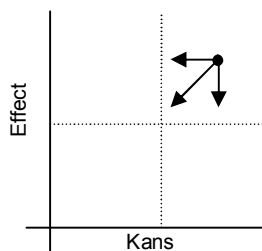
Vermijden Onder een risico vermijden wordt verstaan, het uitsluiten van de kans dat het kan optreden. De meest definitieve maatregel is het stoppen van de voortgang van het project. Ook het nemen van maatregelen om het risico geen effect meer te laten hebben op het project behoort tot de mogelijkheden. [Elkington en Smallman, 2002; Gehner, 2003]

Reduceren Het reduceren van risico's bestaat uit het nemen van maatregelen, zodat de kans van optreden verkleind wordt of het effect wordt verminderd naar een aanvaardbaar niveau. Als beheersmaatregelen ervoor zorgen dat de kans of het effect afneemt zal de plaats van het risico in de risicomatrix veranderen, zoals weergegeven in figuur 3.11. Het is van belang dat de effecten van de genomen maatregelen gemonitord worden tijdens het project om te kijken of zij het gewenste resultaat opleveren. [Halman, 1994; Elkington en Smallman, 2002; Gehner, 2003]

Overdragen Risico-overdracht verkleint het risico niet, maar het wordt verplaatst naar een andere partij binnen het bouwproces. Wat voor de ene partij een groot risico is, hoeft dit niet te zijn voor een andere partij. Vaak is dit de partij die het meest effectief het risico kan beheersen en/of dragen. Er schuilt echter ook een gevaar in risico-overdracht, als de partij waarnaar het risico wordt overgedragen, niet voldoende op de hoogte is van de kans van optreden en het effect ervan, of dat niet voldoende onderkent. De kans dat het risico optreedt binnen het project neemt toe. Dit doet zich vooral voor bij het contractueel overdragen van risico's aan andere partijen door het projectmanagement, omdat de contractant vaak onvoldoende wordt geïnformeerd. Het overdragen van risico's kan bestaan uit het uitbesteden van bepaalde onderdelen van het werk, risico's te verzekeren, risico's voor wat betreft eventueel gevolgschade onder de deelnemende partijen her te

verdelen of een andere partner erbij te zoeken. [Flanagan en Norman, 1993; Halman, 1994; Gehner, 2003]

Accepteren Risico's met een kleine kans van optreden en/of effect kunnen worden geaccepteerd. Dit betekent niet dat er geen beheersmaatregelen genomen kunnen worden voor het risico. Daarnaast, als men beslist om geen extra maatregelen te nemen, mag men het risico niet uit het oog verliezen. Risico's kunnen namelijk in een later stadium andere vormen aannemen. Wanneer een risico geaccepteerd wordt, is per project verschillend en hangt samen met het maximaal te verwachten effect en de projectgrootte. [Halman, 1994; Gehner, 2003]



Figuur 3.11 Verplaatsing risico in risicomatrix door het toepassen van een beheersmaatregel

Om te komen tot de juiste beheersmaatregel zal een besluitvormingsproces ingericht moeten worden. Dit besluitvormingsproces is een belangrijk onderdeel in de risicomanagercyclus. De reden hiervan is dat een beslissing over een toe te passen beheersmaatregel het succes of falen van een project beïnvloed. In de literatuurstudie zijn twee soorten strategieën onderscheiden, om te komen tot een juiste keuze van het toepassen van de beheersmethode, de *satisficing* strategie en de *optimizing* strategie.

De *satisficing* strategie is gebaseerd op het bereiken van een acceptabele oplossing binnen het beschikbare budget en tijd, hierbij wordt niet altijd de optimale maatregel gekozen. Modellen waarvan gebruik gemaakt kan worden bij besluitvorming volgens het 'satisficing' principe zijn: [Halman, 1994]

- Het conjunctieve model (de optie dient te voldoen aan alle acceptatiecriteria of verwerpingcriteria);
- het disjunctieve model, de optie dient te voldoen aan minimaal één criterium om te worden aanvaard of verworpen;
- het compensatoire wegingmodel, accepteren wanneer voldaan wordt aan een gewogen som van acceptatiecriteria.

Bij de *optimizing* strategie vindt een vergelijkende boordeling plaats van alle beschikbare keuzemogelijkheden. Hierbij worden zowel de risico's, de kosten als de verwachte voordelen van een activiteit afgewogen en vergeleken met beschikbare alternatieven. Bij het bepalen van de optimale keuze gaat het om een rationeel proces verkregen via een subjectieve weg. Hierbij kunnen probleemdefinities, kansschattingen en waardeoordelen verschillen naarmate andere mensen de beslissingen nemen. Een objectief vast te stellen 'optimale keuze' bestaat niet. [Halman, 1994]

Risicobeheersing

Risicobeheersing bestaat uit het nemen van maatregelen om het doen optreden van ongewenste gebeurtenissen te verkleinen. Nadat besloten is welk type respons gewenst is, kan een analyse gemaakt worden van de effecten van de mogelijke beheersmaatregelen. De eigenaar van het risico is verantwoordelijk voor het voorkomen van optreden of voor de reductie van effecten van optreden. Nadat de maatregelen zijn geïmplementeerd worden de effecten ervan gemonitord. Er zijn drie factoren aan een project waaraan gemeten kan worden hoe succesvol een project is, dit zijn; kosten, planning en tevredenheid van de

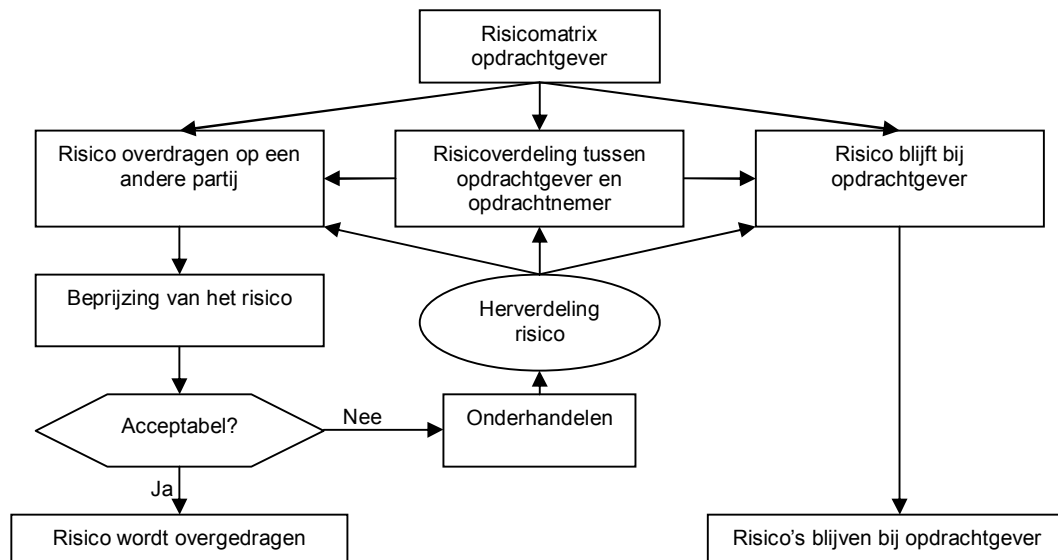
opdrachtgever over de behaalde resultaten. [Wang en Roush, 2000] Bij iedere fase van het project zal een volledige cyclus van risicoanalyse, respons en beheersing gemaakt moeten worden. March en Shapira [1987] concluderen in hun onderzoek naar risicoattitude onder managers, dat 25% van de ondervraagde managers denken dat risico's beheersbaar zijn omdat zij invloed kunnen uitoefenen op de onzekerheden. Hiermee maken zij een onderscheid tussen het nemen van een gok (de parameters zijn exogeen bepaald en oncontroleerbaar) en het nemen van een risico (hierbij kunnen competenties en informatie de onzekerheid verminderen). De risico's worden beïnvloed zodat men denkt de onzekerheid beter te kunnen inschatten, waardoor men niet bereid is om risico's te accepteren. [March en Shapira, 1987]

Om de hele risicomanagementcyclus te ondersteunen en te zorgen voor een goede overdracht van de risico's wordt er een risicodossier opgesteld. Het risicodossier is een dynamisch document waarin alle risico's zijn opgenomen met bijbehorende karakteristieken. Kliem en Ludin [1997] stellen de volgende eisen aan de inhoud van een risicodossier. Een risicodossier moet gemakkelijk leesbaar zijn ook voor mensen voor wie het rapport bedoeld is, dit houdt in dat als de doelgroep minder op de hoogte is van de toegepaste technieken het wel begrijpbaar moet zijn voor die mensen. Het beperken van het gebruik van vakjargon is hierbij belangrijk. Dit zal bijdragen aan een stuk draagvlak voor het toepassen van risicomanagement. Het is van belang dat het risicodossier informatie bevat en geen data. De informatie moet op een doelmatige en overzichtelijke manier worden weergegeven. De inhoud moet een duidelijk overzicht geven van de huidige situatie, de geschiedenis ervan en toekomst scenario's van de geïdentificeerde risico's. Het moet de lezer voldoende informatie geven om zich een beeld te vormen van het risico. Om het risicoproces te verduidelijken wordt aangeraden om illustraties te gebruiken.

3.5 Risicoverdeling in het bouwproces

Een onderdeel van de risicomanagementcyclus is de risicoverdeling. Omdat het bij een risicoverdeling gaat om verantwoordelijkheden waar financiële consequenties tegenover staan worden deze in contracten vastgelegd. Het doel van het contract is in eerste instantie het vastleggen van rechten en plichten en verantwoordelijkheden van de partijen, maar er zal ook een onderdeel risicoverdeling in worden opgenomen als risicomanagement onderdeel is van het project. [Flanagan en Norman, 1993] De RISMAN-methode [2001] ziet dit als een vorm van een beheersmaatregel. De respons op risico is al eerder aan bod gekomen, de mogelijkheden zijn, vermijden, reduceren, overdragen en accepteren. Vooral als risico's worden overgedragen kan er sprake zijn van een bepaalde verdeling daarvan. Vaak worden risico's van de opdrachtgever naar de opdrachtnemer verplaatst. Uit onderzoek van Hanna [2006] naar risico verdeling in de bouwindustrie in Amerika blijkt dat risico's vaak worden afgeschoven op de onderaannemers, partijen die het minste invloed hebben op het beheersen van het risico. In het onderzoek wordt geconcludeerd dat zowel de opdrachtgever als de opdrachtnemer zo vroeg mogelijk in het proces tot een risico allocatie moeten komen. Hierbij moet worden gezocht naar oplossingen die vanuit het oogpunt van risicobeheersing de meest effectieve oplossing is.

De manier waarop dat gebeurt, hangt direct samen met de gekozen contractsvorm. In publiek/private samenwerkingsvormen is het gebruikelijk dat risico's door de deelnemende partijen worden gedragen. Als dit niet het geval is kan aan de hand van de volgende procedure een risicoverdeling ontstaan. [Bing et al., 2005]



Figuur 3.12 Risico allocatie proces [Bing et al., 2005]

Het uiteindelijke doel van de risicoallocatie is dat het risico wordt gedragen door de partij die dit het beste kan qua geld en mogelijkheden. Hierbij kunnen de volgende vragen gesteld worden:

- Welke partij kan het beste het risico controleren wat kan leiden tot het optreden van de ongewenste gebeurtenis.
- Welke partij kan het risico als het optreedt het beste beheersen.
- Welke partij wil invloed behouden of hebben in het proces.
- Welke partij moet het risico dragen als het niet gecontroleerd kan worden.
- Is de premie voor het overdragen van het risico in overeenstemming met het risico.
- Of het overgedragen van het risico niet leidt tot nieuwe risico's.

[Thompsons en Perry, 1992]

3.6 Risico's in de geotechniek

In deze paragraaf zal worden ingegaan op risicomanagement in de geotechniek. Voordat een ontwerp kan worden gemaakt zullen geotechnische gegevens verzameld moeten worden. Hierbij moet een balans worden gezocht tussen de nauwkeurigheid en hoeveelheid van de gegevens en de kosten om aan die gegevens te komen. Zijn de gegevens minder betrouwbaar, dan zal men in het ontwerp daar rekening mee moeten houden, door een hogere veiligheidsmarge toe te passen. De betrouwbaarheid van gegevens wordt mede bepaald door de soort proeven die gedaan worden, hoe geavanceerder de proef des te beter de kwaliteit van de parameters, maar ook de dichtheid van de metingen in het veld heeft hier invloed op. Van Staveren en van Seters [2004] concluderen dat, als er meer aandacht wordt besteed aan de kwaliteit van het grondonderzoek, de risico's in een later stadium van het project zullen afnemen. Dit naar aanleiding van een aantal projecten waarbij vroegtijdig in het project extra grondonderzoek is uitgevoerd, waardoor slimmere en uiteindelijk goedkopere oplossingen zijn toegepast dan in eerste instantie waren voorgesteld. Dit heeft tot gevolg dat tijdens de initiatiefase men meer moet kijken naar grondcondities en meer zal moeten investeren in grondonderzoek om tijdens de ontwerpfase meer rekening te kunnen houden met de ondergrond. Hiermee kunnen risico's worden gereduceerd en kan ook gebruik worden gemaakt van mogelijkheden die uit vroegtijdig onderzoek naar voren zijn gekomen. Hierdoor zullen zich later in de uitvoeringsfase minder problemen voordoen. Voor projecten in de utiliteitsbouw zou dit kunnen betekenen dat, voordat een bouwlocatie wordt aangekocht voor ontwikkeling, men eerst naar de bodemgesteldheid zal kijken.

Clayton [2001] veronderstelt dan ook dat het toepassen van risicomanagement voor het reduceren van geotechnische risico's het meest effectief is tijdens de initiatie- en conceptontwerpfase. In deze fases kan men het ontwerp aanpassen op de geldende geotechnische parameters en kan men ook gebruik maken van de mogelijkheden die de grond biedt.

Er zijn een aantal aanwijzingen waaruit valt af te leiden of geotechnische risico's een rol gaan spelen en van invloed zullen zijn op het projectresultaat:

- Wanneer grond gerelateerd of ondergronds werk een hoog percentage van de totale projectkosten zijn;
- wanneer de uitvoering complex is of er onzekerheid heerst over de grondcondities;
- wanneer het werk wordt uitgevoerd in een complexe omgeving, bijvoorbeeld in een binnenstad waar de effecten op de omgeving van een bouwput minimaal moeten zijn;
- als de aannemer onervaren is bij het soort werk wat moet gebeuren of geen kennis heeft genomen van de grondcondities.

Veel voorkomende grondgerelateerde risico's zijn door van Staveren [2006] geïnventariseerd en verdeeld in vier risico groepen. Doordat er zich vanuit de ondergrond een groot aantal risico's kunnen voordoen die grote gevolgen hebben voor het project, onder andere qua tijd en kosten, komt het vaak voor dat er onenigheid bestaat tussen de opdrachtgever en opdrachtnemer. Hierbij gaat het dikwijls over de vraag wie verantwoordelijk is voor de extra kosten. Hoe dit wordt opgelost hangt veelal af van de gekozen contractsvorm.

Veel voorkomende grond gerelateerde risico's

Geotechnische risico's

- deformatie van de ondergrond (zettingen)
- instabiliteit van grondlagen

Geohydrologische risico's

- onverwachte grondwaterniveaus
- overspannen grondwater
- snel veranderende grondwater condities

Geo-ecologische risico's

- vervuild grondwater
- vervuilde grond

Objecten in de ondergrond

- archeologische vondsten
- oude funderingen
- kabels en leidingen

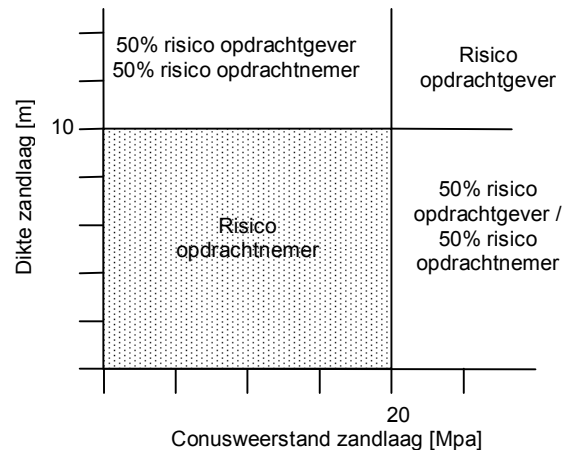
[van Staveren, 2006]

Bij het toepassen van een traditioneel contract worden onvoorziene geotechnische risico's vaak verhaald op de opdrachtgever door de opdrachtnemer. Veelvuldig leidt dit tot discussies over wie verantwoordelijk is en of de opdrachtnemer het niet voorzien zou kunnen hebben. Terwijl bij opdrachten gegeven in de vorm van een DBFM (design, build, finance en maintain) het risico vaak wordt verdeeld tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Ook bij een publiek/private samenwerking worden risico's vaak verdeeld over verschillende partijen.

Een nieuw middel om geotechnische risico's te verdelen in contractvorm is het RV-G (Risico Verdeling – Geotechniek), gepubliceerd in de CUR aanbeveling 105. [CUR, 2006] De RV-G is een contractuele afspraak tussen opdrachtgever en opdrachtnemer over de verdeling van risico's. Deze contractvorm stelt grenswaarden aan risico's waardoor de verantwoordelijkheid over de onvoorziene eigenschappen van de ondergrond duidelijk is. Aan de hand van het volgende voorbeeld zal hierop een toelichting worden gegeven. [van Staveren en Knoeff, 2004]

Voorbeeld meerdimensionale verdeling

Heiproblemen kunnen worden veroorzaakt doordat de draagkrachtige zandlaag te dun is. Als de draagkrachtige zandlaag te dun is moeten langere palen worden gebruikt om voldoende draagkracht voor de constructie te geven. Een andere veelvoorkomend probleem is dat de stijfheid (conusweerstand) van de zandlaag te klein of juist te groot is. Een te lage conusweerstand kan leiden tot lagere paalkracht en daarmee tot langere, zwaardere en/of meer palen bij een zelfde belasting door de constructie. Dit resulteert in hogere kosten. Hoge conusweerstand kunnen leiden tot zwaarder heiwerk, een langere heitijd en/of zwaarder heiblok en een grotere kans op breuk van de palen. In onderstaande figuur is een voorbeeld gegeven van de afspraken die opdrachtgever en opdrachtnemer over de ondergrond kunnen maken betreffende de invloed van een tussenzandlaag op het heien van een paal.



(Bron: CUR aanbeveling 105)

Clayton [2001] stelt dat er een aantal essentiële stappen gemaakt moeten worden in de initiatiefase om een beter management van de geotechnische risico's te kunnen bewerkstelligen.

- Het risicomanagement moet in de initiatiefase al vorm krijgen zodat er aandacht komt voor risico's uit de ondergrond.
- De opdrachtgever moet zijn risicotolerantie niveau bepalen – tot in welke mate vindt men het geoorloofd om bepaalde risico's te lopen.
- Een eerste analyse van mogelijke geotechnische risico's met mogelijke gevolgen voor het projectresultaat moet worden gemaakt.
- Er moet zo vroeg mogelijk na worden gedacht over hoeveel invloed men risico's wil laten hebben op het ontwerp.
- Verantwoordelijkheid voor het voeren van risicomanagement in het project moet worden bepaald.

3.7 Risicomanagement methode in het bouwproces in Nederland

In Nederland zijn initiatieven ontwikkeld om risicomanagement toe te gaan passen, echter het wordt nog niet op uitgebreide schaal toegepast. Rijkswaterstaat heeft het RISMAN model ontwikkeld samen met een aantal andere bedrijven om een eerste aanzet tot risicomanagement in Nederland te bewerkstelligen. Zoals al eerder is opgemerkt, is risicomanagement eigenlijk een onderdeel van projectmanagement. Het doel van projectmanagement is om de kosten, planning en kwaliteit te bewaken. Een risicomanagement methode is een middel om de bewaking van die kosten, planning en de kwaliteit op een gestructureerde manier te laten plaatsvinden. [Kliem en Ludin, 1997] In een onderzoek van Elkington en Smallman [2002] naar project risicomanagement in de utiliteitssector is de conclusie getrokken dat er een sterk verband is tussen het inzetten van risicomanagement en het succes van het resultaat. Daarbij is ook komen vast te staan, hoe eerder in het project risicomanagement wordt ingezet, des te beter zijn de eindresultaten.

De risicomanagement methode waarmee in Nederland de laatste jaren gewerkt wordt, in de bouw, is vooral de methode RISMAN. Deze methode kent weinig diepgang, maar is daardoor wel geschikt om op verschillende soorten en grootte projecten toe te paseen. De RISMAN-methode geeft een globale procesbeschrijving over hoe risicomanagement er volgens de schrijvers uit kan zien. De kritiek die op de RISMAN-methode veel wordt gehoord is dat het proces te vrijblijvend is. Er zijn wel nieuwe initiatieven voortgevloeid uit de RISMAN-methode, één daarvan is IRIS (Integratie van Risicomanagement in Samenwerkingsprojecten). Het doel van het IRIS-project is risicomanagement in de bouwsector zelf verder te ontwikkelen en in de volle breedte toegepast te krijgen. IRIS wordt het ontwikkeltraject op het gebied van risicomanagement, gebaseerd op de kennis vanuit het RISNET initiatief (RISMAN-methode), waarin gestreefd wordt naar het opdoen van ervaring door middel van pilotprojecten. Daarnaast streeft men er ook naar om ervaringen te delen en kennis te ontwikkelen in ateliers en workshops als ondersteuning voor de pilotprojecten. [RISMAN-commissie, 2005; RISNET, 2005; CUR, 2006]

Op dit moment zijn er veel bedrijven die bezig zijn met de ontwikkeling van een risicomanagement methode binnen hun bedrijf. Vaak wordt de RISMAN-methode als basis genomen. Als een risicomanagement methode ontwikkeld wordt moet het voldoen aan een aantal eisen, voordat het goed en volledig geadopteerd kan worden. Een belangrijke eis is dat de gebruikers van de methode bereid zijn om het te gebruiken. Dit wordt bereikt als zij er van overtuigd zijn, dat het een methode is die aansluit bij hun werkzaamheden en goed gebruikt kan worden bij hun projecten. Ook zal het een meerwaarde moeten bieden ten opzichte van de huidige manier van werken. Charnette [1989] heeft geprobeerd om een aantal voordelen van het gebruik van risicomanagement op een rij te zetten. De voordelen die Charnette heeft geïdentificeerd aan de hand van literatuuronderzoek zijn:

- Beter omschreven risico's, verduidelijking en betere afweging van opties en de effecten van en interactie met het project.
- Een gestandaardiseerde gedachtegang waardoor er een consistente kijk op de risico's blijft.
- Weinig verlies van informatie die mogelijk niet mee wordt genomen.
- Verbeterde geloofwaardigheid van plannen, communicatie van rationaliteit van actie wordt gemaakt, in en buiten de organisatie.
- Meer flexibele en geschiktere manier van reageren op risico's met als gevolg dat het management in plaats van constant moet reageren op risico's, men risico's voorziet en vooraf maatregelen neemt.
- Sneller en eerder mogelijkheden herkennen die kunnen leiden tot een beter bouwproject.
- Feedback van uitvoeringsproblemen die in volgende ontwerpen voorkomen kunnen worden.
- Vooraf maatregelen nemen en bewust maken van risico's die zich kunnen voordoen in latere fasen van het project.
- Inzicht, kennis en vertrouwen voor een beter beslissingsproces en over de hele linie een reductie van risico's waaraan het project bloot staat.

Door risicomanagement een plaats te geven binnen projectmanagement kan de methode makkelijker geaccepteerd en geïmplementeerd worden. [Kliem en Ludin, 1997; RISMAN-commissie, 2005]

3.8 Uitgangspunten voor een risicomanagementmethode.

Halman [1994] heeft een aantal methoden onderzocht voor de diagnose van risico's in productinnovatieprojecten. Hierbij is een aantal uitgangspunten geformuleerd waaraan een risicodiagnosemethode voor productinnovatieprojecten zou moeten voldoen. Deze eisen aan de risicomanagement methode zijn vertaald naar eisen aan de risicomanagement methode die toegepast kunnen worden bij bouwprojecten van de geotechnisch adviseur.

- Een risicomanagementmethode moet voldoen aan de volgende functionele eisen:
- Projectrisico's moeten op een systematische wijze worden geïdentificeerd.

- De geïdentificeerde projectrisico's kunnen worden onderscheiden naar de mate van risico.
- Risico's moeten op een consequente wijze worden weergegeven.
- Het besluitvormingsproces, ten aanzien van het kiezen van de juiste beheersmaatregel, vindt plaats op basis van vooraf gestelde criteria en moet voldoende rekening houden met de risicoperceptie.
- De projectrisico's die deel zullen uitmaken van de bouwprojecten kunnen tijdens het projectverloop worden gevolgd en beheerst.

De risicomangementcyclus dient verder te voldoen aan de volgende eisen met betrekking tot de gebruiksvriendelijkheid en bruikbaarheid:

- Geschikt om door een geotechnisch adviseur te kunnen worden toegepast. Dit wil zeggen dat de geotechnisch adviseur op basis van een handleiding en de ontwikkelde hulpmiddelen in een voorkomend geval de risicomangement methode moet kunnen uitvoeren;
- De methode moet voldoende flexibel zijn, zodat het toepasbaar is op zowel op kleine projecten als op grote projecten.
- Efficiënt zijn, dit kan bereikt worden door zowel een positieve kosten/baten balans als een positief effect op de kwaliteit van de werkzaamheden zowel in materiele zin als in immateriële zin. De te verwachte opbrengst zal moet opwegen tegen de investering in tijd en middelen.
- Het project moet overzichtelijk blijven, zowel in planning als in financieel opzicht.

De functionele eisen die zijn opgesomd zullen dienen als criteria voor het valideren van de GeoQ-methode. De eisen met betrekking tot de gebruiksvriendelijkheid en bruikbaarheid van de methode zullen onder andere dienen om de sterke en zwakke punten van de GeoQ-methode te kunnen bepalen. Dit wordt gedaan aan de hand van drie cases, in hoofdstuk 6 zal de analyse en uitwerking van de cases nader worden toegelicht.

4 De GeoQ-methode

Beschrijving van de GeoQ-methode

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de GeoQ-methode ontwikkeld door GeoDelft. Eerst zal beschreven worden hoe GeoQ ontstaan is (paragraaf 4.1), daarna volgt een beschrijving van de zes GeoQ-stappen (paragraaf 4.2). In paragraaf 4.3 volgt een beschrijving van GeoQ in het bouwproces met tot slot in paragraaf 4.4 een conclusie over de methode.

4.1 Het ontstaan van GeoQ

GeoDelft heeft het GeoQ-concept ontwikkeld in 2000 in samenwerking met andere marktpartijen. De GeoQ-methode, waar de Q staat voor 'Quality', is een risico gestuurde aanpak met als doel bodemgerelateerde risico's beter beheersbaar te maken op een gestructureerde manier [van Staveren, 2006]. Dit wordt gedaan vanuit de disciplines geotechniek, geohydrologie en geo-ecologie en moet leiden tot verbeteringen en vernieuwingen van het gehele bouwproces. Het doel wat men wil bereiken is een betere beheersing en mogelijke verlaging van kosten. Wat GeoQ onderscheidt van andere risicomangementmethoden zijn de specifieke tools die ingezet kunnen worden om het proces te ondersteunen. De verschillende tools die beschikbaar zijn, worden beschreven in bijlage 5. Door het toepassen van GeoQ wordt het voor direct betrokken partijen van een bouwproces (opdrachtgevers, aannemers en ontwerpers) mogelijk om gedurende alle fasen van het proces inzicht te krijgen in de met de ondergrond samenhangende risico's. De ontwikkeling van GeoQ is gestart vanuit de gedachte dat momenteel een aanzienlijk deel van ongewenste gebeurtenissen tijdens ontwerp, aanleg en beheer van bouwprojecten voortkomt uit het niet (tijdig) onderkennen van onzekerheden vanuit de ondergrond.

4.2 De GeoQ risicomangement procedure

In dit hoofdstuk zal de GeoQ-methode worden beschreven, zoals die op dit moment gebruikt zou kunnen worden. In eerste instantie was er weinig documentatie beschikbaar binnen GeoDelft, waarin de methode beschreven stond. De eerste aanzet van dit hoofdstuk is dan ook tot stand gekomen aan de hand van informatie uit sheets van presentaties, die in het verleden zijn gegeven, over het toepassen van GeoQ. Dit is aangevuld met informatie verkregen uit memo's, die geschreven zijn in het ontwikkeltraject van de methode. Onduidelijkheden die na het bestuderen van de beschikbare informatie nog bestonden zijn door middel van het houden van interviews weggenomen. Later in het afstudeertraject is het boek Uncertainty and ground conditions van Van Staveren [2006] gepubliceerd, waarin een complete beschrijving van de GeoQ-methode is opgenomen. Omdat het boek pas aan het einde van het afstudeertraject is verschenen zijn naar aanleiding van het boek nog enige aanvullingen gedaan met betrekking tot de beschrijving van de GeoQ-methode. Naar aanleiding van de beschrijving is geprobeerd om een gebruikershandboek samen te stellen. In bijlage 3 is een concept handboek weergegeven.

Het GeoQ-proces is ingericht als ieder andere risicomangementcyclus met een vaste cyclus van stappen, die in iedere fase van het bouwproces weer herhaald worden. Het GeoQ-proces onderscheidt de volgende fasen binnen een bouwproject, zie figuur 4.1. Uiteraard zijn deze fasen flexibel en kunnen deze worden aangepast als een project hierom vraagt.

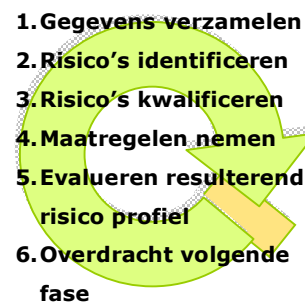


Figuur 4.1 Projectfasen volgens het GeoQ-concept [van Staveren, 2006]

GeoQ maakt het opdrachtgevers mogelijk om in iedere projectfase (initiatie-, voorontwerp, contractvormings-, definitieve ontwerp-, uitvoerings- en beheerfase) optimaal inzicht te krijgen in de geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's. Daarbij maakt GeoQ gebruik van een zes stappenplan. Analoog aan wat gebruikelijk is binnen het werkgebied van risicomanagement is achtereenvolgens sprake van het identificeren van risico's, het kwantificeren van risico's, het vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen en het evalueren van het resulterende risicoprofiel. Door het toevoegen van de processtappen, gegevensverzameling en overdracht naar de volgende fase wordt de beoogde transparantie en duidelijkheid in risicotoedeling binnen het GeoQ-proces expliciet gemaakt. [van Staveren, 2004]

Afhankelijk van de fase waarin het project zich bevindt kunnen bij het uitvoeren van de telkens terugkerende stappen die onderdeel uitmaken van GeoQ specifieke hulpmiddelen ingezet worden. In bijlage 2 wordt schematisch het GeoQ stappenplan weergegeven.

De GeoQ-methode onderscheidt zich van de RISMAN-methode op twee belangrijke punten. Aan de ene kant betreft men specifieke kennis van de ondergrond in het proces en aan de andere kant ontwikkeld men specifieke tools ter ondersteuning van dat proces. Daarnaast is de methode vrijwel alleen ingericht om bodemgerelateerde risico's te beheersen. Dit komt vooral tot uiting in de ondersteunende tools die specifiek ontwikkeld zijn om meer inzicht te krijgen en beter afwegingen te kunnen maken van grond specifieke risico's. Hiermee richt men zich op de technische, ruimtelijke/planologische, juridische en financiële onderdelen van de geotechnische risico's. Risico's op het organisatorische, politiek/bestuurlijke en sociaal/maatschappelijke vlak krijgen niet of nauwelijks aandacht in de methode.

- 
1. Gegevens verzamelen
 2. Risico's identificeren
 3. Risico's kwalificeren
 4. Maatregelen nemen
 5. Evalueren resulterend risicoprofiel
 6. Overdracht volgende fase

Figuur 4.2 GeoQ stappenplan

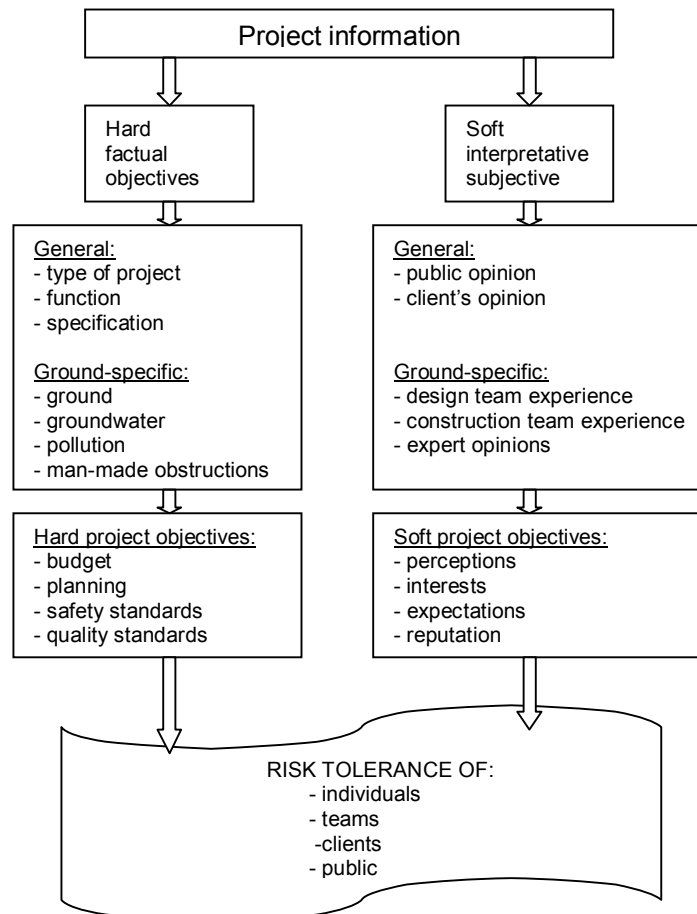
Door bij iedere projectfase de cyclus door te lopen wil men bereiken, dat er voortdurend afwegingen worden gemaakt van de risico's die spelen in het project. Daarnaast verwacht men ook, dat de geotechnische risico's objectiever ingeschat kunnen worden en dat er meer inzicht wordt verkregen in de overige projectrisico's. Op deze manier kan inzichtelijk gemaakt worden, welke (geotechnische) risico's in een bepaalde procesfase gelopen worden en welke partij verantwoordelijk is voor deze risico's. Veelal is dit de partij die de beslissing over het al dan niet accepteren of reduceren van een bepaald risico moet nemen.

GeoDelft als bedrijf heeft veel te maken met opdrachten, die maar een deel van de onderscheiden fasen in een bouwproject beslaan. Vaak is GeoDelft alleen betrokken bij het ontwerp of alleen betrokken bij de toetsing van de uitvoering van een project. Daarnaast wordt GeoDelft ingeschakeld voor het doen van grondonderzoek. In de praktijk is het moeilijk om in het hele bouwproces betrokken te blijven om zo een meerwaarde te creëren met GeoQ. Door de GeoQ stappen wel toe te passen binnen het werk van de geotechnisch adviseur hoopt men een hogere kwaliteit te kunnen leveren en de opdrachtgever eerder op problemen te kunnen wijzen. In de volgende paragrafen zullen de GeoQ-stappen worden beschreven.

4.2.1 Stap 1 Gegevens verzamelen

De eerste stap is het verzamelen van alle relevante gegevens gericht op het verkrijgen van duidelijkheid over het projectdoel. Van Staveren [2006] onderscheidt hierin twee

soorten informatie die verkregen kan worden; harde informatie (functionele en objectieve informatie) en softe informatie (geïnterpreteerde en subjectieve informatie). Aan de hand van de verkregen informatie zal de risicotolerantie van de stakeholders afgeleid kunnen worden, zoals weergegeven in figuur 4.3.



Figuur 4.3 Van project informatie naar project risico tolerantie [van Staveren, 2006]

Hulpmiddelen en verzamelmethode die gebruikt kunnen worden om grond specifieke gegevens te verzamelen binnen het GeoQ-proces zijn;

- de GeoDatabank;
- uitvoeren van oriënterend grondonderzoek;
- geavanceerde laboratorium- of veldproeven;
- of een online monitoringsysteem.

Deze stap is een voorbereiding voor de risico-identificatie en bedoeld om de juiste bronnen aan te boren en tactieken te bepalen voor de volgende stappen. In deze stap wordt ook bepaald wat de nodige diepgang van de cyclus moet worden. Hierbij is het ook van belang om een inventarisatie te maken van de verschillende belangen van partijen die betrokken zijn bij het bouwproces. Dit kan grote invloed hebben op de effectiviteit en betrouwbaarheid van informatie.

4.2.2 Stap 2 Risico-identificatie

De tweede stap betreft het inventariseren van risico's. In de identificatie fase worden de projectrisico's geïdentificeerd, hierbij worden de risico's in groepen verdeeld naar afkomst en oorzaak. Elke gebeurtenis die een negatieve invloed uitoefent op één van de projectdoelen moet worden aangemerkt als een risico [van Staveren, 2006]. Om een goede risico-identificatie te kunnen maken is het gewenst, dat gedacht wordt vanuit alle

belanghebbenden. Aan de hand van de ter beschikking gestelde gegevens en opgedane kennis dient een inventarisatie van geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's plaats te vinden. Een veel voorkomend probleem bij risico-identificatie is dat er zo veel risico's worden geïdentificeerd dat men het overzicht verliest. Door de risico's te categoriseren naar risicogroepen kan men beter overzicht houden [van Staveren, 2006]. In het GeoQ-proces worden de volgende risicogroepen onderscheiden.

Risico's gerelateerd aan:

- Geotechniek
- Geohydrologie
- Geo-ecologie
- Objecten in de ondergrond
- Contract / PVE
- Kwaliteit materiaal/ materieel en gegevens

Deze risicogroepen kunnen ook dienen als kapstok om het identificatieproces overzichtelijker te laten verlopen.

Naast de verdeling naar soorten risico kan er een onderverdeling gemaakt worden in projectonderdelen. Dit wordt vooral bij grote projecten toegepast die bestaan uit meerdere objecten. Door bijvoorbeeld voor de verschillende objecten na te gaan welke ontwerp- en uitvoeringsvarianten mogelijk zijn, kan een bodemgerelateerd risicodossier opgesteld worden. Er zijn verschillende methoden die toegepast kunnen worden om de risico's te identificeren. Dit zijn:

- Literatuur – Is er literatuur over een bepaalde uitvoeringsmethode te vinden of andere relevante literatuur waarin risico's staan beschreven?
- Checklisten (GeoDatabank)– Aan de hand van Checklisten kan worden gecontroleerd of er geen risico's over het hoofd worden gezien.
- Ervaringsdatabank (GeoBrain) – Ervaringen uit het verleden kunnen helpen bij het identificeren van risico's waar die zich in het verleden hebben voorgedaan.
- Interviews – Het interviewen van bijvoorbeeld de opdrachtgever kan ervoor zorgen dat ook vanuit andere perspectieven naar risico's wordt gekeken.
- Schriftelijke enquête – Een alternatief voor een interview kan het afnemen van een schriftelijke enquête zijn.
- Brainstormsessie – Meerdere mensen in één sessie over risico's laten nadenken werkt versterkend en genereert ideeën.
- EBR sessie – Een alternatieve manier voor een brainstormsessie die wordt toegepast in grotere projecten waarbij de onafhankelijkheid ten aanzien van de mening van de deelnemers wordt gewaarborgd.

De keuze om een bepaald middel in te zetten hangt af van de complexiteit van het project en het beschikbare budget.

4.2.3 Stap 3 Risico classificatie / kwantificering

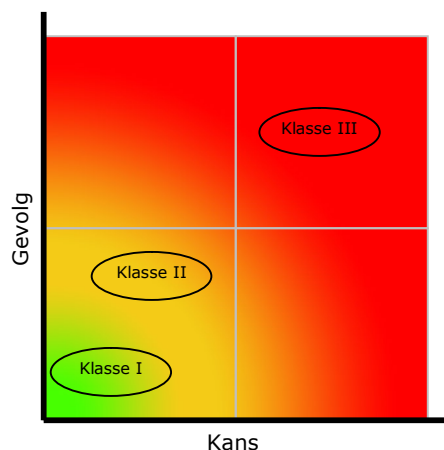
Na de inventarisatie volgt de derde stap: het classificeren van de risico's. Het classificeren / kwantificeren van de geïdentificeerde risico's is van belang om te komen tot een ordening binnen het risicodossier. De geïdentificeerde risico's worden gekwantificeerd door enerzijds de bepaling van de kans van optreden (oorzaak); anderzijds zullen de gevolgen gekwantificeerd worden in termen van geld, tijd, kwaliteit en imago. Hiervoor kunnen deskundigen worden ingeschakeld, berekeningen met software van Delft GeoSystems worden uitgevoerd en ervaringsdatabases worden geraadpleegd (GeoBrain).

Er worden drie niveau's onderscheiden om te komen tot een kwantificering van risico's in termen van oorzaak (kans van optreden) en gevolg.

- Kwalitatief – Prioriteren van de belangrijkste risico's;
- Semi kwantitatief – Toekennen van kansen en gevolgen door middel van ervaring in bijvoorbeeld een Electronic Boardroom sessie (EBR) of brainstormsessie;

- Kwantitatief – Kansen en gevolgen berekenen aan de hand van ervaringsgegevens (Statistisch) of door faalmechanismen (Probabilistisch).

In een EBR-sessie kunnen, nadat de risico's geïdentificeerd zijn, in dezelfde sessie, de risico's worden gekwantificeerd. Om de omvang van de risico's te kunnen vaststellen, wordt de deelnemers aan de sessie gevraagd, om van de ongewenste gebeurtenissen de kans en het gevolg in te schatten op een schaal van 1 tot 3. Om dit éénduidig en gestructureerd te kunnen doen wordt zowel de kans van optreden als het gevolg onderverdeeld in een drietal aspecten, die gezamenlijk de totale kans respectievelijk het totale gevolg bepalen. Tevens zijn grenzen vastgesteld, die gerelateerd zijn aan de verschillende subscores. In bijlage 4 wordt dit systeem verder uitgewerkt. De beoordelingen van alle deelnemers worden gecombineerd, waarbij voor elke ongewenste gebeurtenis een totale kans- en gevolgscore (voor tijd, geld en kwaliteit) wordt berekend. De uitkomsten kunnen grafisch worden weergegeven in een risicomatrix. Aan de hand daarvan kunnen verschillende klassen worden onderscheiden van risico-urgentie, zoals afgebeeld in figuur 4.4.



Figuur 4.4 Klasse verdeling van risico's aan de hand van een matrix

In verschillende fasen zal de classificatie van risico's anders uitgevoerd worden. In de initiatiefase zal het volstaan met het raadplegen van experts, later kan mogelijk een probabilistische benadering gewenst zijn.

4.2.4 Stap 4 Vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen

Na het identificeren en kwantificeren van de verschillende risico's is het formuleren van beheersmaatregelen een volgende stap. Voor dat mogelijke beheersmaatregelen vast worden gesteld is het van belang om de risico's te structureren. Van Staveren [2006] beschrijft hierin drie substappen, risico structurering, risico analyse en risico beheersing.

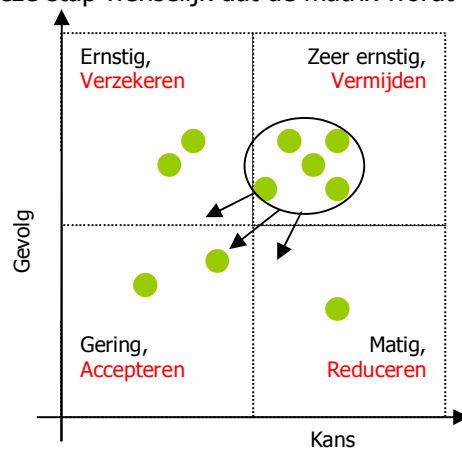
De risico structurering heeft deels al plaatsgevonden in de identificatiefase. Door ook een bepaalde structurering naar mate van oorzaak en gevolg aan te brengen zal het makkelijker worden om beheersmaatregelen vast te stellen. Daarnaast is het van belang om aandacht te schenken aan de allocatie van het risico bij een betrokken partij in het bouwproces. Uiteindelijk zal deze het risico moeten beheersen met de middelen die hij voor handen heeft.

De risico analyse bestaat uit het analyseren van oorzaak-gevolg verbanden van risico's. Hierbij zal blijken dat verschillende risico's onderling verbonden zijn. Er zijn verschillende methoden ontwikkeld om de analyse uit te voeren zoals, Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Failure Mode Effect and Criticality Analysis en de Multiple Causation. Deze methoden kunnen worden toegepast bij grote projecten. Voor kleinere projecten zullen dergelijke methoden niet worden ingezet.

In de subfase risico beheersing zal men voor verschillende typen beheersmaatregelen kunnen kiezen; het risico vermijden, reduceren, overdragen en/of accepteren. Welk type gekozen wordt, of een combinatie ervan, zal afhangen van het soort risico, de grootte

ervan en ook de projectfase waarin het project zich bevindt. De wenselijkheid van het treffen van beheersmaatregelen en het toewijzen dan wel verdelen van risico's, hangt samen met de grootte en de aard van het risico. Bij beheersmaatregelen kan gedacht worden aan maatregelen, die de kans van optreden verkleinen (oorzaakgericht), maatregelen die de gevolgen reduceren (gevolggericht) en maatregelen die beide doen.

Nadat mogelijke beheersmaatregelen zijn opgesteld, moet een beslissing genomen worden over welke beheersmaatregel wordt toegepast of welke combinatie van beheersmaatregelen moet worden toegepast. In de beslissing zal gedacht moeten worden aan kosten, tijd, kwaliteit en imago. Deze laatste lijkt vreemd, maar het kan voorkomen dat er een goede maatregel bestaat om de gevolgen te beperken, die zeer onwenselijk is vanwege publiciteit, desondanks zal er gekozen moeten worden om de kans te verkleinen. Door beheersmaatregelen te nemen, door de kans van optreden te reduceren en/of de gevolgen te verkleinen, zullen de risico's gaan schuiven op de risicomatrix. Het is daarom ook in deze stap wenselijk dat de matrix wordt aangepast naar de nieuw ontstane situatie.



Figuur 4.5 Risicomatrix, reduceren risico's

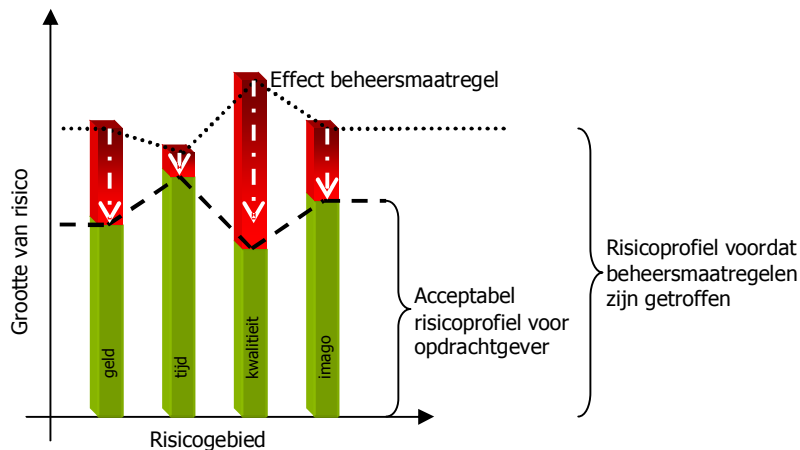
Het GeoQ-proces maakt onderscheid tussen de volgende type beheersmaatregelen:

1. Passief accepteren door niets doen en afprijzen c.q. verzekeren;
2. Actief accepteren en kansreducerende beheersmaatregelen toepassen;
3. Actief accepteren en gevolgreducerende beheersmaatregelen toepassen;
4. Afbakenen en gedeeltelijk alloceren bij de opdrachtgever (RV-G systematiek);
5. Volledig plaatsen bij de opdrachtgever.

4.2.5 Stap 5 Evalueren resulterend risicoprofiel.

In de vijfde stap van het GeoQ-proces wordt het resulterende risicoprofiel geëvalueerd, van Staveren [2006] stelt hier twee substappen voor. De eerste stap houdt een evaluatie in van voorgaande stappen van het GeoQ proces. Hierin wordt onder andere aandacht besteed aan, zijn alle risico's geclassificeerd en of voor alle risico's maatregelen genomen zijn. De tweede stap houdt een voorspelling in van het effect en uitkomst van de genomen maatregelen. Bij het vaststellen van beheersmaatregelen is men vooral bezig om maatregelen per risico te bekijken en vast te stellen. In deze stap is het van belang dat er een overzicht wordt gecreëerd van het totale risicoprofiel voor het project. Hierbij wordt gekeken naar kosten, tijd, kwaliteit en imago. In figuur 4.6 is dit schematisch weergegeven, het totale risico van de elementen tijd, kwaliteit, kosten en imago zijn voorgesteld als een staaf in de diagram, na het nemen van beheersmaatregelen zal het totale risico kleiner worden, waarmee de lengte van de staaf zal afnemen. Het totale risicoprofiel moet acceptabel zijn, is dit niet het geval dan zullen extra maatregelen genomen dienen te worden. Tevens moet gekeken worden naar de totale extra kosten die de beheersmaatregelen met zich meebrengen, de kosten moeten in verhouding staan tot de effecten van de gerealiseerde risicoreductie.

Voor kleinere projecten kan het zijn dat het uitdrukken van risico's in een risicoprofiel meer werk is dan het aan meerwaarde oplevert. Dan kan worden volstaan met een afweging tussen beheersmaatregelen en een inschatting van de geotechnisch adviseur over het totaal risico van het project. Vaak gebeurt dit al in één adem met het nemen van beslissingen over de te nemen beheersmaatregelen. Het is wel van belang dat er wordt nagedacht over het totaal aantal beheersmaatregelen en of de kosten daarvan in verhouding staan tot het project.



Figuur 4.6 Schematisch weergegeven risicoprofiel

4.2.6 Stap 6 Overdracht volgende fase

De laatste fase van de GeoQ-methode besteedt aandacht aan de communicatie over risico's, het opstellen van een risicodossier en het verdelen van de risico's. De beheersmaatregelen zullen in het risicodossier worden vastgelegd met een vermelding van de partij die de verantwoordelijkheid daarvoor draagt. Hiermee wordt transparantie en duidelijkheid in risicotoedeling nagestreefd, wat van belang is tijdens het verdere vervolg van het project.

Bij kleine projecten kan er ook voor gekozen worden om het risicodossier te integreren in het opdrachtrapport. Voor een ontwerp-opdracht zal dit inhouden dat risico's worden beschreven met de mogelijke beheersmaatregelen. In de aanbevelingen zal expliciet gemaakt moeten worden dat door het toepassen van bepaalde beheersmaatregelen, om gevolgen te beperken, het totale risicoprofiel van het project wordt beïnvloed. Dit kunnen maatregelen zijn die het ontwerp optimaliseren, maar ook maatregelen om tijdens de uitvoering risico's te reduceren. Deze laatste groep maatregelen kunnen alleen voorgesteld worden als aangenomen kan worden dat de maatregelen worden toegepast zodat het risicoprofiel hierin ook mee wijzigt.

Aan de risico's moet een verantwoordelijkheid worden toegeschreven. Dit wordt gedaan bij het verdelen van de risico's.

Verdelen risico's

Een aanvullende stap betreft het verdelen van risico's tussen de opdrachtgever en de opdrachtnemer. Het verdelen van de risico's aan de hand van de RV-G methode (RisicoVerdeling Geotechniek) zal vooral zinvol zijn bij grote en complexe projecten, de methode komt oorspronkelijk uit de Verenigde Staten. Dit is een contractuele afspraak over de schematisering van de ondergrond waarin is vastgelegd wie verantwoordelijk is bij eventuele afwijkingen in de ondergrond en hoe die afwijkingen worden aangetoond. Deze methode wordt vooral toegepast bij het toepassen van nieuwe contractsvormen.

Risicodossier

Een risicodossier kan een database of tabel zijn waarin alle risico-informatie overzichtelijk wordt weergegeven. Daarbij worden de geïdentificeerde risico's onderverdeeld in categorieën, waarbij bijvoorbeeld gedacht kan worden aan een indeling in financiële risico's, risico's in bouwtijden, onderhoudsbehoefte en veiligheid van de gebruiksfase. Naarmate de risicoanalyse verder wordt doorlopen zal het risicodossier steeds verder worden aangevuld met nieuwe en gedetailleerdere risico's. Het risicodossier moet kunnen dienen als communicatiemiddel over risico's tussen verschillende betrokken partijen. Het risicodossier moet bestaan uit de volgende onderdelen:

- Inventarisatie van ongewenste gebeurtenissen (oorzaken van de risico's), onderverdeeld per projectfase;
- Aard van het risico (Categorie);
- Locatie of object waar het risico betrekking op heeft;
- Kwantificering van de kans van optreden en het gevolg in tijd, geld en kwaliteit;
- Verantwoordelijke partij(en) voor het risico;
- Type en beschrijving van beheersmaatregelen;
- Risicoverdeling opdrachtgever/opdrachtnemer.

4.3 GeoQ binnen het bouwproces

Binnen GeoDelft zou men graag zien dat de GeoQ-methode wordt toegepast vanaf de initiatiefase tot en met de uitvoeringsfase. Vanuit het risicomanagement oogpunt is dit een goed streven. In de praktijk is het echter voor een instituut als GeoDelft moeilijk betrokken te raken bij de eerste initiatiefase. Dit komt onder andere doordat er maar een beperkt aantal partijen betrokken is bij de initiatiefase. De opdrachtgever is uiteraard betrokken bij de initiatiefase en ook een adviseur kan betrokken zijn, dit is echter meestal geen geotechnisch adviseur.

GeoDelft wordt vaak wel betrokken in de ontwerpfase. Bij grote multidisciplinaire projecten wordt GeoDelft vaak ingeschakeld via de ontwerpende partij en neemt zij specifieke onderdelen voor haar rekening. Bij projecten die grotendeels betrekking hebben op de ondergrond, bijvoorbeeld een dijkverlegging, zal GeoDelft rechtstreeks worden benaderd als ontwerpende partij.

Er zijn maar enkele projecten waar GeoDelft vanaf de ontwerpfase tot en met de uitvoeringsfase betrokken is. In deze projecten zou GeoQ toegepast kunnen worden, echter het is ook van belang dat opdrachtgevers het nut zien van het toepassen van een aparte risicomanagementcyclus specifiek voor de ondergrond. Het is daarom van belang dat de methode aan kan sluiten bij andere vormen van risicomanagement. In geval van een beperkte betrokkenheid bij het bouwproces is het lastig om het GeoQ-proces tot uitvoering te brengen.

In de volgende tabel is een overzicht weergegeven van de verschillende processtappen die binnen het bouwproces aan de hand van GeoQ doorlopen worden. Tevens zijn de verschillende inzetbare tools weergegeven bij de verschillende processtappen.

Bouwproces fasen	GeoQ-proces stappen	GeoQ tools en inzetbaarheid											
		Risicodossier	Checklisten	GeoBrain	EBR	GeoCheck	Delft GeoSystems	Monte Carlo simulatie	Geolab	Hermes	Consequentie kaarten	RV-G	GeoDatabank
Initiatiefase	1. Gegevens verzamelen												
	2. Risico's identificeren	•	•	•	•				•		•		•
	3. Risico's kwalificeren				•		•	•	•				
	4. Maatregelen nemen			•			•		•	•	•		
	5. Evalueren resulterend risico profiel												
	6. Overdracht volgende fase	•											
Contract	Risico's verdelen												

Bouwproces fasen	GeoQ-proces stappen	GeoQ tools en inzetbaarheid											
		Risicodossier	Checklisten	GeoBrain	EBR	GeoCheck	Delft GeoSystems	Monte Carlo simulatie	GeoLab	Hermes	Consequentie kaarten	R/V-G	GeoDatabank
Voorontwerp	1. Gegevens verzamelen												
	2. Risico's identificeren	•	•	•	•				•		•		•
	3. Risico's kwalificeren				•		•	•	•				
	4. Maatregelen nemen			•			•		•	•	•		
	5. Evalueren resulterend risico profiel												
	6. Overdracht volgende fase	•											
Contract	Risico's verdelen												
Definitief ontwerp	1. Gegevens verzamelen												
	2. Risico's identificeren	•	•	•	•				•		•		•
	3. Risico's kwalificeren				•		•	•	•				
	4. Maatregelen nemen			•			•		•	•	•		
	5. Evalueren resulterend risico profiel												
	6. Overdracht volgende fase	•											
Contract	Risico's verdelen											•	
Contract uitvoering	1. Gegevens verzamelen												
	2. Risico's identificeren	•	•	•	•				•		•		•
	3. Risico's kwalificeren				•		•	•	•				
	4. Maatregelen nemen			•			•		•	•	•		
	5. Evalueren resulterend risico profiel												
	6. Overdracht volgende fase	•											
Contract	Risico's verdelen												
Contract beheerfase	1. Gegevens verzamelen												
	2. Risico's identificeren	•	•	•	•				•		•		•
	3. Risico's kwalificeren				•		•	•	•				
	4. Maatregelen nemen			•			•		•	•	•		
	5. Evalueren resulterend risico profiel												
	6. Overdracht volgende fase	•											

Tabel 4.1 Opbouw van de GeoQ-methode met beschikbare tools voor de verschillende fase binnen het proces.

4.4 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de verschillende stappen van de GeoQ-methode beschreven. Duidelijk is geworden dat de GeoQ-methode geen "standaard" risicomanagementcyclus is zoals bijvoorbeeld de RISMAN-methode. In eerste instantie is de methode gericht op het identificeren en beheersen van geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's. Dit komt vooral tot uiting in de ontwikkelde tools die ingezet kunnen worden om het proces te ondersteunen⁵. Dit betekent niet dat de methode niet ingezet kan worden voor het beheersen van andere soorten risico's dan geotechnische risico's. Immers de methode voldoet aan de definitie zoals gegeven door Gehner [2003], projectrisicomanagement is een methode is die door een procesmatige benadering tracht projectrisico's te elimineren dan wel te reduceren en opportuniteiten te benutten. Dit wordt gedaan aan de hand een van cyclisch proces waarbinnen risicoanalyse, risicorespons en risicobeheersing belangrijke elementen zijn. In de onderstaande tabel zijn de GeoQ-stappen weergegeven zoals die gevolgd moeten worden binnen de verschillende bouwfasen in het bouwproject.

GeoQ is een risicomanagementcyclus voor risico's vanuit de ondergrond. GeoQ kan worden ingezet als risicomanagementmethode voor het gehele project, maar ook als ondersteunende cyclus binnen een risicomanagementproces. Voor zover de risico's geen betrekking hebben op de ondergrond zullen deze dan niet beheerst worden door de GeoQ-methode, maar door het projectrisicomanagement. In de projectcase 3 zal dit duidelijk naar voren komen.

⁵ Zie voor een beschrijving van de tools bijlage 5

5 Toetsing GeoQ aan de bevindingen in de literatuur

Analyse van de overeenkomsten en verschillen

In de literatuurstudie zijn de belangrijkste elementen, die onderdeel zijn van een risicomanagementcyclus, beschreven. In dit hoofdstuk worden in paragraaf 5.1 de bevindingen uit de literatuurstudie getoetst aan de bevindingen van de werking van de GeoQ-methode. Vervolgens wordt er in paragraaf 5.2 een vergelijkende analyse gemaakt tussen de GeoQ-methode en de RISMAN-methode. Tot slot volgt er een conclusie (paragraaf 5.3).

5.1 GeoQ toetsing

In de literatuurstudie zijn verschillende facetten van het gebruik en de werking van een risicomanagementmethode beschreven. Uiteindelijk zijn in paragraaf 3.8 een aantal criteria geformuleerd waaraan een risicomanagementmethode zou moeten voldoen, om het beoogde effect te bewerkstelligen. De geformuleerde eisen zijn opgedeeld in twee delen, namelijk eisen met betrekking tot de functionaliteit van de methode en eisen aan de gebruiksvriendelijkheid van de methode voor de gebruikers. In de volgende paragrafen zullen beide facetten verder worden uitgewerkt.

5.1.1 Functionele eisen

Een risicomanagementmethode moet voldoen aan de volgende functionele eisen.

Projectrisico's moeten op een systematische wijze worden geïdentificeerd.

De GeoQ-methode schrijft voor, in stap 2 van de cyclus, dat aan de hand van zes risicogroepen⁶ de risico's moeten worden geïdentificeerd. Daarbij worden verschillende tools beschikbaar gesteld, om aan informatie te komen over de potentiële risico's, zoals het raadplegen van een ervaringsdatabase of het houden van een EBR-sessie. Naarmate het bouwproces verder ontwikkelt, zal men behoefte hebben aan meer gedetailleerde informatie over risico's. Er kan dan ook gekozen worden voor methoden die daarin voorzien. Tijdens iedere bouwprojectfase zal een risico-identificatieproces worden ingericht om nieuwe risico's te identificeren. De geotechnisch adviseur zal zelf moeten bepalen welke middelen hij nodig acht om de potentiële risico's op een systematische wijze te identificeren.

De geïdentificeerde projectrisico's kunnen worden onderscheiden naar de mate van risico.

In stap 3 van de GeoQ-methode worden risico's geclassificeerd, hierbij worden drie niveaus onderscheiden, aan de hand waarvan de risico's ingeschat kunnen worden, kwalitatief, semi-kwalitatief en kwantitatief. De kwalitatieve methode voorziet niet in het toekennen van kans, gevolg en beïnvloedbaarheid, maar laat de geotechnisch adviseur op eigen inzicht een mate van belangrijkheid toekennen aan de risico's. Dit heeft tot gevolg dat eigen risicoperceptie een belangrijke rol speelt, mede hierom wordt in de literatuur het gebruik van deze methode afgeraden.

De semi kwantitatieve methode voorziet wel in het toekennen van kans en gevolg, maar niet in de mate van beïnvloedbaarheid. Binnen het GeoQ-proces is geen tool beschikbaar, die ingezet kan worden om aan de hand van een gestructureerd proces te komen tot een mate van kans, gevolg. Hierbij zal de risicoperceptie van de geotechnisch adviseur dan ook een belangrijke mate van invloed hebben. Deze invloed wordt kleiner naarmate er meer

⁶ Geotechniek, Geohydrologie, Geo-ecologie, Objecten in de ondergrond, Contract / PvE en Kwaliteit materiaal/ materieel en gegevens

adviseurs betrokken zijn bij de toekenning van kans en gevolg. Bij grote projecten waaraan een EBR-sessie gewijd wordt, voorziet het EBR-proces in een gestructureerde manier van risico classificatie. Bij de semi-kwantitatieve aanpak kan men ook overwegen om een invloedsdiagram, in combinatie met een tornadodiagram, toe te passen om een ondersteunende bijdrage te leveren aan het nemen van beslissingen over risico's. Het idee achter het tornadodiagram is, dat het risico dat het meeste invloed heeft op het project, zichtbaar wordt gemaakt. Dit wordt gedaan door aan ieder risico een minimum, een meest waarschijnlijke en maximum waarde toe te kennen. Doordat verhoudingen en invloeden in het invloedsdiagram zijn bepaald, kan het meest invloedrijke risico worden berekend.

Met de kwantitatieve aanpak worden kans en gevolg berekend, hierbij is ook aandacht voor de beïnvloedbaarheid van het risico. Door het toepassen van bijvoorbeeld oorzaak en gevolgdigrammen wordt de beïnvloedbaarheid impliciet mee genomen. Ook wordt de invloed van de risicoperceptie van de geotechnisch adviseur beperkt door het toepassen van statistische modellen en probabilistische berekeningen.

Risico's moeten op een consequente wijze worden weergegeven

In de GeoQ-methode wordt niet een eenduidige manier voorgeschreven de risico's weer te geven, zoals bijvoorbeeld gedaan zou kunnen worden in een risicomatrix. Dat er geen risicomatrix wordt opgesteld kan ook te maken hebben met het feit dat het niet standaard is dat kans en gevolg worden toegekend aan een risico zoals bij de kwalitatieve methode het geval is. Als dit wel gedaan wordt op een snelle en makkelijke manier, zodat het niet veel tijd kost, zou het gebruik van een risicomatrix gestimuleerd kunnen worden.

Het besluitvormingsproces, ten aanzien van het kiezen van de juiste beheersmaatregel, vindt plaats op basis van vooraf gestelde criteria en moet voldoende rekening houden met de risicoperceptie

De GeoQ-methode onderscheidt een fase waarin beheersmaatregelen vastgesteld dienen te worden, namelijk stap 4 in het proces. Er worden echter geen procedures aangegeven hoe het beslissingsproces ingericht dient te worden. De beslissing over welke beheersmaatregel toegepast dient te worden en aan welke criteria de beheersmaatregel moet voldoen krijgt daarom onvoldoende aandacht in het proces. Ook met de risicoperceptie van de beslissingsnemer wordt geen rekening gehouden in het proces.

Als men een keuze moet maken tussen verschillende beheersmaatregelen zullen verschillende aspecten een rol spelen, de belangrijkste aspecten zijn effectiviteit, kosten en inzet van tijd. Het is dus van belang dat er enig inzicht wordt verkregen in de kosten, effectiviteit en benodigde tijd van de voorgestelde maatregelen. Dat er op dit moment weinig aandacht aan de aspecten kosten, tijd en effectiviteit worden gegeven kan als oorzaak hebben, dat het moeilijk is om deze op voorhand in te schatten.

De projectrisico's die deel zullen uitmaken van de bouwprojecten kunnen tijdens het projectverloop worden gevolgd en beheerst.

De GeoQ-methode schrijft voor dat er een risicodossier opgesteld moet worden. Hierin moet onder andere aandacht zijn voor de vastgestelde beheersmaatregelen en de verantwoordelijke partij. Omdat een risicorapport vaak uit een aantal standaard onderdelen bestaat, zou het aan te raden zijn om een standaard format te ontwerpen, waarop risicorapporten in de toekomst gebaseerd kunnen worden.

5.1.2 Bruikbaarheideisen

De risicomangementencyclus dient verder te voldoen aan de volgende eisen met betrekking tot de gebruiksvriendelijkheid en bruikbaarheid van de methode.

Geschikt om door een geotechnisch adviseur te kunnen worden toegepast. Dit wil zeggen dat de geotechnisch adviseur op basis van een handleiding en de ontwikkelde hulpmiddelen in een voorkomend geval de risicomangementmethode moet kunnen uitvoeren.

De methode is geschikt om toegepast te worden in het werk van de geotechnisch adviseur. Vaak worden de GeoQ-stappen nu al in bepaalde mate toegepast binnen het

uitvoeren van projecten. De GeoQ-methode zal er voor zorgen dat stappen expliciet worden gemaakt en de projectaanpak gestructureerd zal worden. Op dit moment staat de methode beschreven in Uncertainty and ground conditions [van Staveren, 2006]. Tevens is in dit onderzoek een aanzet gegeven tot het opzetten van een handboek. Het is aan te bevelen om deze verder uit te werken en aan te blijven vullen met nieuwe ontwikkelingen. Op een aantal onderdelen is de methode nog niet volledig uitgekristalliseerd en zal er meer structuur in aangebracht moeten worden. Op welke punten dit van toepassing is, zal blijken uit de bestudering van de projectcases.

De methode moet voldoende flexibel zijn, zodat het toepasbaar is op zowel op kleine projecten als op grote projecten.

Omdat er voor een aantal onderdelen nog geen duidelijke structuur vastligt, lijkt er nog voldoende ruimte voor flexibiliteit. Of de methode echt flexibel is ten aanzien van de grootte van projecten zal later duidelijk worden, als de pilotprojecten zijn geanalyseerd. Het uiteindelijke doel bij flexibiliteit moet zijn, dat er bij grote en risicovolle projecten een uitgebreidere risicomanagementcyclus wordt doorlopen. Bij kleine minder risicovolle projecten kan worden volstaan met een minder diepgaande risicoanalyse, die snel en doeltreffend kan worden uitgevoerd.

Efficiënt zijn, dit kan bereikt worden door zowel een positieve kosten/baten balans als een positief effect op de kwaliteit van de werkzaamheden zowel in materiële zin als in immateriële zin. De te verwachte opbrengst zal moet opwegen tegen de investering in tijd en middelen.

Dit onderdeel is opgesplitst in een onderdeel kosten en een onderdeel kwaliteit.

Kosten

Er kan in dit stadium van het onderzoek nog geen uitspraak gedaan worden over mogelijke kostenbesparingen. Het is moeilijk inzicht te verkrijgen in de extra tijd die de geotechnisch adviseur moet steken in het toepassen van risicomanagement. Dit komt vooral omdat de methode nog niet volledig is vastgelegd. Ook is het lastig in te schatten of in een later stadium tijdwinst valt te behalen doordat risicomanagement is toegepast. Ditzelfde geldt ook voor het kostenaspect. Het is moeilijk meetbaar te maken wat de extra kosten zullen zijn en welke kosten in een later stadium bespaard kunnen worden.

Kwaliteit

Of er een hogere kwaliteit wordt bereikt, kan moeilijk objectief meetbaar gemaakt worden. Wel kan worden geconcludeerd dat de kans, dat belangrijke onderdelen onderbelicht blijven in een project afneemt, waardoor de optelsom van de geleverde kwaliteit groter zal zijn. Daarnaast speelt nog een ander element mee, namelijk de vraag vanuit de markt waarvoor GeoDelft projecten doet. Hier valt een trend te ontdekken dat men steeds meer om een risicogestuurde aanpak vraagt. Door een gestructureerde risicomanagementmethode te introduceren binnen GeoDelft kan een constante kwaliteit en herkenbaarheid naar de markt worden bewerkstelligd.

Het project moet overzichtelijk blijven, zowel in planning als in financieel opzicht.

Het blijkt erg moeilijk te zijn om een kosten-batenanalyse te maken van mogelijk toe te passen beheersopties. Misschien kan zelfs gesteld worden dat er meer onduidelijkheid bestaat over het financiële plaatje van een project door het toepassen van risicomanagement. Bij projecten waar geen risicomanagement wordt toegepast heerst een schijnbare financiële zekerheid, men houdt onvoldoende rekening met risico's, dus als zich een risico voordoet zal men ad hoc een oplossing moeten zoeken met alle financiële consequentie van dien. De GeoQ-methode draagt niet meer bij aan de financiële overzichtelijkheid van het project dan nu al het geval is bij de huidige werkmethode. Dit laatste geldt voor de meeste risicomanagementmethoden, vaak wordt er binnen de methode weinig aandacht besteed aan planning en financiële overzichtelijkheid.

5.2 GeoQ vergeleken met RISMAN

De GeoQ-methode onderscheidt zich van de RISMAN-methode op een aantal punten. In het kort zullen een aantal belangrijke onderscheidende kenmerken en toegevoegde waarden worden toegelicht.

- *Inzetbaarheid van de methode*

De GeoQ-methode is specifiek ontwikkeld om bodem gerelateerde risico's beter beheersbaar te maken. Dit heeft tot gevolg dat de methode ingezet zal worden bij projecten en/of projectonderdelen waarin grondgerelateerde risico's een belangrijke rol spelen. Het kan dus voorkomen dat GeoQ wordt ingezet op een specifiek onderdeel van een project als onderdeel van het projectrisicomanagement.

De RISMAN-methode is ontwikkeld voor alle soorten bouwprojecten van klein tot groot en van kortlopend naar langlopend. Hierbij wordt rekening gehouden met het soort project en acht men de methode voldoende flexibel om in de verschillende vormen goed te presteren.
- *Vorbereiding op het toepassen van risicomanagement*

De eerste stap van de GeoQ-methode is het verzamelen van gegevens, hierin wordt alle benodigde informatie verzameld om het proces op te starten.

De eerste stap van de RISMAN-methode is het uitvoeren van de risico-analyse zoals beschreven in bijlage 6. Hierin wordt aandacht besteed aan het doel, uitvoering en beschikbare informatie van de risico-analyse. In vervolg cycli worden de gegevens geactualiseerd.
- *Het identificatie proces van potentiële risico's*

Voor het identificeren van risico's wordt in de GeoQ-methode gebruik gemaakt van verschillende technieken. Welke techniek wordt toegepast hangt af van de complexiteit van het project en het aantal betrokkenen. De verschillende technieken die ingezet kunnen worden lopen uiteen van een individuele brainstorm aangevuld met checklisten (GeoBrain⁷) tot een EBR-sessie.

RISMAN legt de na druk op het identificeren van de risico's door middel van het houden van interviews en of bijeenkomsten.
- *De type risico's die worden geïdentificeerd*

De GeoQ-methode richt zich vooral op het identificeren van grond gerelateerde risico's. Dit komt tot uiting in de zes risicogroepen aan de hand waarvan de risico's worden geïdentificeerd en de tools die ingezet kunnen worden ter ondersteuning zoals GeoLab en GeoBrain. De risico's welke zich kunnen voordoen vanuit de projectomgeving worden marginaal meegenomen in het proces.

De RISMAN-methode richt zich zowel op de invloeden vanuit de projectomgeving als op de technische risico's vanuit het project. De risico's worden geïdentificeerd vanuit de volgende invalshoeken, de technische, organisatorische, ruimtelijke/planologische, politieke/bestuurlijke, juridische/wettelijke, financiële/economische en sociale/maatschappelijke invalshoek. Hieruit blijkt dat er veel aandacht wordt gegeven aan omgevingsinvloeden van het project en dat er maar een beperkte aandacht is voor technische risico's.
- *De wijze waarop de risico's worden gewaardeerd*

De GeoQ-methode hanteert drie verschillende methoden aan de hand waarvan de risico's gewaardeerd kunnen worden, de kwalitatieve, semi-kwalitatieve en kwantitatieve methode. Voor de semi-kwalitatieve en kwantitatieve methode zijn tools ontwikkeld om de processen te ondersteunen, zoals de systematiek achter

⁷ GeoBrain identificeert risico's op basis van ervaringen die in het systeem zijn ingevoerd.

de EBR-sessie waarop risico's worden gekwalificeerd en GeoBrain waar op basis van ervaringgegevens, verwerkt in statistische modellen, een uitspraak wordt gedaan over de grootte van het risico. Tijdens een EBR sessie worden risico's beoordeeld op een aantal vaste risicofactoren, zoals te zien is in bijlage 4.

De RISMAN-methode schrijft verschillende kwalitatieve en kwantitatieve methoden voor om de grootte van het risico te bepalen. Naarmate een project groter en/of complexer wordt, zal de gebruikte methode meer een kwantitatief karakter krijgen. Hierbij kan men gebruik maken van de "gevolgklassen" waarbij aan de hand van verschillende risicofactoren de mate van risico bepaald wordt.

➤ *De wijze waarop de risico's worden weergegeven*

In de GeoQ-methode wordt er naar gestreefd om de belangrijkste risico's weer te geven in een risicomatrix. Daarnaast wordt een risicodossier opgesteld waarin verschillende aspecten van het risico worden toegelicht zoals de oorzaak, gevolg en uiteindelijke verantwoordelijke voor het beheersen van het risico.

In de RISMAN-methode kunnen risico's op twee manieren weergegeven worden, in een risicolijst of in een risicomatrix. Bij het gebruik van een risicolijst wordt in de RISMAN-methode voorgesteld om kans en gevolg met elkaar te vermenigvuldigen. In de literatuurstudie is geconcludeerd dat dit niet wenselijk is, zie paragraaf 3.2.2. Om verbanden tussen risico's en invloedfactoren zichtbaar te maken kunnen verschillende methode ingezet worden binnen de RISMAN-methode zoals foutenbomen, gebeurtenissenbomen en invloedsdiagrammen.

➤ *De wijze waarop risico's vast gelegd en overgedragen worden naar de volgende projectfase*

In de GeoQ-methode worden de risico's vastgelegd in een risicodossier. Daarnaast kan men er ook voor kiezen om een overdrachtsdocument te maken. In de volgende fase van het bouwproces kunnen de documenten dienen als start van de nieuwe cyclus. Hierbij kan het voorkomen dat andere partijen verantwoordelijk worden voor het uitvoeren van de risicomangementcyclus.

In de RISMAN-methode wordt er van uitgegaan dat één partij verantwoordelijk blijft voor het uitvoeren van de cyclus. Het gebruik van een overdrachtsdocument lijkt hierdoor overbodig en wordt ook niet ondersteund door de methode.

➤ *De wijze waarop beslissingen worden genomen*

In de GeoQ-methode is geen geformaliseerde procedure waarmee beslissingen genomen kunnen worden voorhanden. Binnen de GeoQ-methode zijn er twee momenten aan te wijzen waar belangrijke beslissingen genomen dienen te worden. In stap 3 van de GeoQ-methode worden risico's geclassificeerd hierbij wordt een beslissing genomen over de waarde die wordt toegekend. In stap 4 wordt beslist welke beheersmaatregel geadviseerd wordt. Een beslissing zal uiteindelijk door de projectmanager worden genomen.

Ook in de RISMAN-methode moeten op een aantal punten beslissingen worden genomen. Echter hierbij is ook geen geformaliseerde procedure voorgesteld waarmee beslissingen genomen kunnen worden.

➤ *De fase waarin de methode wordt toegepast*

De GeoQ-methode kan in iedere fase worden ingezet. Echter de meeste specialistische tools voor het proces zijn ontwikkeld voor de ontwerp- en uitvoeringsfase. Tijdens de initiatiefase zal het karakter van de inzet van de methode moeten zijn; zo vroeg mogelijk rekening houden met risico's vanuit de ondergrond. Tijdens de beheerfase kan vooral worden ingezet op monitoring.

De RISMAN-methode kan worden ingezet vanaf het moment dat duidelijk is wat het projectresultaat moet worden en als de weg om daar te komen globaal in kaart is gebracht.

Dit betekent dat de methode effectief ingezet kan worden aan het einde van de initiatiefase.

Hieronder volgt een tabel waarin de bevindingen kort worden samengevat.

	RISMAN-methode	GeoQ-methode
Kunnen de risico's die vanuit de omgeving van het project en invloed hebben op het project, zoals politiek, financiële, publieke opinie, ect., worden geïdentificeerd [ja, nee, optie]	Ja	Optie
Kunnen geotechnische risico's worden geïdentificeerd [ja, nee, optie]	Optie	Ja
Op welke wijze worden overwegend risico's geïdentificeerd [plenair, individueel, interviews]	Plenair	Interview/individueel
Op welke wijze worden overwegend risico's geïdentificeerd bij complexe projecten [plenair, individueel, interviews, EBR]	Plenair	EBR
Geeft de gevolgde systematiek voldoende vertrouwen dat de belangrijkste risico's niet over het hoofd worden gezien. [++, +, -]	+	++
In hoeverre is de methode geschikt voor geotechnisch complexe projecten [++, +, -]	-	++
In hoeverre is de methode geschikt voor bouwtechnisch complexe projecten [++, +, -]	+	+
Is het duidelijk welke risicofactoren binnen het risicoteam uiteenlopend worden beoordeeld [ja, nee, deels]	Nee	Deels
Worden er beheersopties gegenereerd [ja, nee, deels]	Ja	Ja
Vindt er geformaliseerd besluitvormingsproces plaats ten aanzien van risico's [ja, nee, deels]	Nee	Nee
Is een risicoteam noodzakelijk [ja, nee, deels]	Ja	Deels

Tabel 5.1 Vergelijking RISMAN-methode met GeoQ-methode

Zoals uit de vergelijking blijkt bestaan er veel overeenkomsten tussen de GeoQ-methode en de RISMAN-methode. Het onderscheidende karakter van de GeoQ-methode kan worden gevonden in de specifieke tools ontwikkeld om geotechnische geohydrologische en geo-ecologische risico's te beheersen. Daarnaast kan worden opgemerkt dat de RISMAN-methode breed inzetbaar is wat resulteert in een methode waarin veel variatie aangebracht kan worden. De GeoQ-methode richt zich duidelijk op geotechnische projecten waardoor het werkproces strakker ingericht kan worden.

5.3 Conclusie

Zoals de GeoQ-methode zelf is neergezet in het voorgaande hoofdstuk voldoet het GeoQ-proces aan de meeste eisen die worden gesteld aan een risicomanagementcyclus. Echter doordat de GeoQ-methode niet geheel gedocumenteerd is, zal het moeilijk zijn om de methode op een juiste manier toe te passen. Dit kan tot gevolg hebben dat het proces niet eenduidig wordt uitgevoerd. Daarnaast kunnen er op bepaalde onderdelen nog een aantal verbeteringsslagen worden gemaakt om de methode werkbaarder, efficiënter en makkelijker toepasbaar te maken voor de geotechnisch adviseur.

De verbeteringsslagen die gemaakt kunnen worden hebben vooral betrekking op het meer gestructureerd laten verlopen van het proces. Er zullen tools ontwikkeld moeten worden om een aantal processen, zoals de kwantificatie van risico's, binnen de cyclus, op een makkelijke en gestructureerde manier uit te voeren. Hiermee zal ook tijd en geld bespaard kunnen worden. Daarnaast zal er aandacht gegeven moeten worden aan de risicoperceptie van de geotechnisch adviseur.

De positieve effecten van het toepassen van het GeoQ-concept zijn, dat er waarschijnlijk minder projecten door onvoorzien omstandigheden beïnvloed zullen worden. De kwaliteit van het advieswerk zal toenemen, mede omdat ook risico's hierbij een rol gaan spelen waar

deze in de huidige projecten marginaal worden meegenomen. GeoDelft sluit met de GeoQ-methode aan bij de vraag uit de markt naar een meer risico gestuurde projectomgeving.

6 Criteria voor de beoordeling van projectcases

Formulering criteria voor het beoordelen van projectvergelijking

Het onderzoek is opgedeeld in twee delen. Het eerste deel van het onderzoek is erop gericht, om een beeld te krijgen van risicomanagement aan de hand van de literatuur. Daarnaast is de GeoQ-methode beschreven, de bevindingen daarvan zijn getoetst aan de resultaten het literatuuronderzoek. In dit tweede deel van het onderzoek wordt, aan de hand van drie projectcases, de meerwaarde van de GeoQ-methode bepaald. In dit hoofdstuk zal antwoord worden gegeven op de volgende vierde deelvraag "Aan welke criteria moet de methode getoetst worden om de meerwaarde te bepalen?". Hierbij zal eerst aandacht zijn voor de selectie van de projectcases (paragraaf 6.1). Daarna wordt de aanpak van de analyse besproken (paragraaf 6.2), hierbij wordt ook aandacht besteed aan de manier van data verzameling.

6.1 Selectie gevalstudies

De meerwaarde van de GeoQ-methode wordt bepaald aan de hand van de bestudering van drie projectcases. De eerste twee projectcases zijn projecten die eerder al zijn uitgevoerd en die nu aan de hand van de GeoQ-stappen nogmaals worden doorlopen in een simulatie. In de derde projectcase wordt een project geanalyseerd, dat op basis van risico gestuurd ontwerpen tot stand is gekomen waarin alle GeoQ-stappen te herkennen zijn.

Bij het selecteren van de eerste twee projectcases wordt gekeken naar de geschiktheid van de projecten, om uitgevoerd te kunnen worden met de GeoQ-methode. Een andere voorwaarde is, dat het project representatief moet zijn voor een gemiddeld project dat de geotechnisch adviseur uitvoert om generieke conclusies te kunnen trekken. Niet alle projecten zijn op het eerste gezicht even geschikt om aan de hand van GeoQ uit te voeren. Voorbeelden hiervan zijn onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten. Binnen dit soort projecten is het ook aan te raden om een vorm van risicomanagement toe te passen, maar dit zal voor een deel anders ingericht moeten worden, ook zullen daarvoor andere tools beschikbaar moeten zijn. Voor het toepassen van de GeoQ-methode wordt gekozen voor ontwerp/adviesprojecten, waarin de nadruk ligt bij het ontwerpen.

6.1.1 Projectcase 1

Het doel van deze gevalstudie is in eerste instantie duidelijk te krijgen hoe GeoQ beleefd wordt en hoe het wordt toegepast. Hierbij wordt vooral gekeken naar de toepassing van de GeoQ-methode in het project en dit wordt afgezet tegen de bevindingen, zoals deze in hoofdstuk 3 zijn beschreven. Hieruit worden aanbevelingen geformuleerd die in de volgende projectcase meegenomen zullen worden. Ook worden de onderdelen geanalyseerd op verschillen tussen beide aanpakken en wat dat oplevert. De eerste projectcase gaat over een opdracht van de Nederlandse Gasunie die een gasleiding met een diameter van 1200 mm wil aanleggen tussen de provincie Friesland en de provincie Noord Holland.

6.1.2 Projectcase 2

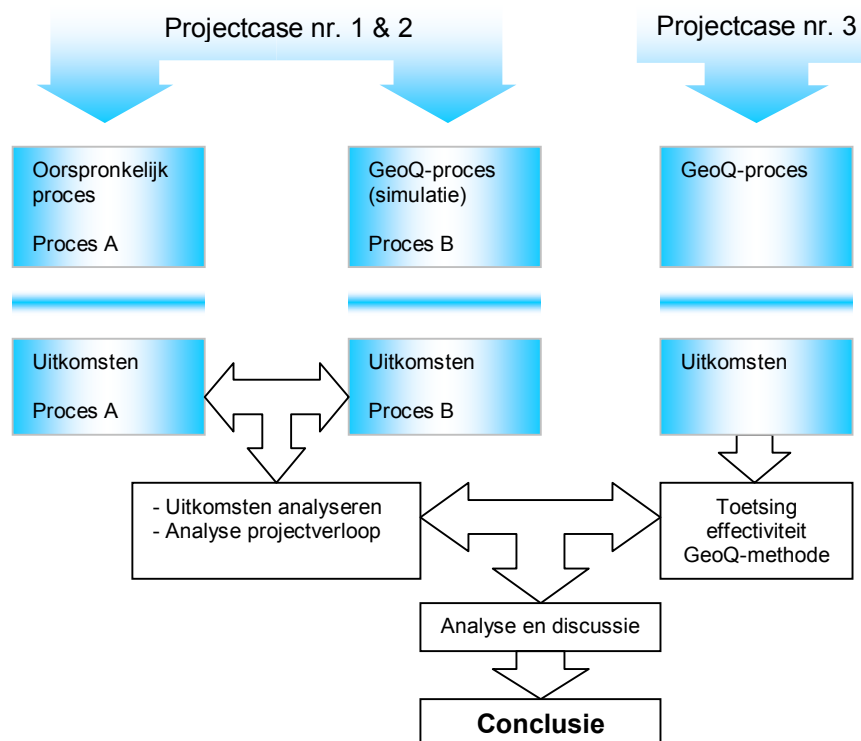
In projectcase 2 wordt het project Hondsbroeksche Pleij geanalyseerd. Ook dit project is niet uitgevoerd aan de hand van GeoQ. In een simulatie wordt het project nogmaals doorlopen maar dan met gebruik van de GeoQ-methode. Het project behandelt het ontwerp van een dijkverlegging.

6.1.3 Projectcase 3

In de laatste projectcase staat het project Randstadrail centraal. Dit project is uitgevoerd aan de hand van een risico gestuurd ontwerptraject waarin alle fasen van het GeoQ-proces herkend kunnen worden. Met de analyse van dit project wordt geprobeerd om een uitspraak te doen over de effectiviteit van de GeoQ-methode. Omdat dit project inmiddels in uitvoering is, kan ook worden geanalyseerd of het identificatie proces van de risico's volledig is geweest en of de beheersmaatregelen effect hebben gehad.

6.2 Aanpak vergelijkende analyse

De eerste twee gekozen projecten zijn uitgevoerd zonder GeoQ, in een simulatie wordt het project nogmaals doorlopen, maar dan wordt de GeoQ-methode wel toegepast. Om duidelijkheid te scheppen worden de aparte processen genummerd, om makkelijker aan te geven over welk proces er gesproken wordt. De eerste twee projectcases bestaan uit twee processen, het oorspronkelijke proces, in het vervolg proces A genoemd, en het GeoQ-proces, in het vervolg proces B genoemd. Als wordt gesproken over proces 2B wordt het GeoQ-proces van projectcase 2 bedoeld. In figuur 6.1 is een schema opgenomen waarin te zien is hoe de eerste twee projectcases geanalyseerd worden.



Figuur 6.1 Processchema

6.2.1 Methode van analyse en data verzameling

Kwalitatief onderzoek met daarbinnen de gevalsstudies begint en eindigt bij de beschrijving van de gang van zaken over de data verzameling [Hutjes en van Buuren, 1992]. Met de verkregen data kan het proces beschreven worden en ook de uitkomsten daarvan die daaraan ten grondslag liggen. Er kan een twee deling gemaakt worden in de manier waarop gegevens verzameld zullen worden tussen het proces A en het proces B.

De data verzamelmethode die toegepast wordt bij het verzamelen van gegevens van het proces A bestaat uit; het analyseren van schriftelijke communicatie, die heeft plaatsgevonden tussen opdrachtgever en opdrachtnemer, eindrapporten en tussentijdse

rapportages. Ter aanvulling heeft er ook een aantal informele interviews plaatsgevonden met de projectleiders.

In het gesimuleerde proces B, waar het projectteam GeoQ verantwoordelijk is geweest voor het uitvoeren van de simulatie, worden de uitkomsten van de simulatie geanalyseerd en aangevuld met informatie uit informele interviews, die gehouden zijn met de betrokken projectleden. Opgemerkt dient te worden dat een aantal aannames gemaakt zullen moeten worden voor de simulatie. Als dit het geval is wordt dit gemeld.

Het proces B wordt uitgevoerd met de middelen die het projectteam voor handen heeft. Dit betekent dat niet alle onderdelen van het proces even veel aandacht zullen krijgen. Ieder proces B van de verschillende projectcases krijgt bepaalde accenten, waarin een bepaalde overlap zit, maar ook zullen onderdelen in de ene projectcase dieper worden uitgevoerd dan in een volgende projectcase. Dit kan tot gevolg hebben dat bepaalde conclusies minder hard getrokken kunnen worden dan andere.

Van iedere projectcase wordt eerst een globale beschrijving gegeven van het project en de opdracht die GeoDelft daarin vervult. Dit wordt gevolgd door de procesbeschrijving van het oorspronkelijke proces (proces A), hierin worden ook de uitkomsten en het ontwerp meegenomen. Vervolgens wordt het GeoQ-proces beschreven met de uitkomsten daarvan. Dit resulteert in een vergelijkende analyse van de uitkomsten van beide processen.

6.2.2 Toetsing projectverloop

De meerwaarde zal bepaald worden op het gebied van de werkzaamheid/uitvoerbaarheid van de GeoQ-methode en met betrekking tot het projectverloop. De beschreven processen zullen aan de hand van de volgende stellingen op een systematische wijze worden geanalyseerd.

Uitvoerbaarheid:

- De werkwijze moet goed uitvoerbaar zijn en mag niet onevenredig veel extra tijd kosten. De extra tijd moet in verhouding staan tot de extra kwaliteit die geleverd wordt.
- Het toepassen van de GeoQ-methode moet er niet toe leiden dat men onderdelen daarvan ziet als overbodig en nutteloos. Dit kan tot gevolg hebben dat het onderdeel verwaarloosd wordt.
- Er moeten voldoende tools beschikbaar zijn om effectief en efficiënt het GeoQ-proces te kunnen doorlopen.

Projectverloop:

- Potentiële voorzienbare risico's kunnen in bouwprojecten op systematische wijze in de fase voorafgaande aan de daadwerkelijke bouwfase worden geïdentificeerd.
- Het besluitvormingsproces ten aanzien van de gediagnosticeerde projectrisico's kan adequaat worden ingericht.
- Betere prestatie van het project ten aanzien van kosten, kwaliteit, imago en tijd. Dit kan alleen marginaal worden bepaald, omdat de simulatie van het project niet op alle vlakken zo ver gaat.

Geprobeerd zal worden om een zo objectief mogelijke beschrijving te geven van het projectverloop aan de hand van geformuleerde stellingen. Hierbij wordt ook waar mogelijk de mening van de betrokken leden van het GeoQ-team meegenomen.

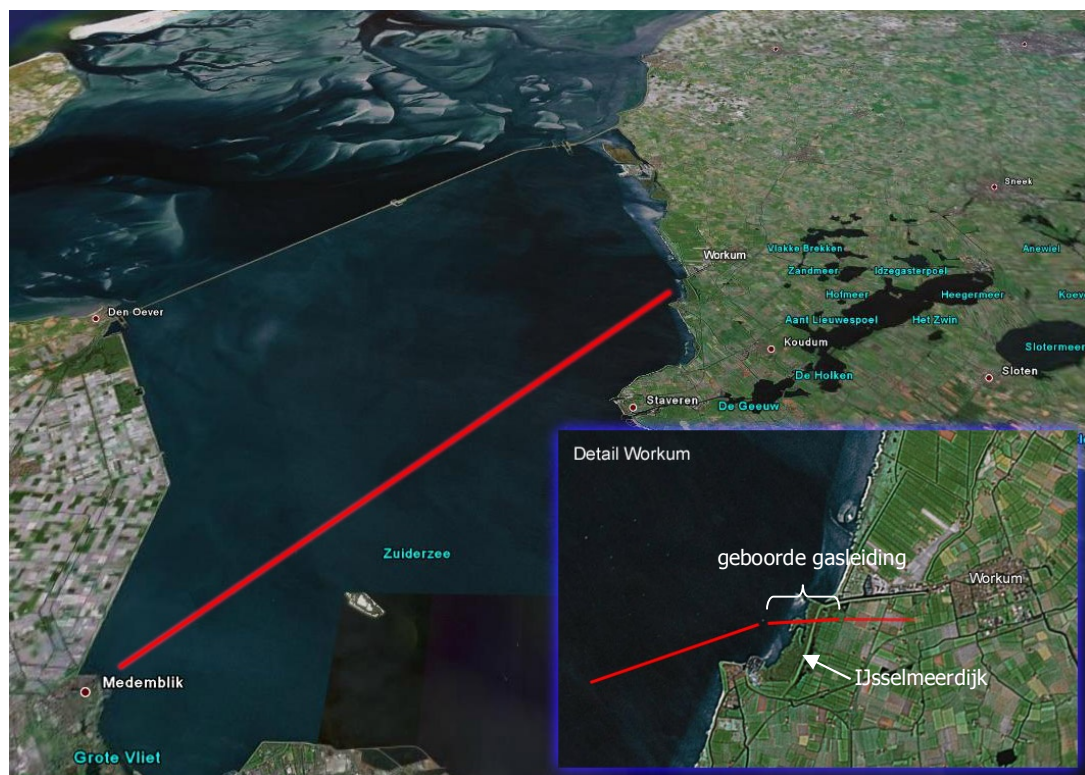
7 Projectcase 1

Geboorde gasleiding onder IJsselmeerdijk

In deze projectcase wordt de nadruk gelegd op hoe de GeoQ-methode wordt gebruikt in een ontwerpproject binnen GeoDelft. Het GeoQ-team heeft door middel van een rollenspel een simulatie van het project gemaakt, als zou het zijn uitgevoerd met toepassing van GeoQ. In dit hoofdstuk wordt eerst een beschrijving gegeven van de opdracht, zoals die aan GeoDelft is verleend (paragraaf 7.1). In paragraaf 7.2 volgt een beschrijving van de aanvang situatie voor de simulatie. Vervolgens wordt een procesbeschrijving gegeven van het oorspronkelijke proces (proces A) in paragraaf 7.3. Daarna volgt een beschrijving van het GeoQ-proces (proces B) zoals toegepast in het project in paragraaf 7.4). De uitkomsten van beide processen worden vergeleken, waarna het proces B aan de hand van de eerder geformuleerde criteria getoetst wordt.

7.1 Projectbeschrijving

De Nederlandse Gasunie wil een nieuwe gasleiding aanleggen tussen de provincies Friesland en Noord Holland. De gasleiding zal een doorsnee hebben van 1200 mm. Het geplande tracé loopt door het IJsselmeer en zal tweemaal een IJsselmeerdijk moeten kruisen, één maal bij Workum en één maal bij Medemblik. De opdrachtgever heeft ervoor gekozen om zelf de boormethode voor te schrijven, de HDD methode. In bijlage 7 is een beschrijving van de methode opgenomen. Ook heeft de opdrachtgever in grove lijnen aangegeven wat het tracé moet zijn, namelijk hetzelfde tracé als dat van twee al bestaande leidingen.



Figuur 7.1 Overzicht gasleiding Workum Medemblik [Google Earth 2005]

De eisen die aan het ontwerp werden gesteld zijn de volgende:

- De nieuw aan te leggen gasleiding dient ingepast te worden in een bestaand leidingtracé. De aanleg van de beide leidingen binnen dit tracé dateert uit de jaren zestig.
- Het ontwerp dient geschikt te zijn voor het voeren van de gesprekken met waterschappen voor de benodigde vergunningsverlening.
- De benodigde parameters voor uitvoering van de sterkteberekening (door Gasunie) dienen vanuit het ontwerp afgeleid te worden.

De Gasunie heeft aan GeoDelft de opdracht gegeven om een ontwerp te maken voor de IJsselmeerdijkkruising bij Workum en Medemblik. Het project is gesplitst in twee delen, voor iedere dijkkruising is een aparte rapportage gemaakt. In deze projectcase wordt de kruising bij Workum behandeld.

7.2 Projectgegevens

In paragraaf 7.3 wordt het project beschreven zoals het is uitgevoerd door GeoDelft, waarbij geen gebruik is gemaakt van de GeoQ-methode. In paragraaf 7.4 wordt de projectsimulatie van het project beschreven zoals het is uitgevoerd door leden van het GeoQ-team. De gegevens die zijn verstrekt bij de start van de simulatie waren de volgende.

De Nederlandse Gasunie zal een gasleiding met een diameter van 1200 mm aanleggen tussen de provincie Friesland en de provincie Noord Holland. Het tracé van de leiding kruist twee maal een IJsselmeerdijk (nabij Workum en nabij Medemblik). Deze kruisingen worden uitgevoerd door middel van de HDD-methode. GeoDelft is gevraagd om een ontwerp te maken van de beide kruisingen met de IJsselmeerdijk, in de simulatie zal alleen de kruising bij Workum worden beschouwd.

Tijdens een eerste gesprek met de opdrachtgever zijn de volgende zaken naar voren gekomen:

Algemeen:

- de nieuw aan te leggen gasleiding dient ingepast te worden in een bestaand leidingtracé; de aanleg van de beide leidingen binnen dit tracé dateert uit de 60-er jaren.
- het ontwerp dient geschikt te zijn voor het voeren van de gesprekken met waterschappen voor de benodigde vergunningsverlening.
- de benodigde parameters voor uitvoering van de sterkteberekening (door Gasunie) dienen vanuit het ontwerp afgeleid te worden.

Kruising Workum:

- er zijn oude onderzoeksgegevens beschikbaar, waaronder een geotechnisch lengteprofiel van de IJsselmeerdijk.
- oude onderzoeksgegevens in combinatie met geologische informatie wijzen op de aanwezigheid van Potklei / Keileem.
- direct buitendijks is een beschermd natuurgebied aanwezig. Dit gebied is niet toegankelijk tijdens het broedseizoen (maart-mei).
- de uiteindelijke keuze van de locatie van zowel het in- als uitredpunt van de HDD is vrij te kiezen (d.w.z. landzijde of waterzijde).

Bron: Memo Pilot GeoQ – Boortechnieken, maart 2006

7.3 Project verloop (1A proces)

Het project IJsselmeerdijkkruising bij Workum kan worden opgedeeld in twee fasen, de offertefase en ontwerpfase. In de offertefase wordt een plan van aanpak opgesteld, over hoe de ontwerpfase ingericht wordt en welke werkzaamheden daaruit voortvloeien. Hieruit kan uiteindelijk ook worden opgemaakt welke kosten verbonden zijn aan het ontwerpen.

De volgende documenten zijn gebruikt voor de beschrijving:

- Kruising 1200 mm gasleiding met IJsselmeerdijk te Workum (CO-417450.0008 v01)
- Offerte; voorlopig ontwerp van de kruising van een \varnothing 1200 mm gasleiding met de IJsselmeerdijk (CO-417450.0004)

7.3.1 De offertefase

Gasunie heeft GeoDelft gevraagd om een offerte te maken voor het ontwerpen van de IJsselmeerdijk kruisingen bij Workum en Medemblik. Tijdens de offertefase wordt een vooronderzoek gedaan op basis waarvan een plan van aanpak wordt opgesteld. In het vooronderzoek wordt globaal gekeken, wat men kan verwachten qua grondopbouw en omgevingsfactoren. Dit vormt de basis voor het plan van aanpak, waarin beschreven staat wat de benodigde werkzaamheden zullen zijn. Tevens moet dit voldoende inzicht geven om het aantal benodigde sonderingen en boringen te bepalen.

De geboorde gasleiding komt in het tracé van twee bestaande gasleidingen te liggen en zal een lengte van ongeveer 800 meter hebben op een diepte van ongeveer 19 meter onder NAP. Het in-/uittredepunt aan de landzijde zal een paar honderd meter van de IJsselmeerdijk in de Workumer polder liggen. Tussen de IJsselmeerdijk en het in-/uittredepunt aan de IJsselmeerkant ligt een ondiep gebied, wat wordt aangemerkt als natuurreservaat. De leiding wordt hier onderdoor geboord. De opdrachtgever heeft de voorkeur uitgesproken om de kruising uit te voeren door middel van de HDD-methode. Dit is een gestuurde boring en kan voor lange afstanden worden ingezet, zie bijlage 7.

De ontwerpopdracht, zoals beschreven in het plan van aanpak, bestaat uit de volgende onderdelen:

- Terreinverkenning
- Inmeten onderzoekslocatie
- Het maken van 9 sonderingen en 4 boringen
- Interpretatie van het grond- en laboratoriumonderzoek
- Keuze van een geschikt trace/geometrie
- Bepalen grondmechanische parameters
- Bepalen parameters voor het boorproces
- Vaststellen risico's en maatregelen om risico's te verkleinen
- Leveren van een rapportage met onderzoeksresultaten en situatie tekeningen

In de offertefase wordt niet expliciet aandacht besteed aan mogelijke risico's die zich zouden kunnen voordoen bij het doen van sonderingen/boringen of problemen waar men tegenaan kan lopen bij het ontwerpen van het traject. In deze fase is het verschil tussen het geven van advies om een bepaalde handelswijze te volgen, met als doel om het proces goed te laten verlopen, en het beschrijven van risico's met de bijbehorende beheersmaatregelen heel klein. Het volgende tekst fragment uit de originele offerte is hiervan een goed voorbeeld. De opdrachtgever zal uiteindelijk bepalen of het voorgestelde plan van aanpak wordt gevolgd.

Tekst fragment:

...De grondopbouw (keileem, grind, stenen, potklei), in relatie met de grote lengte en diameter van de boring, zou mogelijk problemen kunnen opleveren met betrekking tot de uitvoerbaarheid van de boring. (Risico) Aanbevolen wordt daarom om naast een aantal sonderingen en boringen ook laboratoriumproeven te doen om beter inzicht te krijgen in de eigenschappen van het te doorboren grondmateriaal. (Beheersmaatregel)...

Bron: offerte GeoDelft

7.3.2 Ontwerpfase

Nadat de Gasunie de opdracht heeft gegund aan GeoDelft zijn de werkzaamheden zoals voorgesteld in de offerte in gang gezet. Het rapport is opgedeeld in vier onderdelen; beschikbare gegevens, geotechnische en geohydrologische gegevens, berekeningsresultaten en risico's bij de uitvoering. De inhoud van de drie laatst genoemde onderdelen volgt in korte beschrijvingen.

Geotechnische en geohydrologische gegevens

Dit onderdeel bestaat uit een beschrijving van de grondopbouw, grondwaterstanden en stijghoogtes⁸, resultaten van laboratorium proeven, en de tracékeuze, zowel horizontaal als verticaal.

De grond wordt beschreven aan de hand van de gemaakte sonderingen en grondboringen, die gedaan zijn door de buitendienst van GeoDelft (GeoLab). In het laboratorium is nog een aantal proeven gedaan om parameters te bepalen, welke nodig zijn voor berekeningen, die gedaan moeten worden. Een tracé wordt bepaald met de resultaten en gegevens die dan voorhanden zijn. Hierbij worden de randvoorwaarden die gesteld zijn door de opdrachtgever in acht genomen en wordt ook gelet op mogelijke risico's die het ontwerp en de uitvoerbaarheid kunnen beïnvloeden. Het uittredepunt van de boring kan niet precies worden bepaald, Om te voorkomen dat de boring niet in de bouwput uit zou kunnen komen, wordt het intredepunt in de bouwkuip in het IJsselmeer gekozen. Daarnaast is het risico op een blow-out⁹ aan de zijde van het uittredepunt hoger, waardoor het bentoniet in het IJsselmeer terecht zou kunnen komen. Als laatste wordt de geometrie, of anders gezegd het verticale tracé, bepaald. Hierbij houdt men rekening met verschillende grondlagen waar de boring doorheen zal voeren. Ook hierin wordt een bepaalde risicoafweging gemaakt. Aan de hand van de geldende omstandigheden en risico's die daaraan verbonden zijn, wordt een optimaal ontwerp gemaakt.

Berekeningsresultaten

In dit onderdeel worden een aantal berekeningen gemaakt voor het dimensioneren van het ontwerp. Hierbij wordt aandacht besteed aan de volgende uitvoeringsaspecten; muddrukken, trekkrachtbelasting op de leiding en mogelijke kwelproblematiek bij het uittredepunt. De berekeningen worden gemaakt met de parameters die verkregen zijn uit de bodemonderzoeken die eerder plaats hebben gevonden. Binnen de bestaande ontwerppraktijk wordt veelal gebruik gemaakt van de modelleringprogramma's binnen LISA en MDRILL. Hiermee wordt aandacht besteed aan de bepaling van grondmechanische parameters voor onder andere, de uit te voeren sterkteberekeningen en bepaling van optredende en de te verwachten trekkrachten. Hierbij zal de nauwkeurigheid van de uitkomstwaarde afhankelijk zijn van de nauwkeurigheid van de invoerparameters.

Risico's bij de uitvoering

Bij het uiteindelijke advies en ontwerp is ook aandacht besteed aan een aantal risico's die te maken hebben met het uitvoeringaspect van het ontwerp. De volgende risico's zijn door middel van ervaring door de geotechnisch adviseur geïdentificeerd:

- Mogelijk optreden van een Blow-out – de druk in het boorgat is hoger dan de gronddruk waardoor de grond omhoog wordt gedrukt.
- Mogelijk optreden van kwel¹⁰ - het niveau van de leiding aan de uittredekant ligt ter hoogte van het eerste watervoerende zandpakket.
- Mogelijk openbarsten van de bodem van de bouwkuip – bij de aansluiting van de gestuurde boring op de vervolgleiding zal een kuip gegraven worden tot onder het grondwaterniveau, wat er voor kan zorgen dat de bodem van de kuip openbarst.
- Geotechnische risico's – hierin wordt aandacht besteed aan onverwachte situaties die te maken hebben met het grondpakket zoals bijvoorbeeld de mogelijkheid van zwerfkeien in de ondergrond.
- Voorruimen en intrekken van de leiding – om het intrekken van de leiding goed te laten verlopen onder de gevonden omstandigheden, wordt geadviseerd om meerdere ruimgangen te laten plaatsvinden.

⁸ De stijghoogte is de waterdruk op een bepaald niveau in het grondpakket.

⁹ Een Blow-out is een calamiteit die kan optreden bij het boren van een leiding. Bij de eerste boring (pilot-boring) wordt in het boorgat een bentoniet mengsel onder druk gezet om het geboorde gat stabiel/open te houden en geboorde grond te verwijderen. Als de grond erboven onvoldoende tegendruk kan bieden tegen de benodigde druk zal de grond openbarsten.

¹⁰ Wanneer water onder druk uit de grond komt spreekt men van kwel. Dit kan ontstaan doordat in een watervoerende grondlaag een hogere waterdruk heerst dan ter hoogte van het maaiveld niveau.

Er worden per risico verschillende beheersmaatregelen geadviseerd aan de opdrachtgever. Dit gebeurt op basis van ervaringen, hierbij wordt ook een schatting geven van de effectiviteit van de maatregel. Het is aan de opdrachtgever om te bepalen welke beheersmaatregel hij wenst te gebruiken.

Aan de hand van de rapportage is een aantal vragen gesteld door de opdrachtgever, die betrekkingen hebben op een aantal ongeïdentificeerde risico's.

7.3.3 Aanvullende vragen vanuit de opdrachtgever

Naar aanleiding van het rapport heeft de opdrachtgever een aantal aanvullende vragen gesteld en op sommige punten verduidelijking gevraagd.

- Geohydrologische schematisatie – de opdrachtgever zou graag een schematisatie ontvangen van het geohydrologisch profiel.
- Zoutgehalte grondwater – tijdens het opstellen van de rapportage is geen rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van zout in het grondwater. Als er een bepaalde mate van zout in het grondwater aanwezig is, heeft dit invloed op het bentonietmengsel wat gebruikt wordt bij de boring. Een te hoog zoutgehalte kan leiden tot instabiliteit van het boorgat.
- Kwelproblematiek – Men vraagt zich af of er geen kwel ontstaat bij het uittredepunt ten gevolge van een extreme hoogwaterstand in het IJsselmeer tijdens de bouwfase. In de rapportage is hier aan voorbij gegaan, omdat men op basis van ervaring geconcludeerd heeft dat dit niet voor zal komen. De opdrachtgever heeft aangegeven graag een berekening hiervan te krijgen, waarschijnlijk zal hij die moeten overleggen bij het aanvragen van vergunningen bij het waterschap.
- Langsloopsheid¹¹ – Ook ziet men graag berekeningen van de langsloopsheid van de leiding. Ook hier is op basis van ervaring gezegd dat de mogelijkheid van het ontstaan van langsloopsheid uitgesloten is en daarom niet opgenomen in de rapportage.

Een aantal van de aanvullende vragen kunnen direct worden toegeschreven aan gegevens, die nodig zijn voor het aanvragen van vergunningen bij het waterschap. Het is interessant om te kijken of onderdelen van aanvullende vragen van de opdrachtgever wel worden geïdentificeerd in de GeoQ benadering.

7.4 Beschrijving GeoQ-proces (proces 1B)

De GeoQ-procescyclus is uitgevoerd voor de ontwerpfase van het project. Het projectteam heeft er voor gekozen om niet de eerste stap van het GeoQ-proces expliciet uit te voeren. De volgende onderdelen van het GeoQ-proces zullen een hoge mate van aandacht krijgen binnen de simulatie, stap 2 *Risico-identificatie*, Stap 3 *Risico classificatie / kwantificatie* en stap 4 *vaststellen van beheersmaatregelen*. Stap 5 en 6 van het Geo-proces zullen niet worden doorlopen, voor de volledigheid zal er wel een beschrijving volgen met gegevens die geconcludeerd kunnen worden uit voorgaande stappen.

7.4.1 Gegevens verzamelen

De eerste stap is het geven van een beschrijving van het project en de inhoud daarvan. Eventuele onduidelijkheden of ontbrekende informatie kunnen in deze stap worden geïdentificeerd en aangevuld. Onderdelen die voor dit project relevant zijn en waar informatie en gegevens over verzameld zijn, zijn de volgende:

- Het tracé van de bestaande leidingen.
- Eisen die worden gesteld aan het ontwerp door het waterschap, met betrekking tot het aanvragen van een vergunning voor het kruisen van de IJsselmeerdijk.
- Effecten van een mogelijke dijkverhoging in de toekomst.
- Eisen aan de gegevens die de Gasunie nodig heeft om sterkte berekeningen uit te kunnen voeren aan de gasleiding.

¹¹ Er is sprake van langsloopsheid als water langs de leiding kan lopen omdat de weerstand daar minder is dan de weerstand in de grond.

7.4.2 Risico-identificatie

In deze fase worden de risico's geïdentificeerd aan de hand van de zes risicoaspecten die worden onderscheiden in het GeoQ-proces.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Geotechniek |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Geohydrologie |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Geo-ecologie |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Objecten in de ondergrond |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Contract / PVE |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Kwaliteit materiaal/ materieel en gegevens |

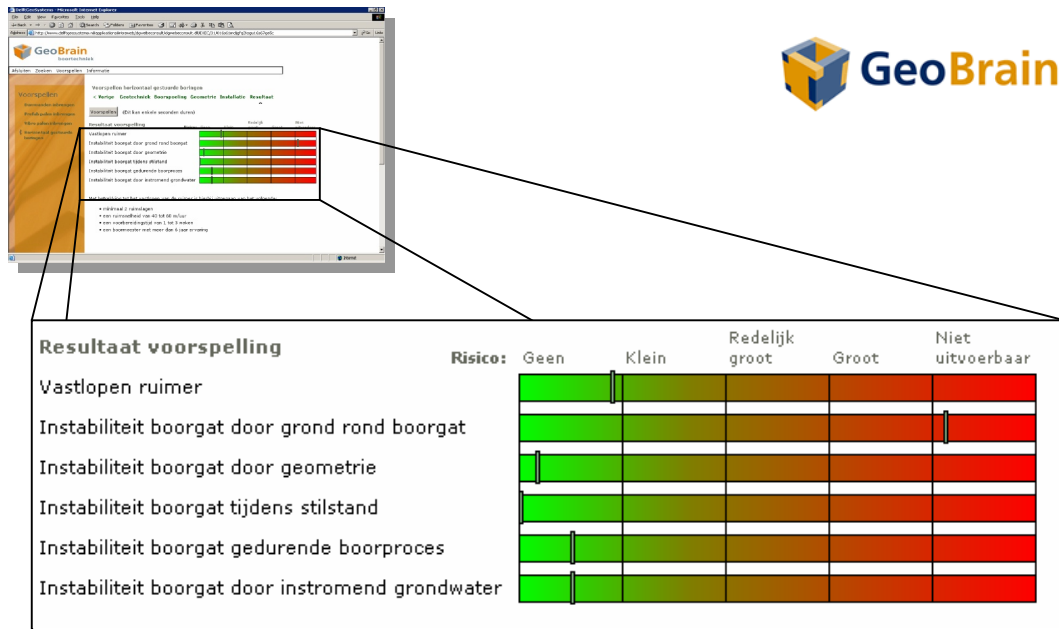
De identificatie heeft betrekking op de voor-ontwerpfase, ontwerpfase, uitvoeringsfase en beheerfase. Hierbij heerst er een grijsgebied tussen geïdentificeerde risico's uit de ontwerpfase en beheerfase. Het maken van het ontwerp zal risico's met zich mee brengen, bijvoorbeeld de parameters benodigd voor het ontwerpen van het tracé moeten een bepaalde mate van nauwkeurigheid hebben, als dit niet het geval is kunnen zich risico's voordoen. Risico's die zich in de beheerfase voordoen, zoals een veranderende grondbelasting op de gasleiding door het ophogen van de IJsselmeerdijk zijn risico's uit de beheerfase, maar er moet rekening mee gehouden worden in de ontwerpfase. In dit ontwerpproject is GeoDelft niet verantwoordelijk voor de berekeningen van de gasleiding, maar GeoDelft moet wel de parameters aanleveren om de berekeningen te kunnen maken.

Door het gebruik van voorspellingsmodellen naast de traditionele aanpak kan een analyse van ervaringen mee worden genomen. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de voorspellingsmodellen binnen GeoBrain Boortechnieken. Deze maken het mogelijk om een uitspraak te doen over de kans van optreden van een aantal bepalende ongewenste gebeurtenissen, zie figuur 7.2. Hiermee wordt op eenvoudige wijze een koppeling aangebracht tussen ontwerp en uitvoerbaarheid. De basis van de ingevoerde gegevens van GeoBrain als voorspellingsmodel is gelegd in een EBR sessie, die is gehouden met professionals uit de discipline boortechnieken. Het systeem kan project specifieke risico's aangeven aan de hand van een aantal parameters die worden ingevoerd. De risico's hebben vooral betrekking op de uitvoerbaarheid van het project. De risico's die hieruit voort zijn gekomen worden aangevuld met ervaringen en specifieke risico's, die zich bij dit project kunnen voordoen. De geïdentificeerde risico's zijn in een tabel geplaatst. In deze projectcase wordt aangenomen dat de geïdentificeerde risico's, die voort zijn gekomen uit de GeoBrain-sessie de belangrijkste risico's zijn.

7.4.3 Risico classificatie / kwantificatie

Nadat de risico's zijn geïdentificeerd en geordend naar bouwfase waar het risico betrekking op heeft, zijn de risico's gekwantificeerd. Dit zou moeten gebeuren op basis van ervaring van voorgaande soortgelijke projecten en op inzicht van de geotechnische adviseur. De kwalificatie heeft plaats gevonden op basis van een vijf puntsschaal.

Het is moeilijk gebleken om een juiste inschatting te maken van de risico's naar kans en effect. De oorzaak die hiervoor aangewezen kan worden, is dat er weinig ervaring en kennis is bij GeoDelft met betrekking tot het inschatten van kans en effect. Risicoperceptie van degene, die de risico's inschat, heeft een grote invloed omdat er weinig referentie bestaat. Gelet op de fase waarin het project zich bevindt en de omvang van de werkzaamheden zoals die gangbaar zijn bij uitvoering van ontwerpwerkzaamheden, is het moeilijk gebleken om tot de daadwerkelijke kwantificering van de risico's te komen.



Figuur 7.2 Uitkomst GeoBrain

De inschatting die voor dit project is gemaakt, is gebaseerd op de classificatie die GeoBrain toont. Risico's die zijn aangedragen door de geotechnisch adviseur zijn niet geassocieerd.

7.4.4 Vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen

Voor de risico's die te groot worden geacht, moeten beheersmaatregelen genomen worden. In deze simulatie heeft men zich in eerste instantie gericht op de mogelijkheid om extra tools in te zetten, waardoor berekeningen nauwkeuriger gemaakt kunnen worden. Hierbij ging het om veldonderzoek, monitoren en modelering. Deze hulpmiddelen dragen aan de ene kant bij aan een beperking van de onzekerheid en aan de andere kant kan het ontwerp worden geoptimaliseerd. Ook is er een experiment uitgevoerd met het toepassen van het tornadodiagram. Hiermee kan de invloed van een parameter bepaald worden in een bepaalde formule. Door de meest invloedrijke parameter beter te bepalen, zal de uitkomst van de formule een nauwkeurigere waarde vertegenwoordigen. In bijlage 11 is het experiment opgenomen en uitgewerkt.

Risico gestuurd grond- en laboratoriumonderzoek (GeoLab) kunnen bijdragen om het inzicht te vergroten in de beheersing van diverse risico's. Het verkrijgen van een goed beeld van de laagopbouw en eigenschappen van diverse grondlagen is hierbij essentieel. Inzichtelijk is gemaakt, welke geotechnische parameters uiteindelijk relevant zijn voor een risico. Hierbij is het van belang dat er inzicht bestaat in de relatie tussen de te hanteren ontwerpmodellen en de daarbinnen benodigde parameters. De keuze van het uiteindelijk uit te voeren grond- en laboratoriumonderzoek hangt af van de grootte van het risico.

Elementen die in deze fase onderbelicht zijn gebleven, zijn de extra kosten die het inzetten van de tools met zich meebrengt en de opbrengst in kwaliteit. Daarnaast is er weinig aandacht besteed aan de mogelijkheid van het nemen van maatregelen die de gevolgen beperken en later in het bouwproces effect zullen hebben. Er kan in de huidige fase al wel gesteld worden dat het effect zal reduceren. Veel voorgestelde maatregelen hadden een kansreducerend effect.

7.4.5 Resultierend risicoprofiel

Het resulterende risicoprofiel is voor dit project niet gemaakt.

7.4.6 Overdracht volgende fase

In deze fase wordt een risicodossier opgesteld, samen met de beschrijving van de werkzaamheden ten aanzien van het beheersen van de risico's vormt dit het overdrachtsdocument.

7.5 Analyse projectcase 1

Deze projectcase analyse bestaat uit twee onderdelen, te weten een vergelijking van de uitkomst van beide projectprocessen en een toetsing aan de criteria ten aanzien van de uitvoerbaarheid en het projectverloop.

7.5.1 Verschillen in uitkomst tussen beide processen

Naar aanleiding van de oorspronkelijke rapportage van GeoDelft zijn er een aantal vragen en opmerken gekomen ten aanzien van het ontwerp, zoals te lezen is in paragraaf 7.3.3. Een aantal van de opmerkingen hadden betrekking op mogelijke risico's die zich tijdens de uitvoering van het project kunnen voordoen. Deze risico's zijn wel geïdentificeerd tijdens de projectsimulatie aan de hand van GeoQ. In tabel 7.1 is een overzicht weergegeven van de gerapporteerde risico's in het oorspronkelijke projectverloop en het GeoQ-projectverloop. Hierbij moet worden opgemerkt dat de risico-identificatie tijdens het oorspronkelijke projectverloop impliciet plaats vond. Dat wil zeggen dat alleen de risico's die de geotechnisch adviseur op intuïtie groot achtte werden gerapporteerd.

	Niet voorzien	Voorzien risico
Projectverloop zonder het toepassen van GeoQ	<ul style="list-style-type: none"> - beïnvloeding bentonietmengsel door zoutmilieu - ongewenste beïnvloeding bestaande leidingen - ontstaan van achter- en onderloopsheid tijdens intrekken leiding - milieu verontreiniging door werkzaamheden 	<ul style="list-style-type: none"> - optreden blow-out - mogelijk optreden kwel - openbasten bouwkuip - algemeen geotechnische risico's (andere grondopbouw) - meerdere ruimgangen
Projectverloop met het toepassen van GeoQ	Tijdens het schrijven van het rapport is het project nog niet ter uitvoering gekomen, dit betekent dat er nog geen gegevens bekend zijn van mogelijke onvoorziene risico's die zich tijdens de uitvoering kunnen voordoen.	<ul style="list-style-type: none"> - stabiliteitsverlies dijklichaam door blow-out - zetting dijklichaam - onvoldoende beeld van de grondopbouw - instabiliteit boorgat - ongewenste beïnvloeding bestaande leidingen - ontstaan van achter- en onderloopsheid tijdens intrekken leiding - beïnvloeding bentonietmengsel door zoutmilieu - milieu verontreiniging door werkzaamheden - stijghoogte watervoerend pakket (kwel)

Tabel 7.1 Vergelijking geïdentificeerde risico's voor projectcase 1

In het proces 1B is er een situatie gecreëerd waarin de bewustwording van risico's is verbeterd. Hierdoor zijn er een aantal extra risico's geïdentificeerd die in het proces A niet zijn onderkend. Een voorbeeld hiervan is de mogelijk te hoge zout concentratie in het water. Dit heeft invloed op het bentonietmengsel wat de stabiliteit van het boorgat beïnvloed. De reden dat er meer risico's zijn geïdentificeerd kan worden gevonden in het feit dat er in het GeoQ-proces verplicht risico's geïdentificeerd moeten worden, waar dit voorheen op eigen initiatief plaats vond.

Het is moeilijk na te gaan of de rapportage meer zou aansluiten bij de wensen van de opdrachtgever waardoor er minder vragen achteraf gesteld zouden worden. Wellicht zouden onderdelen, zoals het aanleveren van gegevens om vergunningen te kunnen aanvragen bij het waterschap, meer aandacht gekregen hebben. De geïdentificeerde risico's

hebben er niet toe geleid dat het ontwerp van de leidingkruising aangepast zou moeten worden.

7.5.2 Analyse projectverloop

In paragraaf 6.2.2 zijn stellingen opgesteld aan de hand waarvan het projectverloop op systematische wijze geanalyseerd wordt. De stellingen hebben betrekking de uitvoerbaarheid van het proces en het projectverloop. De analyse zal zo objectief mogelijk worden uitgevoerd en waarnodig aangevuld met meningen van de betrokken GeoQ-teamleden.

Uitvoerbaarheid:

- *De werkwijze moet goed uitvoerbaar zijn en mag niet onevenredig veel extra tijd kosten. De extra tijd moet in overeenstemming zijn met de extra kwaliteit die geleverd wordt.*

Aan de hand van deze projectcase is het moeilijk objectief te bepalen of de werkzaamheden meer tijd kosten. Het GeoQ-team denkt niet dat er substantieel meer tijd in geruimd hoeft te worden voor het uitvoeren van het GeoQ-proces in deze case.

De extra kwaliteit die geleverd wordt kan men terugvinden doordat er meer rekening wordt gehouden met geïdentificeerde risico's en de mogelijkheid om eerder in het ontwerp rekening te houden met uitvoeringsrisico's.

- *Het toepassen van de GeoQ-methode moet er niet toe leiden dat men onderdelen daarvan ziet als overbodig en nutteloos. Dit kan tot gevolg hebben dat het onderdeel verwaarloosd wordt.*

Gebleken is uit het analyseren van het projectverloop dat bepaalde stappen binnen het proces los uitgevoerd dienen te worden hoewel het praktischer zou zijn om deze in een denkgang uit te voeren. Een voorbeeld hiervan is stap 4 (vaststellen mogelijke beheersmaatregelen) en 5 (evalueren resulterend risicoprofiel). Zeker in kleinere projecten lijkt het project sneller doolopen te kunnen worden als beide stappen in één keer worden uitgevoerd. Echter bij grote projecten met een groot aantal risico's zal het overzicht moeilijk in één gedachtegang gemaakt kunnen worden.

- *Er moeten voldoende tools beschikbaar zijn om effectief en efficiënt het GeoQ-proces te kunnen doorlopen.*

Het zou aan te bevelen zijn om een tool te ontwikkelen om risico's aan de hand van een software programma te kunnen scoren. Dit kan het doorlopen van de GeoQ-stappen efficiënter en kwalitatief beter maken. Tevens zou er een koppeling gemaakt kunnen worden met risicochecklists.

Projectverloop:

- *Potentiële voorzienbare risico's kunnen in bouwprojecten op systematische wijze in de fase voorafgaand aan de daadwerkelijke bouwfase worden geïdentificeerd.*

Er lijken voldoende middelen voorhanden te zijn om risico's te identificeren. Echter het inschatten van kans en effect van de risico's blijkt erg moeilijk te zijn. Er is weinig referentiemateriaal waardoor de risicoperceptie van de geotechnisch adviseur een grote rol zal gaan spelen bij het inschatten van risico's.

- *Het besluitvormingsproces ten aanzien van de gediagnosticeerde projectrisico's kan adequaat worden ingericht.*

In deze projectcase is er geen sprake geweest van het inrichten van een besluitvormingsproces ten aanzien van het kiezen van de juiste beheersmaatregelen. Dit kan mede te maken hebben met het feit dat het erg moeilijk blijkt te zijn om de effecten van beheersmaatregelen in te schatten qua tijd, geld en kwaliteit.

- *Betere prestatie van het project ten aanzien van kosten, kwaliteit, imago en tijd. Dit kan alleen marginaal worden getoetst.*

Bij het toepassen van GeoQ zal een routine moeten ontstaan, waardoor men in staat zou moeten zijn om het project te doorlopen op de GeoQ wijze in dezelfde

tijd als de huidige werkwijze. Door een risicogestuurde aanpak kunnen onder andere de volgende twee effecten optreden. Ten eerste wordt er naar gestreefd om de faalkosten tot een minimum te beperken. Ten tweede zullen eerder kansen voor een project geïdentificeerd kunnen worden. Dit zal leiden tot slimmere ontwerpen en uitvoeringsmethoden waardoor projecten goedkoper en duurzamer geproduceerd kunnen worden.

8

Projectcase 2

Dijkverlegging Hondsbroeksche Pleij dijk

In deze projectcase wordt de nadruk gelegd op het komen tot een beslissing voor het toepassen van de juiste beheersmaatregel in het GeoQ-proces. Het GeoQ-team heeft door middel van een rollenspel een simulatie van het project gemaakt met toepassing van GeoQ. In dit hoofdstuk wordt eerst een beschrijving gegeven van de opdracht zoals die aan GeoDelft is verleend (paragraaf 8.1). In paragraaf 8.2 wordt een beschrijving gegeven van de gegevens waarmee de projectsimulatie wordt gemaakt. Vervolgens wordt in paragraaf 8.3 een procesbeschrijving gegeven van het oorspronkelijke proces (proces A). Daarna volgt in paragraaf 8.4 een beschrijving van het GeoQ-proces (proces B) zoals toegepast in het project. De uitkomsten van beide processen worden vergeleken in hoofdstuk 8.5 waarin het proces B aan de hand van de eerder geformuleerde criteria getoetst wordt.







8.1 Projectbeschrijving

Het project Hondsbroeksche Pleij wordt uitgevoerd op de splitsing van Neder-Rijn en IJssel en dient om het stroomgebied ter hoogte van de splitsing bij hoogwater te vergroten. Het project wordt uitgevoerd vooruitlopend op de planologische kernbeslissing "Ruimte voor de Rivieren" waarin het nieuwe beleid van de rijksoverheid is om rivieren meer ruimte te geven. Dit project is voorwaardenscheppend voor projecten op de IJssel en Neder-Rijn, omdat daarmee de hoogwaterverdeling over deze Rijntakken wordt beïnvloed.

Het project bestaat globaal uit een dijkverlegging van 150 tot 250 meter landinwaarts over een lengte van 2650 meter tussen Schans en de Westervoortse Veerдам. Daarnaast zal er een regelbare overlaat nabij de IJsselkop worden aangelegd en een kwelvenster met gemaal tussen de nieuwe dijk en de oude Liemerse Bandijk om de bewoners van Westervoort te beschermen tegen kwelwater. Het dijktracé is onderdeel van de dijkkring Liemers. Een overzicht van de werkzaamheden is in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** afgebeeld. De uitvoering is in fasen gepland voor de periode 2007 – 2010. De bestekvoorbereiding loopt van medio 2004 tot en met 2006.



Legenda

-  Verwijderen dijk
-  Verwijderen dijk met behoud van pleijkade
-  Nieuw aan te leggen dijk
-  Regelwerk
-  Gemaal t.b.v. afvoer kwelwater
-  Kwelvenster

Figuur 8.1 Overzicht maatregelen Hondsbroeksche Pleij

De opdracht die GeoDelft heeft gekregen van Rijkswaterstaat bestaat uit de volgende onderdelen:

- Het bepalen van de mate van kweloverlast door de dijkverlegging en bepaling van de effectiviteit van het kwelvenster.
- Het uitwerken en beoordelen van principeschetsen van vier varianten tot een definitief dijkontwerp.

Omdat het beheer van de dijken in handen zal komen van het waterschap Rijn en IJssel, zal het ontwerp ook goedgekeurd moeten worden door het waterschap. Voordat de opdracht aan GeoDelft is verleend heeft de opdrachtgever afspraken gemaakt met het waterschap over ruimtebeslag, onderhoud na oplevering en kweloverlast. Het ontwerp zal binnen deze afspraken moeten passen.

Omdat het project duidelijk uit twee losse elementen bestaat is er voor gekozen om slechts één onderdeel in de simulatie te doorlopen. Gekozen is voor het onderdeel dijkontwerp omdat deze het beste aansluit bij de doelstelling van deze projectcase.

8.1.1 Het dijkontwerp

De opdrachtgever heeft vier schetsen van dwarsprofielen laten maken, welke als basis dienen voor het voorontwerp van de Pleijdijk. De schetsen betreffen dijkontwerpen met zand of klei in combinatie met een verticaal scherm of een pipingberm aan de binnenzijde van de dijk, zie bijlage 9. Met het uitwerken van de schetsen tot een voorontwerp krijgt Rijkswaterstaat inzicht in de voor- en nadelen van de verschillende dijkontwerpen ten opzichte van een kleidijk, die duur is en veel overlast in de omgeving geeft tijdens de bouw.

Een belangrijke voorkeur die de opdrachtgever aan het ontwerp geeft en tevens grote invloed heeft op de ontwerprijheid, is de hoeveelheid klei die wordt toegepast in het ontwerp en het mogelijk toepassen van een kwelscherm, ontworpen door een Duits ingenieursbureau. Dit laatste heeft te maken met het verkrijgen van Europese subsidie voor het project. Bij het uitwerken van de principeschetsen wordt ingegaan op de locatie en de noodzakelijkheid van de kleikern in het dijkontwerp. Verder wordt onderzocht of, en op welke locatie een kwelscherm zinvol is en waar pipingbermen noodzakelijk zijn.

Daarnaast wordt elk dwarsprofiel beoordeeld aan de hand van de richtlijnen opgesteld door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW). Belangrijke leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken zijn de leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken deel 1, bovenrivierengebied en deel 2, benedenrivierengebied. Deze leidraden zijn in de jaren 80 opgesteld door de TAW. Door de Commissie Boertien is in de jaren 90 vastgesteld dat de leidraden erg conservatief zijn en is aanbevolen om dijken uitgekiender te ontwerpen. Door de TAW zijn vervolgens verbeterde rekenregels opgesteld die eind jaren 90 en aan het begin van de 21^e eeuw zijn gerapporteerd in verschillende technische rapporten, leidraden en handreikingen. De leidraden en handreikingen toetsen onder andere op hoogte (inclusief zetting), stabiliteit en piping¹². Dit betekent dat elk dwarsprofiel berekend wordt op de kans van falen van de mechanismen overloop/overslag, binnen- en buitenwaartse macrostabiliteit, piping, microstabiliteit en zettingsvloeiing. Verder dient het dijkprofiel getoetst te worden aan de juiste maatgevende hoogwaterstanden. De dijkkring 48, Rijn en IJssel is door het waterschap berekend en aangelegd met een maatgevende afvoer tot 16500 m³/s bij Lobith.

8.2 Projectgegevens

In paragraaf 8.3 wordt het project beschreven zoals het is uitgevoerd door GeoDelft, waarbij geen gebruik is gemaakt van de GeoQ-methode. In paragraaf 8.4 wordt de projectsimulatie van het project beschreven zoals het is uitgevoerd door leden van het GeoQ-team. De gegevens die zijn verstrekt bij de start van de simulatie waren de volgende.

¹² Technische termen worden toegelicht in Bijlage 8.

Vooruitlopend op de planologische kernbeslissing voor Ruimte voor de Rivieren wordt op de splitsing van Neder-Rijn en IJssel te Westervoort het project Hondsbroeksche Pleij uitgevoerd. Dit project is voorwaardenscheppend voor projecten op de IJssel en Neder-Rijn, omdat daarmee de hoogwaterverdeling over deze Rijntakken kan worden beheerst. Het project bestaat globaal uit een dijkverlegging van 150 tot 250 meter over een lengte van 2650 meter tussen Schans (rivier km-raai 877.250) en de Westervoortse Veerdam (rivier km-raai 880.250), een regelbare overlaat nabij de IJsselkop (rivier km-raai 878,550) en een kwelvenster met gemaal tussen de nieuwe dijk en de oude Liemerse Banddijk. Een overzicht van de maatregelen staat in Figuur 1.1. De uitvoering staat in fasen gepland voor de periode 2007 – 2010. De bestekvoorbereiding loopt van medio 2004 tot en met 2006.

GeoDelft is gevraagd om een voorontwerp te maken van nieuw aan te leggen dijk en de effectiviteit van het kwelvenster te bepalen. In deze pilot wordt alleen ingegaan op het deelproject van de dijkverlegging.

Tijdens een eerste gesprek met de opdrachtgever zijn de volgende zaken naar voren gekomen:

Dijkverlegging:

- Door een Nederlands ingenieursbureau (Wi+Bos) is reeds een voorontwerp gemaakt. Hierin zijn (grote) fouten gemaakt.
- Om mogelijk Europese subsidie te verkrijgen is, op basis van het voorontwerp van het Nederlandse ingenieursbureau, door een Duits bureau (Icon) een alternatief ontwerp met een verticaal in de grond gevormd kwelverscherm gemaakt. Het Duitse bureau is niet bekend met de Nederlandse leidraden en voorschriften.
- De opdrachtgever is bekend met een dijkverlegging (Bakenhof) langs de Rijn stroomafwaarts van Arnhem.
- GeoDelft wordt gevraagd de verschillende dijkontwerpen (Bakenhof, Icon, en Wi+Bos) te beoordelen om te komen tot een voorontwerp dat voldoet aan de Nederlandse voorschriften.

Overig:

- Er is al gesproken met het waterschap. Op gedane toezeggingen over ruimtebeslag, onderhoud na oplevering en kweloverslag mag niet worden teruggekomen.

Bron: Memo GeoQ pilot – Waterkeringen, juli 2006

8.3 Projectverloop (proces 2A)

De werkzaamheden ten aanzien van het dijkontwerp bestonden uit drie opeenvolgende onderdelen. Ten eerste zijn de uitgangspunten en randvoorwaarde bepaald, daarna zijn de twee varianten beoordeeld op geohydrologische aspecten en twee varianten zijn verder uitgewerkt tot een definitief contourontwerp. Hierna zijn er conclusies en aanbevelingen geformuleerd. In de volgende paragrafen zullen de werkzaamheden die aan de doorlopen onderdelen ten grondslag liggen beschreven worden.

De volgende documenten zijn gebruikt voor de beschrijving:

- Rivierverruiming Hondsbroekschepleij / Voorontwerp verlegde Pleijdijk, september 2005 (CO-419330.0017 v03)

8.3.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Dit projectonderdeel schept de randvoorwaarde waaraan de ontwerpen moeten voldoen. Eerst is er een onderzoek gedaan naar de varianten zoals de opdrachtgever die heeft aangeleverd. Daarna zijn maatgevende parameters bepaald zoals de maatgevende hoogwaterhoogte en de daarmee samenhangende dijkhoogte, ook wordt het polderpeil bepaald. Deze parameters zullen een belangrijke rol spelen bij het beoordelen van de varianten, omdat deze gebruikt zullen worden bij het berekenen van de faalmechanismen. Als laatste is de ondergrond van het nieuwe tracé van de Pleij dijk onderzocht.

8.3.2 Beoordeling varianten

Omdat de varianten 1 en 3 veel gelijkenissen vertonen evenals de varianten 2 en 4 zullen de varianten in een groep van twee worden beoordeeld. Het grote verschil tussen de varianten 1, 3 en de varianten 2, 4 is het gebruik van klei. In varianten 1, 3 bestaat de hele

dijk uit klei. In de Hondsbroeksche Pleij is niet genoeg klei van de juiste kwaliteit aanwezig om de hele dijk in klei uit te voeren. Het aanvoeren van klei veroorzaakt grote kosten en overlast voor de omgeving van het project. Rijkswaterstaat heeft de voorkeur uitgesproken om het gebruik van klei te beperken. De varianten 2 en 4 hebben beide een kern van zandig materiaal. Daarom zullen in het project variant 1 en 3 beoordeeld worden en variant 2 en 4 verder uitgewerkt worden tot een contourontwerp.

De beoordeling van de varianten bestaat uit een toetsing aan de verschillende leidraden die beschikbaar zijn om het ontwerp te beoordelen op verschillende faalmechanismen. In de leidraad zijn ook eisen geformuleerd ten aanzien van het functioneren van de waterkering tijdens de bouwfase en de eindfase, zodat deze voldoende veiligheid biedt tegen overstromingen. Deze eisen zijn afgeleid van algemeen bekende faalmechanismen die kunnen optreden bij dijken. Indien aan de eisen wordt voldaan, voldoet de dijk aan de minimale kwaliteitseisen.

Bij het ontwerpen van een waterkerende dijk moet worden voldaan aan de richtlijnen die de Technische Adviescommissie voor de waterkeringen (TAW) heeft uitgebracht. Hierin wordt het ontwerp getoetst aan de hand van de volgende bezwijkmechanismen:

1. overlopen/overslag
2. macrostabiliteit
 - a. binnentalud
 - b. buitentalud
3. piping
4. microstabiliteit
5. stabiliteit vooroever en zettingsvloeiing
6. beschadiging taludbekleding

Aan de hand van de bevinding worden aanbevelingen gedaan om de ontwerpen te optimaliseren zodat wel wordt voldaan aan de gestelde eisen. Er wordt slechts zijdelings ingegaan op kosten, beheer en onderhoud, uitvoeringsaspecten en de duurzaamheid van het ontwerp.

Variant 1 en 3

Beide varianten worden getoetst aan de geldende bezwijkmechanismen. Hierbij bleek dat de benodigde dijktafelhoogte niet in overeenstemming was met de maatgevende hoogwaterstanden. Dit werd geconstateerd omdat men in het ontwerp een bepaalde mate van golfoverslag heeft berekend, die niet overeenkomt met de dijktafelhoogte. De minimale dijktafelhoogte is gelijk aan de som van de maatgevende waterstand en de golfoploop. De mate van golfoploop is afhankelijk van het toelaatbaar overslagdebiet. Hoe groter het toelaatbaar overslagdebiet hoe lager de dijktafelhoogte. Bij een hoger overslagdebiet worden hogere eisen gesteld aan de erosie bestendigheid van het binnentalud. Het ontwerp van het binnentalud was niet in overeenstemming met het berekende overslagdebiet berekend door GeoDelft. Aangezien het ontwerp van variant 3 model heeft gestaan voor variant 1 zijn ook daar dezelfde fouten gemaakt. Daarnaast zijn de ontwerpgegevens voor variant 3 niet allemaal beschikbaar waardoor het niet mogelijk bleek om alle bezwijkmechanisme te toetsen. Ook bleek er geen informatie voorhanden te zijn over de kosten om het toegepaste kwelscherm aan te leggen. Daarnaast wordt getwijfeld aan de duurzaamheid van het toegepaste kwelscherm.

Variant 2 en 4

Zoals al eerder opgemerkt heeft de opdrachtgever een voorkeur voor een dijkontwerp waarin rekening wordt gehouden met de benodigde hoeveelheid klei en het toepassen van een kwelscherm. Omdat variant 4 gebaseerd is op variant 2 zullen beide ontwerpen worden getoetst aan de geldende normen en zal het ontwerp verder worden uitgewerkt. Hierbij zal ook een onderzoek worden gedaan naar de kwaliteit van de klei die gevonden wordt in het gebied welke toegepast kan worden in het dijklichaam.

Allereerst wordt ingegaan op de dijktafelhoogte van de verlengde Pleijdijk, rekening houdend met zetting, overslagdebiet en golfoploop. Voor de berekening wordt het

dwarsprofiel genomen met het grootste verschil in de waterstand aan de buitendijk en het maaiveld aan de binnendijk. Omdat piping het maatgevende faalmechanisme is, wordt vervolgens een dijk ontworpen die qua piping aan de TAW richtlijn voldoet. Dit houdt in dat voor variant 2 het ontwerp wordt aangepast door het toepassen van een pipingberm en voor variant 4 wordt de maatgevende lengte en plaats van het kwelscherm bepaald.

Dit ontwerp wordt vervolgens getoetst op macrostabiliteit, microrstabiliteit. Tenslotte wordt ingegaan op de stabiliteit van de vooroever, erosie van het voorland en het risico van zettingsvloeiingen.

Eindconclusie beoordeling varianten

De varianten zijn beoordeeld op de geldende bezwijkmechanismen en er zijn aanbevelingen gedaan bij de varianten 2 en 4 voor verbetering van het ontwerp. Op basis van de aanbevelingen kan er een detail ontwerp van de dijk worden gemaakt. Op de aspecten van kosten, beheer en onderhoud, uitvoeringsaspecten en duurzaamheid is er een vergelijking gemaakt tussen de varianten. Hieruit komt naar voren dat het onduidelijk is wat de kosten zijn van het toepassen van een kwelscherm. Ten aanzien van de uitvoering heeft men vooral gekeken naar de overlast die de uitvoering in de omgeving zal hebben. Het uiteindelijke advies is dat zowel variant 2 als variant 4 uitgevoerd kan worden. Ten aanzien van de kosten kan er geen inschatting gemaakt worden welke variant voordeliger is. Qua overlast zal variant 4 voordeliger uitpakken omdat hierin minder grondverzet nodig is. In de conclusie van het onderzoek is maar beperkt aandacht besteed aan de effectiviteit van het kwelscherm. Hierbij is geen aandacht gegeven aan mogelijke risico's die een dergelijke oplossing met zich mee brengt. Aspecten als, dat er in Nederland geen ervaring is met het toepassen van een kwelscherm en de effectiviteit ervan, hebben geen aandacht gekregen.

8.3.3 Uitkomsten

Bij de keuze welke variant uiteindelijk zal worden toegepast hebben niet alleen de adviezen van GeoDelft een rol gespeeld maar ook het mogelijk verkrijgen van Europese subsidie is meegewogen in de beoordeling. Dit heeft de opdrachtgever doen besluiten om variant 4 voor te stellen aan het waterschap als ontwerp. Omdat er onduidelijkheid heerst over de effectiviteit van het kwelscherm en dit niet aan de orde is gekomen binnen de berekeningen van de faalmechanismen is het waterschap kritisch ten opzichte van het voorgestelde ontwerp. De opdrachtgever heeft GeoDelft moeten inschakelen om het waterschap te overtuigen. Om het waterschap tevreden te stellen zullen mogelijk extra monitor maatregelen genomen moeten worden.

Een tweede onderdeel waar in het ontwerpproces weinig aandacht aan is besteed is de stroomsnelheid van het water langs en voor de dijk. In de leidraad staan eisen hieromtrent opgenomen in een "normale" situatie, echter bij de splitsing van de rivier treden hogere stroomsnelheden op. Naar aanleiding van vragen van de opdrachtgever is aanvullend onderzoek gedaan, dit heeft uitgewezen dat de stroomsnelheid een hoge mate van erosie kan veroorzaken die ook de stabiliteit van het dijklichaam aan kan tasten. Vooral in de buurt van objecten zoals bomen en paaltjes kunnen gaten ontstaan. Dit heeft geleid tot het nogmaals toetsen van het ontwerp op dit onderdeel.

8.4 Beschrijving GeoQ-proces (proces 2B)

In projectcase 1 is veel aandacht besteed aan het identificeren van risico's en zijn de onderdelen; het nemen van beheersmaatregelen en de keuze om tot een juiste beheersmaatregel te komen minimaal aanbod gekomen. In deze projectcase zullen de onderdelen die in de voorgaande projectcase voldoende aanbod zijn gekomen nu sneller doorlopen worden en zal de focus liggen op stap 4 en 5.

8.4.1 Gegevens verzamelen

Met de eerste stap in het GeoQ-proces wordt een beschrijving van het project gegeven en de inhoud daarvan. Eventuele onduidelijkheden of ontbrekende informatie kan in deze stap worden geïdentificeerd en aangevuld. De volgende gegevens zijn voor dit project relevant:

- de hydraulische randvoorwaarde,
- gegevens van de ondergrond welke van invloed zijn op het ontwerp,
- eisen van de opdrachtgever,
- voldoende informatie van de varianten,
- eisen van het waterschap.

8.4.2 Risico-identificatie

Het ontwerp van een waterkerende constructie moet voldoen aan verschillende eisen die zijn opgenomen in de leidraden en handreikingen opgesteld door de TAW. Hiermee wordt een groot aantal risico's geïdentificeerd ten aanzien van het functioneren van de waterkerende constructie. In de leidraden voor het ontwerp van een waterkering wordt ingegaan op bekende technische onderdelen van geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's. Tevens worden eisen gesteld aan of naar aanleiding van vreemde objecten in en rondom de waterkering. Ook zijn er eisen voor het materiaal waaruit de waterkering wordt opgebouwd. In de leidraden wordt niet ingegaan op risico's gerelateerd aan het contract / PvE.

Op uitvoeringstechnische risico's wordt in de leidraden alleen ingegaan voor zover zij kunnen leiden tot overstroming van het achterland. Zo worden bijvoorbeeld eisen gesteld aan stabiliteit tijdens ophoging en periode gedurende het jaar waarop bepaalde werkzaamheden moeten worden verricht. Er wordt echter niet ingegaan op uitvoeringstechnische risico's zoals vertraging door consolideren van de grond, hogere kosten door optreden van grotere zettingen, instabiliteit door het niet waarnemen van hoge waterspanningen ten gevolge van een defecte waterspanningsmeter. Het blijft daarom zinvol om risico's te identificeren die te maken hebben met het ontwerpproces, uitvoeringsproces en beheerfase aan de hand van de zes risico-aspecten die worden onderscheiden in het GeoQ-proces.

<input checked="" type="checkbox"/>	Geotechniek
<input checked="" type="checkbox"/>	Geohydrologie
<input checked="" type="checkbox"/>	Geo-ecologie
<input checked="" type="checkbox"/>	Objecten in de ondergrond
<input checked="" type="checkbox"/>	Contract / PvE
<input checked="" type="checkbox"/>	Kwaliteit materiaal/ materieel en gegevens

Omdat er nog geen ervaringsdatabases en checklisten zijn ontwikkeld voor het ontwerpen van waterkerende constructies zullen de risico's geïdentificeerd worden aan de hand van ervaring van de geotechnisch ingenieur. Dit zal niet automatisch leiden tot het identificeren van meer risico's zoals de hogere stroomsnelheid van het rivierwater langs de dijk. Wat wel bereikt wordt, is dat men verder nadenkt dan de leidraad voorstelt. Hiermee wordt bedoeld dat er een bepaalde stimulans is om na te denken over risico's die zich kunnen voordoen bij een bepaald dijkontwerp en welke implicaties het met zich meebrengt. Risico's die voortvloeien uit lokale omstandigheden zullen meer aandacht krijgen en eerder in het ontwerp mee worden genomen.

8.4.3 Risico classificatie / kwantificatie

Voor de risico's die aan de hand van de leidraden worden beheerst, lijkt het overbodig om deze ook nog te classificeren. De berekeningen waarmee wordt aangetoond dat de waterkering in overeenstemming is met de eisen, voldoen wel of niet. In het geval dat niet wordt voldaan aan de gestelde eisen zullen er beheersmaatregelen genomen moeten worden, zodat wel wordt voldaan aan de eisen.

Van de overige risico's die geïdentificeerd zijn, zullen wel de kans en gevolg waarden bepaald moeten worden. Echter ook in deze projectcase is het moeilijk gebleken om een juiste inschatting te maken van de risico's naar kans en effect. Binnen GeoDelft is nog weinig ervaring met het inschatten van risico's die van invloed zijn op het ontwerpen van dijken. Aan de ene kant is het moeilijk een inschatting maken van de kans dat een bepaald risico optreedt. Aan de andere kant kan het effect van een optredend risico wel worden bepaald, echter het effect op het totale project is weer moeilijk in te schatten. Als de risicoclassificatie wordt uitgevoerd door de geotechnisch adviseur zal de risicoperceptie van

de adviseur een grote invloed hebben. De enige mogelijkheid, die op dit moment beschikbaar is bij GeoDelft, om de kans en gevolg waarde objectief in te schatten, is door het houden van een EBR-sessie. Als er meer soortgelijke projecten zijn uitgevoerd met een risicoclassificatie kan het inschatten van risico's deels worden gebaseerd op de ervaring van voorgaande projecten waardoor de perceptie van de geotechnisch adviseur mogelijk een kleinere rol zal spelen.

8.4.4 Vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen

Uit de risico-identificatie aan de hand van de leidraden opgesteld door de TAW bleek dat het risico op piping te groot was. Hier dienen dan ook maatregelen genomen te worden. Het is interessant om te kijken of de beheersmaatregelen zoals in het proces A voorgesteld overeenkomen met de afweging zoals die wordt gemaakt in het GeoQ-proces voor het kiezen van de juiste beheersmaatregelen en of beiden leiden tot een ander resultaat.

Er zijn twee beheersmaatregelen geïdentificeerd die het piping risico der mate verkleinen zodat voldaan wordt aan de gestelde richtlijn. Het beperken van het piping risico kan door:

- De waterkerende hoogte te verkleinen
- De kwelweglengte te vergroten (berm of kwelscherm).

Het beslissingsproces om een juiste beheersmaatregel te kiezen moet op basis van de juiste onderbouwing plaatsvinden. Het GeoQ-proces schrijft een afweging voor op kosten, tijd, kwaliteit en imago, aan de hand waarvan de beheersmaatregelen vergeleken kunnen worden. Met de bodemgerelateerde aspecten kan een uitspraak worden gedaan met betrekking tot de effectiviteit/kwaliteit van een beheersmaatregel. Naast de bodemgerelateerde aspecten zijn er andere aspecten die kunnen leiden tot een andere dan geotechnisch gezien de meest logische keuze voor een beheersmaatregel.

De criteria waarop de beheersmaatregelen getoetst kunnen worden, anders dan bodem gerelateerde aspecten, zijn de volgende:

- Flexibiliteit maatregel voor veranderde randvoorwaarden (kwaliteit)
- Mogelijkheden om pipingmaatregel te controleren in praktijk (kwaliteit)
- Overlast van maatregel voor omgeving (kwaliteit/imago)
- Kosten / Ruimtebeslag (kosten)
- Technische uitvoerbaarheid (tijd/kosten)

De criteria zijn aangepast en toegeschreven naar de projectspecifieke omstandigheden. In het proces A zijn voorgestelde maatregelen op standaard aspecten beoordeeld. Dit heeft tot gevolg gehad dat er weinig rekening is gehouden met projectspecifieke omstandigheden.

Geconcludeerd wordt dat een beoordeling volgens de GeoQ-systematiek leidt tot een project specifieke, en daardoor kwalitatief betere, beoordeling van het type beheersmaatregel. Uit dit project zal geen keuze voor een bepaalde beheersmaatregel voortvloeien, wel wordt er een advies uitgebracht aan de opdrachtgever welke beheersmaatregel het beste toegepast kan worden met een onderbouwing. Door het toepassen van de GeoQ-methode zal de onderbouwing voor de aanbevolen beheersmaatregel beter en breder van opzet zijn. Het staat de opdrachtgever uiteindelijk vrij om anders te kiezen. Hierbij kunnen bijvoorbeeld de meest voordelige technische oplossingen ondergeschikt gemaakt worden aan politieke keuzes. In deze projectcase doet zich een degelijke situatie voor. De opdrachtgever geeft de voorkeur aan het toepassen van een kwelscherm in verband met een Europese subsidieregeling.

8.4.5 Resterend risicoprofiel

Het resterende risicoprofiel kan worden bepaald door een combinatie van de invloed van beheersmaatregelen op de risico's en de overgebleven risico's. Hierbij is het van belang om een inschatting te kunnen maken van het effect dat een beheersmaatregel heeft op het risicoprofiel. Daarnaast zal gekeken moeten worden of bepaalde beheersmaatregelen niet bijdragen aan het vergroten of verkleinen van bepaalde risico's. Een voorbeeld hiervan is

het toepassen van een kwelscherm, dit zal aan de ene kant het risico van kwel laten afnemen en aan de andere kant zal het ook een positief effect hebben op het faalmechanisme afschuiving van het talud.

8.4.6 Overdracht volgende fase

De opdracht aan GeoDelft was, het maken van een contourontwerp voor de nieuw aan te leggen dijk in de Hondsbroeksche Pleij. Op basis van dit ontwerp en de gegeven adviezen zal de opdrachtgever een detailontwerp laten maken. Dit zal niet door GeoDelft worden gedaan. Het is daarom belangrijk dat alle keuzes die gemaakt zijn aan het advies worden toegevoegd. Hierbij zullen twee documenten gemaakt moeten worden, een risicodossier met een opsomming van de risico's en een overdrachtsdocument. Uiteindelijk is de opdrachtgever verantwoordelijk voor het doorzetten van een risicogestuurde aanpak.

8.5 Analyse projectcase 2

Deze projectcase analyse bestaat uit twee onderdelen, te weten een vergelijking van de uitkomst van beide projectprocessen en een toetsing aan de criteria ten aanzien van de uitvoerbaarheid en het projectverloop.

8.5.1 Verschillen in uitkomst tussen beide processen

In projectcase 2 is het zwaartepunt van de simulatie gelegd bij het vaststellen van beheersmaatregelen, de vierde stap in de GeoQ-cyclus. Hierbij is vooral de aandacht gelegd bij het maken van een keuze, en het beslissingsproces daaromheen, van een beheersmaatregel voor een geïdentificeerd risico. Wat duidelijk werd is dat in dit project niet direct een keuze door GeoDelft gemaakt hoefde te worden, maar dat er verschillende keuze opties voorgelegd moesten worden aan de opdrachtgever. Hierbij is het van extra belang dat de opties goed worden toegelicht met voor- en nadelen. Door niet alleen geotechnische aspecten te bekijken, die te maken hebben met de keuze, maar ook overige aspecten die van belang zijn mee te laten wegen in de afweging, zal de onderbouwing van de keuze breder zijn. Dit zal leiden tot een meer projectspecifieke beoordeling van de voorgestelde beheersmaatregelen.

In het proces A zijn de risico's geïdentificeerd aan de hand van de TAW leidraden. Hiermee is een groot aantal risico's beheerst welke te maken hebben met het functioneren van de waterkering. Hiermee worden echter niet alle risico's geïdentificeerd die binnen een project kunnen optreden. In de volgende tabel is een vergelijking van de geïdentificeerde risicocategorieën weergegeven.

	Niet voorzien	Voorzien risico
Projectverloop zonder het toepassen van GeoQ	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge mate van erosie door hoge stroomsnelheid (technisch risico niet behandeld in de TAW leidraden) - Uitvoeringsrisico's zijn niet beschouwd in het ontwerp - "Niet" geotechnische aspecten zijn niet beschouwd in het ontwerp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Functionele risico's volgens TAW leidraden
Projectverloop met het toepassen van GeoQ	Tijdens het schrijven van het rapport is het project nog niet ter uitvoering gekomen, dit betekent dat er nog geen gegevens bekend zijn van mogelijke onvoorziene risico's die zich tijdens de uitvoering kunnen voordoen.	<ul style="list-style-type: none"> - Functionele risico's volgens TAW leidraden - Technische risico's die niet worden behandeld in de TAW leidraden geïdentificeerd op - Uitvoeringsrisico's - Van belang zijnde "niet" geotechnische aspecten <p>(Voor de volledige lijst van risico's zie bijlage 10)</p>

Tabel 8.1 Vergelijking geïdentificeerde risico's voor projectcase 2

Door een inventarisatie van alle risico's zal een betere bewustwording ontstaan van die risico's. Een voorbeeld hiervan is het toegepaste kwelscherm in het ontwerp. In het proces A is weinig aandacht besteed aan de risico's die samenhangen met het toepassen van een

kwelscherm. Ook de opdrachtgever heeft weinig aandacht gegeven aan de toepassing van het kwelscherm. Het waterschap, welke de dijk in beheer zal krijgen, heeft wel haar twijfels geuit over het ontwerp. Door de GeoQ-systematiek toe te passen op het ontwerpproces zal er een grotere bewustwording ontstaan van de risico's die een gekozen ontwerpoplegging met zich mee zal brengen.

De kans dat een risico beter toegelicht zal worden neemt toe, waardoor deze minder snel over het hoofd wordt gezien. Ook de manier van rapporteren zal hierdoor beïnvloed worden. Het zal leiden tot een betere onderbouwing van de keuze voor een beheersmaatregel, hierbij zullen ook niet geotechnische aspecten een rol gaan spelen.

8.5.2 Analyse projectverloop

In paragraaf 6.2.2 zijn stellingen opgesteld aan de hand waarvan het projectverloop op systematische wijze geanalyseerd wordt. De stellingen hebben betrekking de uitvoerbaarheid van het proces en het projectverloop. De analyse zal zo objectiefmogelijk worden uitgevoerd en waarnodig aangevuld met meningen van de betrokken GeoQ-teamleden.

Uitvoerbaarheid:

- *De werkwijze moet goed uitvoerbaar zijn en mag niet onevenredig veel extra tijd kosten. De extra tijd moet in overeenstemming zijn met de extra kwaliteit die geleverd wordt.*

In deze projectcase is nauwelijks aandacht geweest voor risico's ten aanzien van de uitvoering. Als hier wel aandacht voor is zal dit leiden tot een diepere uitwerking van het project. Dit kan tot gevolg hebben dat de doorlooptijd zal toenemen. Daarnaast is het aannemelijk dat er later in het traject tijd bespaard kan worden, immers de kans dat een risico over het hoofd wordt gezien neemt af, waardoor er minder aanvullende onderzoek gedaan hoeven worden. De extra kwaliteit die in deze projectcase teruggevonden kan worden, is de kwaliteit van de onderbouwing van de gekozen beheersmaatregel. Deze zal zich niet alleen richten op technische aspecten, maar ook rekening houden met bijvoorbeeld tijd, kosten en uitvoeringsaspecten.

- *Het toepassen van de GeoQ-methode moet er niet toe leiden dat men onderdelen daarvan ziet als overbodig en nutteloos. Dit kan tot gevolg hebben dat het onderdeel verwaarloosd wordt.*

In deze projectcase is het als zeer positief ervaren dat er een betere afweging gemaakt kan worden op aanbevolen beheersmaatregelen. Door een afweging op kosten, kwaliteit, tijd en imago te maken wordt de geotechnisch adviseur gedwongen om niet alleen op technische aspecten een afweging te maken. Het resultaat zal een betere afweging over de hele linie van het project zijn.

- *Er moeten voldoende tools beschikbaar zijn om effectief en efficiënt het GeoQ-proces te kunnen doorlopen.*

Ook in deze projectcase is er sprake van een tekort aan ervaring op het gebied van het inschatten van risico's. Ook het gebruik van risicochecklists zal bijdragen aan de effectiviteit. Echter dient wel gelet te worden op het niet "heilig" verklaren van dergelijke checklists. Niet alle risico's zullen in checklists gevat kunnen worden, intuïtie van de geotechnisch adviseur zal belangrijk blijven. Daarnaast is het aan te bevelen om ook voor dijkontwerpprojecten een GeoBrain ervaringsdatabase aan te leggen.

Projectverloop:

- *Potentiële voorzienbare risico's kunnen in bouwprojecten op systematische wijze in de fase voorafgaande aan de daadwerkelijke bouwfase worden geïdentificeerd.*

In deze projectcase is naar voren gekomen dat er geen checklists bestaan voor het ontwerpen van dijken. Wel wordt aangegeven dat de inzet van een checklist kan bijdragen aan een betere identificatie. Ook een tool als GeoBrain welke wel toegepast is in projectcase 1, waarin vooral ervaring wordt opgeslagen van

eerdere projecten op basis waarvan een uitspraak gedaan kan worden, is voor het maken van dijkontwerpen nog niet ontwikkeld. Dergelijke tools zouden direct kunnen bijdragen aan de kwaliteit van het identificatie proces.

- *Het besluitvormingsproces ten aanzien van de gediagnosticeerde projectrisico's kan adequaat worden ingericht*

Door een afweging van de beheersmaatregelen naar kosten, kwaliteit, tijd en imago zal een expliciete afweging gemaakt worden waar dezelfde afweging, zonder de GeoQ-methode toe te passen, impliciet gebeurt. Het zal leiden tot een betere onderbouwing van keuzes waar ook niet technische aspecten in zullen mee worden gewogen. In deze projectcase heeft een duidelijke afweging plaats gevonden van mogelijke beheersmaatregelen, dit heeft indirect geleid tot een beter onderbouwd advies aan de opdrachtgever.

- *Betere prestatie van het project ten aanzien van kosten, kwaliteit, imago en tijd.* Een betere prestatie zal zich uiten in de kwaliteit van het gegeven advies. Om een uitspraak te doen over kosten en tijd in dit project is moeilijk.

9 Projectcase 3

Randstadrail, kruising boortunnel Goudselijn

Dit is de laatste projectcase die in dit afstudeeronderzoek wordt beschreven en geanalyseerd. Het project Randstadrail staat hierin centraal. Dit project is uitgevoerd aan de hand van een risico gestuurd ontwerptraject, waarin alle fasen van het GeoQ-proces herkend kunnen worden. In tegenstelling tot hetgeen in hoofdstuk 2 staat beschreven vindt er in deze projectcase geen simulatie van het GeoQ-proces plaats. Het doel van deze analyse is het bepalen van effectiviteit van het GeoQ-proces. Hierbij wordt geprobeerd om generieke conclusies te trekken die in ieder geval op dit project van toepassing zijn, maar mogelijk ook op andere projecten. In paragraaf 9.1 wordt het project beschreven, waarna in paragraaf 9.2 een beschrijving van het proces volg en, in paragraaf 9.3 wordt afgesloten met een analyse van de bevindingen.

9.1 Project beschrijving

Tussen Den Haag, Zoetermeer en Rotterdam wordt een hoogwaardig openbaar vervoersnetwerk aangelegd onder de naam RandstadRail. RandstadRail maakt voor het grootste deel gebruik van bestaand spoor, zoals de Zoetermeer Stadslijn en de Hofpleinlijn. Deze bestaande verbindingen worden omgebouwd en gekoppeld aan het lokale tram- en metronet. Tussen Den Haag en Rotterdam zal Randstadrail worden uitgevoerd door middel van een lightrailtrein. De Hofpleinlijn zal met een geboorde tunnel verbonden worden met station Rotterdam Centraal. Het ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam is verantwoordelijk voor het definitieve ontwerp van het tracé tussen Schieplein en Rotterdam Centraal. Nabij het Schieplein zal de geboorde tunnel de Goudselijn kruisen, dit is de spoorlijn Rotterdam – Gouda – Utrecht.



Figuur 9.1 Kruising boortunnel met de spoorlijn Rotterdam - Gouda

Uit de risicoanalyse van het ingenieursbureau is gebleken dat de risico's die samenhangen met het kruisen van de spoorlijn moeilijk beheerst konden worden met de kennis die op dat moment voorhanden was. De oorzaak hiervan is de onzekerheid ten aanzien van de kwaliteit en stabiliteit van het grondpakket onder de spoorlijn. Men

verwachtte onaanvaardbare zettingen in het grondpakket door onder andere trillingen die de tunnelboormachine (TBM) veroorzaakt. De voorgestelde beheersmaatregel om de risico's te verkleinen was het aanleggen van een stalen tijdelijke brug, waarop de spoorlijn gelegd zou worden, waardoor zettingen geen invloed meer hebben op het spoor. Echter deze beheersmaatregel zou veel extra geld kosten en hinder geven op de spoorlijn, omdat de treinen tijdens de aanleg geen gebruik van het traject kunnen maken. Omdat de kosten hoog zijn en de het treinverkeer gehinderd wordt tijdens de aanleg van de tijdelijke brug, werd het interessant om extra onderzoek te laten uitvoeren naar mogelijk andere oplossingen. Door meer zekerheid ten aanzien van de grondcondities te krijgen zou men ook tot alternatieve beheersmaatregelen kunnen komen die minder hinder veroorzaken voor het treinverkeer. Besloten is om GeoDelft in te schakelen om, ten aanzien van de kruising, een aparte risicocycclus in te richten voor dit projectonderdeel. [Korff, 2003; Randstadrail, 2006; van Staveren, 2006]

9.2 Beschrijving GeoQ-proces

In deze paragraaf volgt een beschrijving van het projectverloop zoals het is uitgevoerd voor het project Kruising Randstadrail met Goudselijn. Het project is uitgevoerd aan de hand van een risico gestuurde ontwerpbenadering waarin alle GeoQ-stappen zijn te herkennen. In de beschrijving zullen de GeoQ-stappen beschreven worden. Het GeoQ-proces is gericht op het identificeren en beheersen van risico's, die te maken hebben met de ondergrond ter hoogte van de kruising. Omdat het een uniek project is geweest, zijn er vanuit GeoDelft een aantal artikelen geschreven over de gebruikte aanpak. De volgende rapporten zijn gebruikt voor de beschrijving:

- Kruising Randstadrail met Goudselijn; Analyse effect compaction grouting, november 2002 (CO405290.0044)
- Kruising Randstadrail met Goudselijn; Ontwerp ophoging, november 2002 (CO405290.0068)
- Kruising Randstadrail met Goudselijn; Verwerking zandlichaam, augustus 2002
- Aanvullende advies Goudselijn, maart 2003 (CO405290.0015 v2)

Aanvullende informatie is verkregen door het houden van informele interviews met betrokken medewerkers.

9.2.1 Gegevens verzamelen

Zoals bij ieder GeoQ-proces wordt het project begonnen met een inventarisatie van beschikbare gegevens. Het probleem dat ten grondslag ligt aan de onzekerheid bij het ingenieursbureau was de kwaliteit van het zandbed onder de Goudselijn. Het zandpakket is losgepakt en verzadigd. Door trillingen van de boormachine kan verdichting van het zandpakket optreden wat zetting aan het maaiveld tot gevolg heeft.

Gegevens zijn verzameld over:

- De toleranties voor mogelijke deformaties van de spoorbaan. De maximale vervorming, bij snelle deformaties in het horizontale vlak moet minder dan +/- 20 mm zijn en vervormingen in het verticale vlak moet minder dan +/- 50 mm bedragen. Langzame vervormingen kunnen worden opgevangen door onderhoud.
- De aanleg van de Goudselijn. Aan de hand van historisch onderzoek is bepaald, hoe in het verleden de spoorbaan is aangelegd. Het gebied waar de spoorlijn doorheen loopt bestaat uit veengronden. Het zand voor de fundering van de Goudselijn is rond 1895 gestort in een ondiep cunet, deels onder water, deels boven water. Doordat het gewicht van zand groter is dan dat van veen, heeft het zand het veen verdrongen totdat er een evenwicht is ontstaan tussen de twee grondsoorten en bovenliggende belastingen. Uit het onderzoek heeft men een beeld gekregen van het ontstaan van de fundering van de spoorbaan en effecten die de gebruikte methode heeft gehad.
- De grondcondities; om de grootte van de risico's in te kunnen schatten zijn gegevens nodig van de grondcondities. De gegevens die tot nu toe bekend zijn, zijn niet voldoende nauwkeurig, dit was mede de oorzaak van de onzekerheid. Door de inzet van de ondersteunende tool GeoLab heeft men een beter beeld gekregen van de

condities van de ondergrond. Dit is gedaan door geavanceerde grondproeven uit te voeren en zandmonsters te onderzoeken in het laboratorium.

- De trillingen; om te kunnen bepalen welke deformaties kunnen optreden, zal men een idee moeten hebben van de trillingniveaus die de tunnelboormachine veroorzaakt. Bij eerdere boortunnels is hier onderzoek naar gedaan.

9.2.2 Risico-identificatie

De risico's die samenhangen met de kruising waren deels al bekend. Omdat het hier een specifiek onderdeel van het project betrof, is een risico-identificatie gehouden specifiek op dit onderdeel. Samen met de nieuwe gegevens uit het grondonderzoek kon men het effect van de passerende tunnelboormachine beter bepalen. Hiermee zijn de faalmechanismen bepaald. Uit onderzoek en berekeningen is gebleken, dat de optredende deformaties groter zijn dan toegestaan voor spoorbanen. Risico's ten aanzien van het boren kunnen in twee soorten worden verdeeld, namelijk risico's die te maken hebben met de statische belasting op het grondpakket en risico's die te maken hebben met de dynamische belasting op het grondpakket. Onder statische belastingen vallen de spanningsveranderingen die kunnen optreden in de ondergrond. De trillingen worden gerekend tot de dynamische belastingen. Gebleken is dat de verschillende belastingen op twee soorten faalmechanismen invloed hebben, namelijk verweken en zettingen. De geïdentificeerde risico's zijn als volgt:

- Onder invloed van trillingen kan het zandpakket verweken¹³ doordat de meta stabiliteit¹⁴ wordt aangetast.
- Voor de boorkop van de TBM ontstaat een grotere waterdruk wat verweking kan veroorzaken.
- Onder invloed van spanningsveranderingen in de ondergrond kan verweking ontstaan.
- Trillingen veroorzaken zettingen in het zandpakket.
- Statische belastingen veroorzaken zettingen in het zandpakket.

In deze risico-identificatie wordt geen gebruik gemaakt van de zes risicogroepen omdat naar twee specifieke risico's wordt gekeken, namelijk verweking en zetting. Andere risico's zijn door het projectbureau Randstadrail geïdentificeerd en vallen buiten de scope van het project.

9.2.3 Risico classificatie / kwantificatie

In deze stap van het GeoQ-proces worden de risico's geïdentificeerd. Dit houdt in dat voor de gevonden risico's berekend wordt hoe groot de kans is dat het optreedt en wat de gevolgen zijn. Verschillende faalmechanismen zullen doorgerekend worden met de nieuwe gegevens die zijn bepaald aan de hand van het grondonderzoek.

Hierbij heeft men zich gericht op vier onderdelen:

1. Hoe groot zijn de trillingen veroorzaakt door de TBM en wat zijn de gevolgen?
2. Wat is de kans op verweking onder invloed van de trillingen en wat zijn de gevolgen?
3. Wat is de invloed van de hogere waterdruk veroorzaakt door de TBM op het zandpakket (statische belasting)?
4. Wat is de invloed op het zandpakket van spanningsveranderingen in de ondergrond?

De uitkomsten zijn hieronder weergegeven.

Ad 1. Om berekeningen uit te kunnen voeren wordt eerst het invloedgebied van de tunnelboormachine bepaald. Hierbij wordt gekeken wat de te verwachten trillingen zijn en in welk gebied deze van invloed is. Als dit bekend is heeft men de optredende

¹³ Onder verweken wordt verstaan dat de korrelspanning in het zandpakket afneemt waardoor het grondwater de druk overneemt. Omdat water geen wrijvingsspanning kan opnemen ontstaat een glijvlak en zakt het zand naar de zijkant weg.

¹⁴ De meta stabiliteit heeft te maken met stabiliteit van de zandkorrels onderling. Onder invloed van trillingen kan het raamwerk waar de zandkorrels zich in bevinden instorten.

verdichting van het zandpakket berekend. Hierbij is men tot de conclusie gekomen dat de zakking tijdens 1 dag boren weinig (orde 1 centimeter) tot relatief veel (orde 0,3 meter) kan bedragen. De grens voor zakkings van de spoorbaan ligt op 2 centimeter.

- Ad 2. Berekeningen ten aanzien van verweking onder invloed van trillingen leiden tot de conclusie dat verwacht mag worden dat er geen schade zal ontstaan.
- Ad 3. De kans op verweking veroorzaakt door de statische belasting wordt groot geacht. Daarnaast treden de gevolgen van verweking ineens op.
- Ad 4. Onder normale booromstandigheden zal de zakking van het maaiveld maximaal 25 mm bedragen onder invloed van spanningsveranderingen in de ondergrond.

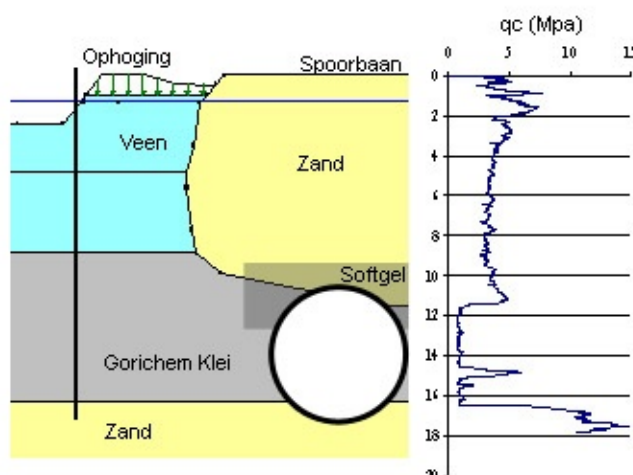
Uit de classificatie valt op te maken dat de risico's te groot zijn en dat het noodzakelijk is om beheersmaatregelen te nemen.

9.2.4 Vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen

Bij het zoeken naar de juiste beheersmaatregelen kan men kiezen uit verschillende type beheersmaatregelen. Het risico accepteren was geen optie omdat de gevolgen van invloed zijn op de bovenliggende spoorlijn en dat was onacceptabel. Het risico vermijden zou alleen bereikt kunnen worden door de tunnel niet aan te leggen. Gekozen is voor het reduceren van het risico, door zowel de gevolgen als de kans van optreden van het risico te reduceren. De totale kosten om een bepaalde beheersmaatregel te onderzoeken en toe te passen zijn meegenomen in de afweging om de maatregel te toetsen op effectiviteit.

Door middel van een literatuur studie naar soortgelijke problemen bij projecten is men de mogelijkheid van compaction grouting¹⁵ gaan bekijken als beheersmaatregel. Het effect van verweking en verdichting hoopte men hiermee te beperken. Om de effectiviteit van de maatregel te kunnen bepalen zijn laboratorium en model proeven gedaan. Uit de proeven is geconcludeerd dat de maatregel effectief kan zijn mits het goed wordt uitgevoerd. De kans dat de uitvoering niet goed is, wordt vrij groot geacht. Dit komt omdat er nog geen ervaring is met het uitvoeren van een dergelijk project. Daarnaast denkt men dat het moeilijk is om de voorgestelde kwaliteit, welke theoretisch gehaald zou kunnen worden, in praktijk ook gehaald kan worden.

Hierna is men gaan kijken of er andere maatregelen voorhanden zijn om zettingen en verweking tegen te gaan. Een combinatie van de volgende maatregelen bleek wel voldoende om de risico's te beheersen. Om het gevolg van verweking tegen te gaan heeft men een zand ophoging langs de spoorbaan voorgesteld, waardoor voldoende tegendruk wordt gegeven, zodat er geen glijvlakken kunnen ontstaan. Dit, in combinatie met een grondwaterstandverlaging, reduceert de gevolgen van verweking. Echter de effecten van deze maatregelen hebben wel enige zettingen tot gevolg, maar deze zijn beperkt en goed controleerbaar.



Figuur 9.2 Overzicht maatregelen [Korff, 2003]

¹⁵ Het lokaal verbeteren van de grond door vloeibaar beton in de grond inspuiten.

Om de trillingen in de ondergrond te reduceren en de stijfheid van het zandpakket te vergroten is voorgesteld om een softgellaag in het tracé van de TBM te injecteren. Deze maatregel heeft twee gevolgen voor de zettingen in het zandpakket. Ten eerste zal het zand verdicht worden, waardoor er minder inklinking zal plaatsvinden en ten tweede reduceert het de trillingen van de TBM. Het effect is dat de zettinglimieten van de spoorbaan niet overschreden worden. Een neveneffect, van het toepassen van de softgellaag is, dat de hogere waterdruk veroorzaakt door de TBM beperkt blijft tot de omgeving en minder van invloed is op het zandpakket.

9.2.5 Resultierend risicoprofiel

Door het aanbrengen van de voorgestelde maatregelen wordt het zandlichaam gestabiliseerd zodat de effecten van het boren in het zandlichaam een beperkte invloed uitoefent op de spoorbaan. De maatregelen verkleinen de risico's tot een voor de opdrachtgever aanvaardbaar niveau. Wel wordt voorgesteld om voldoende monitoring toe te passen om de gebruikte aannames te controleren. Tevens kan er bij onverhoopte instabiliteit tijdig maatregelen genomen worden om schade te voorkomen.

9.2.6 Overdracht volgende fase

In deze fase worden alle gegevens gedocumenteerd. Dit wordt gedaan in de vorm van een risicodossier. Het risicodossier bestaat uit een korte beschrijving van de doorlopen risicomanagementcyclus. Daarnaast worden de geïdentificeerde risico's opgesomd met de bij behorende classificatie en beheersmaatregelen. Hierbij zullen de keuzecriteria voor de gekozen beheersmaatregel toegelicht worden. Tot slot zal het resterende risicoprofiel en aandachtspunten voor volgende projectfase worden opgenomen.

9.3 Analyse projectverloop

Dit project Kruising Randstadrail Goudselijn is door middel van een risicogestuurd ontwerptraject tot stand gekomen. Hierbij is veel aandacht geweest voor het verzamelen van gegevens en het beheersen van de risico's. Het onderdeel risico-identificatie is uitgevoerd, waarbij alleen aandacht is geweest voor technische risico's. Omdat het project een beperkte grootte heeft, maar technisch complex is, zijn de geïdentificeerde risico's beperkt gebleven qua aantal. Er is veel aandacht geweest voor het komen tot de juiste beheersmaatregelen om de risico's te beperken. Het project zal geanalyseerd worden volgens de toetsingscriteria zoals opgesteld in paragraaf 6.2.

Uitvoerbaarheid:

- *De werkwijze moet goed uitvoerbaar zijn en mag niet onevenredig veel extra tijd kosten. De extra tijd moet in overeenstemming zijn met de extra kwaliteit die geleverd wordt.*

De doelstelling van het project was om een goedkopere en beter beheersbare oplossing te vinden voor de risico's die het kruisen van de TBM met de Goudselijn met zich meebracht. Het uitgevoerd extra grond onderzoek heeft geleid tot het beter kunnen inschatten van de risico's. Hierdoor konden de effecten van de beheersmaatregelen beter worden ingeschat. De uiteindelijke kosten van het doorlopen proces en voorgestelde beheersmaatregelen waren lager dan de voorgestelde beheersmaatregel door het ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam.

- *Het toepassen van de GeoQ-methode moet er niet toe leiden dat men onderdelen daarvan ziet als overbodig en nutteloos. Dit kan tot gevolg hebben dat het onderdeel verwaarloosd wordt.*

Alle stappen die binnen de GeoQ-methode voorgesteld worden zijn toegepast in het doorlopen van het project.

- *Er moeten voldoende tools beschikbaar zijn om effectief en efficiënt het GeoQ-proces te kunnen doorlopen.*

Ten tijde van het uitvoeren van dit project was de GeoQ-methode nog in ontwikkeling, ook een groot aantal tools die nu beschikbaar zijn om het proces

te ondersteunen waren toen nog niet beschikbaar. Of tools die nu wel beschikbaar zijn een bijdrage hadden kunnen leveren aan het proces is moeilijk achteraf in te schatten.

Projectverloop:

- *Potentiële voorzienbare risico's kunnen in bouwprojecten op systematische wijze in de fase voorafgaande aan de daadwerkelijke bouwfase worden geïdentificeerd.*

De risico's zijn geïdentificeerd op systematische wijze. Na de identificatie volgde de kwalificatie, hierbij bleek het moeilijk om de grootte van het risico in te schatten. Er was nog onvoldoende duidelijk wat de grond condities waren en wat het effect van het boren zou hebben. Om hier meer duidelijkheid over te krijgen is grondonderzoek uitgevoerd en zijn laboratoriumproeven gedaan. Door meer duidelijkheid te creëren over de risico's kon men het effect van beheersmaatregelen beter inschatten.

- *Het besluitvormingsproces ten aanzien van de gediagnosticeerde projectrisico's kan adequaat worden ingericht*

Over de effectiviteit van het proces ten aanzien van het kiezen van de juiste beheersmaatregel valt wel een kanttekening te plaatsen. De onderzochte beheersmaatregel *compaction grouting* is in eerste instantie naar voren geschoven om de risico's te reduceren. Na laboratorium onderzoek en modelproeven is vast komen te staan dat de maatregel effectief kan zijn en het risico dusdanig zou reduceren dat het aanvaardbaar zou worden. Hierbij is pas laat in het onderzoeksproces gekeken of de maatregel ook technisch uitvoerbaar is. De conclusie daaruit was dat het moeilijk uitvoerbaar was, omdat er geen juiste methoden voorhanden waren om het grout in de grond te injecteren zodat het ook voldeed aan de ontwerpeisen. Het risico op mogelijk falen tijdens de uitvoering van de maatregel werd hierdoor te groot en men heeft besloten om een andere beheersmaatregel te zoeken.

Hoe men gekomen is tot de keuze om *compaction grouting* te onderzoeken als beheersmaatregel is niet meer goed te achterhalen. Binnen het GeoQ-proces wordt de juiste beheersmaatregel om een risico te reduceren gekozen aan de hand van een afweging in kosten, tijd en effectiviteit. De afweging moet expliciet gemaakt worden. Hierbij heeft men de keuze om een aantal, meestal voor de hand liggende, beheersmaatregelen voor te stellen of te onderzoeken, welke beheersmaatregelen allemaal mogelijk zijn. Bij "normale" risico's kan men volstaan met een keuze uit de meest voor de hand liggende maatregelen. Is het risico technisch complex, dan is het aan te bevelen om te kiezen uit een groot scala aan beheersmaatregelen. Hiermee kan men voorkomen dat een minder effectieve maatregel onderzocht wordt op effectiviteit.

- *Betere prestatie van het project ten aanzien van kosten, kwaliteit, imago en tijd.*

De doelstelling van de risicomangementcyclus was om de risicobeheersing rondom de kruising van de boortunnel met de Goudselijn te optimaliseren, met aandacht voor het kostenaspect, tijdsaspect en hinder voor het treinverkeer. In alle doelstellingen is het project geslaagd. De kosten van de voorgestelde beheersmaatregelen zijn aanzienlijk lager dan het toepassen van een stalen brug als beheersmaatregel, hierin zijn ook de extra kosten meegenomen van de risicomangementcyclus. De beheersmaatregelen konden binnen de beschikbare tijd worden toegepast. Ook was er met de voorgestelde maatregelen geen hinder meer voor het treinverkeer op de Goudselijn.

Inmiddels is het project in de uitvoeringsfase gekomen en heeft de TBM de tunnel onder de Goudselijn geboord. Alle genomen beheersmaatregelen zijn voldoende effectief gebleken en er hebben zich geen onverwachte calamiteiten voorgedaan. Hiermee kan worden geconcludeerd dat de risico's voldoende zijn beheerst en dat de risicomangementcyclus heeft geleid tot het beoogde resultaat.

In de Geovisie is een artikel opgenomen over dit project, hierin wordt de projectleider van Projectbureau Randstadrail, de heer Kampen, geciteerd over het projectverloop; "Deze vorm van ontwerpen zorgt ervoor dat alle risico's expliciet worden getoetst. Bij de kruising met de Goudselijn heeft dat geleid tot een zichtbaar veilig ontwerp in combinatie met een significante besparing. Gericht omgaan met de onzekerheid in de ondergrond loont dus." Geconcludeerd kan worden dat de opdrachtgever tevreden is met het projectverloop en de geleverde prestaties.

10 Analyse en discussie

Analyse en discussie

In dit hoofdstuk wordt een analyse gemaakt van het gebruik van de methode (paragraaf 10.1). In paragraaf 10.2 wordt een cross case analyse gemaakt van de projectcases zoals beschreven in voorgaande hoofdstukken. Hierna zullen de uitkomsten van de enquête beschreven worden, die gehouden is onder de leden van het GeoQ-team (paragraaf 10.3). Daarop volgt in de discussie een reflectie op de getrokken conclusies (paragraaf 10.4).

10.1 Analyse van het gebruik van de GeoQ-methode

De GeoQ-methode is een begrip is binnen GeoDelft, maar de precieze uitvoering ervan is alleen op hoofdlijnen bekend, wat resulteert in een eigen invulling van de GeoQ-methode door de medewerkers. In het verleden is een aantal workshops gegeven over hoe de methode toegepast dient te worden. De bestudering van de projectcase heeft een beeld opgeleverd over hoe de methode daadwerkelijk gebruikt wordt, op een aantal punten is dit anders dan in hoofdstuk 4 beschreven. Het resultaat van de analyse kan aan de ene kant gebruikt worden om het GeoQ-proces aan te passen of aan de andere kant het gebruik van het GeoQ-proces aan te passen. Nu volgt een opsomming van de bevindingen:

- In stap 2 van de GeoQ-methode worden risico's geïdentificeerd. Tijdens het uitvoeren van de projectsimulaties is naar voren gekomen dat er per project heel veel risico's geïdentificeerd kunnen worden. Hierbij kan het aantal geïdentificeerde risico's zo groot zijn dat het overzicht verloren gaat. Er moet een ballans gevonden worden tussen het aantal risico's en de mate van belangrijkheid van die risico's, de ordening van risico's zal hierin een belangrijke rol in spelen. Risico's kunnen op verschillende niveaus weergegeven worden, van projectniveau tot op het niveau van projectonderdelen. Een voorbeeld uit de eerste case zou kunnen zijn; stabiliteitsverlies dijklichaam is een risico op projectniveau en instabiliteit boorgat is een risico op een projectonderdeel namelijk het uitvoeren van de boring. Hierbij spelen de elementen oorzaak en gevolg een belangrijke rol, de oorzaak van een instabiel dijklichaam kan het gevolg zijn van het bezwijken van het boorgat, beide onderdelen kunnen worden gekwalificeerd als risico's. Bepaalde risico's kunnen ontstaan uit een zelfde oorzaak of hebben een zelfde effect tot gevolg. Daarnaast kan een effect van het ene risico een ander risico tot gevolg hebben. Door risico's te groeperen en toe te wijzen aan verschillende niveaus ontstaat een helderder beeld. Daarnaast kunnen risico's makkelijker beheers worden als het aantal risico's overzichtelijk blijft.
- In stap 3 van het GeoQ proces worden risico's geclassificeerd. In de GeoQ simulatie is hierbij geen gebruik gemaakt van risicomatrices. Als kans en gevolg waarde zijn bepaald, kunnen deze beter in een risicomatrix worden weergegeven, zoals beschreven in paragraaf 3.2.1, dan in een risicolijst. Daarnaast wordt er niet één lijn getrokken in de waardering van de risico's. In de eerste projectcase is er voor gekozen om een schaal van 1 t/m 5 aan te houden (dit vloeit voort uit GeoBrain) in een EBR-sessie wordt een schaal van 1 t/m 3 aangehouden. Daarnaast is het niet duidelijk welke aspecten mee zijn genomen in het bepalen van het risico. Bij kleine projecten kan worden volstaan met een inschatting op ervaring, men moet zich wel afvragen of het geen meerwaarde heeft om meerdere aspecten mee te nemen in het bepalen van de kans, gevolg en mogelijk beïnvloedbaarheid zoals gedaan wordt bij een EBR-sessie. Dit hoeft niet veel extra tijd te kosten als dit geautomatiseerd wordt.

- In stap 4 van de GeoQ-methode worden beheermaatregelen voorgesteld en gekozen om risico's te verkleinen. Hierbij kan aan de ene kant de kans van optreden verkleind worden en aan de andere kant kunnen de gevolgen beperkt worden. In de eerste projectcase heeft de focus vooral gelegen bij de optimalisatie van het ontwerp door een grotere zekerheid van invoerparameters te creëren voor de berekeningen. Hierbij is onvoldoende gekeken naar wat andere beheersmaatregelen voor effect zouden hebben. Maatregelen om de gevolgen en effecten te verkleinen tijdens bijvoorbeeld de uitvoering komen niet of nauwelijks aanbod.
- Nadat er een beslissing is genomen in het toepassen van beheersmaatregelen in het ontwerpproces en voorstellen zijn gedaan om ook beheersmaatregelen te treffen tijdens de uitvoering, zal er nog een restrisico blijven bestaan. In de GeoQ-methode wordt hier in de fase van evaluatie (stap 5) aandacht aan besteed, hierin wordt het overgebleven risicoprofiel geëvalueerd nadat maatregelen zijn genomen. In de projectcase is dit onderdeel niet aanbod gekomen. Als er voldoende beheersmaatregelen zijn genomen, zullen de meeste risico's zich in het eerste kwadrant van de risicomatrix bevinden. Er is dus nog niet expliciet gekeken naar wat de maatregelen aan minder risico opleveren als de beheersmaatregelen worden toegepast.

10.2 Cross case analyse

In de cross case analyse worden de conclusies die getrokken zijn uit de verschillende projectcases gecombineerd. In de nu volgende tabel zijn de bevindingen uit de cases kort samengevat.

Stellingen	Projectcase 1	Projectcase 2	Projectcase 3
<i>Uitvoerbaarheid</i>			
1. Werkwijze goed uitvoerbaar geen extra doorlooptijd wel extra kwaliteit	De methode is toepasbaar gebleken, het is aannemelijk dat het niet leidt tot een langere doorlooptijd en er worden minder risico's over het hoofd gezien. Doordat de risico's eerder in het ontwerpproces worden geïdentificeerd wordt er ook eerder rekening mee gehouden.	Het toepassen van de methode heeft geleid tot een betere onderbouwing van keuzes die gemaakt moeten worden in het ontwerptraject. Doordat er weinig tot geen aandacht is geweest voor risico's in het oorspronkelijke ontwerptraject is het aannemelijk dat de doorlooptijd van het project zal toenemen.	Het toepassen van een risicogestuurd ontwerptraject heeft geleid tot een betere en slimmere beheersing van de risico's, hierbij zijn kosten bespaart ten opzichte van de eerder gekozen oplossing.
2. De GeoQ-stappen worden als nuttig ervaren	Bij het toepassen van de methode lag het op sommige punten voor de hand om stappen in één gedachte gang uit te voeren.	In deze projectcase werden stappen niet als overbodig ervaren.	Het toepassen van de stappen heeft geleid tot een goed eindresultaat. Doordat het een groot complex project was heeft men niet de neiging gehad om stappen in één gedachte gang uit te voeren.
3. Er moeten voldoende ondersteunende tools aanwezig zijn	Checklisten en een geautomatiseerde risico classificatie tool kunnen een goede aanvullende bijdrage leveren aan het effectief uitvoeren van risicobeheersing.	Ook in deze case miste men checklisten en een systeem om risico's te kunnen classificeren.	Geen gegeven over bekend
<i>Projectverloop</i>			

Stellingen	Projectcase 1	Projectcase 2	Projectcase 3
4. Risico's kunnen worden geïdentificeerd	Het bleek moeilijk te zijn om risico's te classificeren, kans en gevolg zijn moeilijk in te schatten mede omdat er geen referentie materiaal is.	Een groot deel van de faalmechanisme die geïdentificeerd worden door de TAW leidraden moeten voldoen aan de eisen die daarin worden gesteld. Deze risico's worden daardoor geminimaliseerd. Bij de overige risico's bleek het wederom moeilijk om deze te classificeren	Een team van experts heeft door middel van een brainstorm de risico's geïdentificeerd en classificeert.
5. Er bestaat een geformaliseerd besluitvormingsproces ten aanzien van besluiten over risicobeheersing	Er is geen sprake geweest van een geformaliseerd besluitvormingsproces	Er is een aanzet gegeven tot een formalisering van de besluitvorming ten aanzien van risicobeheersing door een afweging op vaste criteria te maken	Geen informatie over bekend
6. Betere prestatie van het project	De GeoQ aanpak heeft geleid tot een grotere bewust wordng van de invloed van risico's.	Het gebruik van GeoQ heeft in de tweede projectcase geleid tot een betere onderbouwing van keuzes richting de opdrachtgever.	Het risico is op een goedkopere en kwalitatief betere manier beheerst.

Tabel 10.1 Cross case analyse

Uit de verschillende bevindingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken, hierin is ook de mening van de leden van het GeoQ-team over het gebruik en functionaliteit van de GeoQ-methode verwerkt. De stellingen die gebruikt zijn binnen de cases zoals beschreven in paragraaf 6.2 zullen ook hier gebruikt worden.

Uitvoerbaarheid:

- 1. *De werkwijze moet goed uitvoerbaar zijn en mag niet onevenredig veel extra tijd kosten. De extra tijd moet in verhouding staan tot de extra kwaliteit die geleverd wordt.*

Aan de hand van de bestudeerde projectcases kan worden geconcludeerd dat de methode goed toegepast kan worden bij de gekozen projecten. Ook het GeoQ-team ziet het nut in om GeoQ toe te passen bij de meeste projecten blijkt uit de enquête. Ten aanzien van de doorlooptijd van de projecten wordt verwacht dat deze nauwelijks meer tijd zal innemen. Of dit daadwerkelijk zo zou zijn zal moeten blijken uit de praktijk.

- 2. *Het toepassen van de GeoQ-methode moet er niet toe leiden dat men onderdelen daarvan ziet als overbodig en nutteloos. Dit kan tot gevolg hebben dat het onderdeel verwaarloosd wordt.*

Uit de bestudering van de projectsimulaties is gebleken dat het in voorkomende gevallen praktischer zou zijn als bepaalde stappen in één denkgang uitgevoerd zouden worden. Een voorbeeld hiervan is stap 4 (vaststellen mogelijke beheersmaatregelen) en 5 (evalueren resulterend risicoprofiel). Zeker in kleinere projecten lijkt het project sneller doorlopen te kunnen worden als beide stappen in één keer worden uitgevoerd. Wat dit betekent voor de kwaliteit van het proces, is tot nu toe nog onduidelijk. Wel zou gesteld kunnen worden dat door het niet expliciet uitvoeren van alle stappen een stukje onderbouwing en expliciete afweging verloren kan gaan. Juist in de tweede projectcase is dit als zeer nuttig ervaren.

Uit de enquête is gebleken dat een meerderheid van het GeoQ-team wel alle stappen als nuttig ervaart. Dit verschil in mening zou verklaard kunnen worden

door het feit dat niet iedereen betrokken is geweest bij het uitvoeren van de projectsimulaties.

- *3. Er moeten voldoende tools beschikbaar zijn om effectief en efficiënt het GeoQ-proces te kunnen doorlopen.*

Uit de projectcases is naar voren gekomen dat tools ter ondersteuning van het identificeren van risico's zoals checklisten een meerwaarde zouden hebben in het proces. Aan de ene kant zal het de kwaliteit van de identificatie doen toenemen en aan de andere kant zal de efficiëntie van het proces verhoogd worden. Het GeoQ-team reageerde verdeel op de vraag of er voldoende tools beschikbaar zijn ter ondersteuning van het proces.

Projectverloop:

- *4. Potentiële voorzienbare risico's kunnen in bouwprojecten op systematische wijze in de fase voorafgaande aan de daadwerkelijke bouwfase worden geïdentificeerd.*

Bij het uitvoeren van project waar geen GeoQ is toegepast wordt op incidentele basis risico's geïdentificeerd, dit wordt geïnitieerd door de geotechnisch adviseur als deze dat nodig acht. Bij het toepassen van GeoQ in het project worden risico's verplicht geïdentificeerd. Dit leidt er toe dat er meer risico's geïdentificeerd worden, die een serieuze bedreiging vormen voor de project uitkomst, zoals is gebleken uit de bestudering van de projectcases. Daarnaast leidt het identificeren van risico's tot een betere en bewustere onderbouwing van keuzes.

- *5. Het besluitvormingsproces ten aanzien van de gediagnosticeerde projectrisico's kan adequaat worden ingericht.*

Beheersmaatregelen die worden voorgesteld bij projecten die op basis van reguliere projectgang tot stand zijn gekomen, worden vaak op basis van intuïtie gekozen. Hier gaat geen rationeel besluitproces aan vooraf. Door de GeoQ-methode toe te passen wordt een expliciete afweging gemaakt op rationele gronden over welke beheersmaatregel het meeste effect heeft. Hierbij zal niet alleen een afweging gemaakt worden op technische gronden maar ook niet technische criteria kunnen onderdeel zijn van de afweging.

- *6. Betere prestatie van het project ten aanzien van kosten, kwaliteit, imago en tijd. Dit kan alleen marginaal worden bepaald, omdat de simulatie van het project niet op alle vlakken zo ver gaat.*

Door het toepassen van GeoQ zal een completer advies aan de klant worden gegeven. Hierbij wordt aandacht gegeven aan mogelijke risico's die van invloed kunnen zijn op de projectresultaat. Dit kunnen zowel positieve als negatieve invloeden zijn. Daarnaast kan er op een slimmere manier grondonderzoek gedaan worden.

- *Aan welke voorwaarde moet voldaan worden om GeoQ goed te laten functioneren?*

- De gebruikers van de GeoQ-methode moeten bekend zijn met de methode. Ook is het van belang dat alle beschikbare tools bekend zijn.
- Een logisch gevolg uit de voorgaande voorwaarde is dat nieuwe medewerkers opgeleid moeten worden in het gebruik van de GeoQ-methode.
- Het toepassen van GeoQ zal intern een aantal verbeteringen tot stand brengen zoals zal blijken uit de beantwoording van de centrale onderzoeksvraag. Of er ook meerwaarde voor het gehele bouwproces gecreëerd zal worden, zal voor een groot deel afhangen van het gebruik van risicomangement binnen het bouwproces. Als GeoDelft betrokken is bij de ontwerpfase en ter afsluiting daarvan wordt een risicodossier geschreven zal

dit document wel in vervolgfase gebruikt moeten worden. Dit zal betekenen dat in vervolgfases van het project het dossier ook aangevuld moeten worden. Als dit niet gebeurt, gaat een deel van de meerwaarde verloren. Een voorwaarde voor succes is dus dat ook andere partijen risicomanagement toe passen.

10.3 Reflectie en mening van het GeoQ team.

Aan de hand van zes stellingen is geprobeerd om een indruk te krijgen van de mening van het GeoQ-team ten aanzien van het gebruik en het toepassen van de GeoQ-methode in het werkproces van de geotechnisch adviseur bij GeoDelft. De enquête is voorgelegd aan zes leden van het GeoQ-team. Nu volgt een korte samenvatting van de uitslag, in bijlage 12 is de uitslag van de enquête opgenomen.

De stellingen waren de volgende:

- Het toepassen van GeoQ is nuttig bij alle projecten
Het merendeel van de GeoQ-team leden was het hier mee eens, hieruit kan worden opgemaakt dat de geotechnische ingenieurs die kennis hebben van de methode voordelen zie in het toepassen ervan.
- De GeoQ-methode is goed toepasbaar bij de huidige projecten van GeoDelft.
Ook op deze stelling is positief gereageerd door vier van de zes team leden, twee leden waren het gedeeltelijk oneens met de stelling.
- Alle stappen in het GeoQ proces zijn nuttig
Met deze stelling was men het overwegend eens, één respondent was het gedeeltelijk oneens met de stelling. In de eerste projectcase werden er ook vraagtekens gezet bij de nuttigheid van alle stappen omdat men geneigd is om stappen in één gedachte gang uit te voeren.
- Het aantal beschikbare tools ter ondersteuning van het proces is voldoende
Met het beantwoorden van deze stelling is men verdeeld. Drie van de zes is het hier gedeeltelijk mee oneens de overige zijn het er gedeeltelijk mee eens.
- Het toepassen van GeoQ vergt meer doorloop tijd in projecten ten opzichte van de doorlooptijd in reguliere projecten
Hier was men het niet mee eens. Dit is een opvallende uitslag, klaarblijkelijk ziet men voldoende ruimte binnen het uitvoeren van een project om GeoQ toe te passen. Waar nu een aantal stappen impliciet plaats vinden, zo wordt er bijvoorbeeld al enige aandacht gegeven aan risico's binnen een project, zal het in het GeoQ proces expliciet moeten gebeuren en met meer onderbouwing.
- GeoQ is klaar om ingezet te worden
Met de laatste stelling liepen de meningen uiteen van "mee oneens" tot "volledig mee eens" waar de meerderheid positief was. Dit is een opvallende uitslag, in de projectcases is duidelijk naar voren gekomen dat men nog zoekende is naar hoe men de methode goed en effectief moet toe passen.

10.4 Discussie

De conclusies en aanbevelingen zijn tot stand gekomen door aan de ene kant een literatuuronderzoek naar risicomanagement uit te voeren en aan de andere kant verschillende analyses van projecten te maken, waar GeoQ in een projectsimulatie is toegepast. Omdat voor het onderzoek een beperkte tijd beschikbaar was, zijn slechts drie cases bestudeert. De vraag is of het bestuderen van meerdere cases zal leiden tot meer en specifiekere aanbevelingen. Wel kan geconcludeerd worden dat de gedane aanbevelingen niet getest zijn in projecten en dat de effectiviteit daarvan zich in de toekomst zal moeten bewijzen. Wellicht zal dit leiden tot een grotere meerwaarde van de GeoQ-methode.

De meerwaarde zoals die in de conclusie beschreven is geldt in eerste instantie voor GeoDelft en de GeoQ-methode. Of de gevonden meerwaarde ook te generaliseren is voor het toepassen van een risicomanagementproces in het algemeen is de vraag. In andere woorden zou de gevonden meerwaarde voor het toepassen van GeoQ overeenkomen met

het toepassen van bijvoorbeeld de RISMAN-methode? Voor een groot deel zal de meerwaarde gelijk zijn, is te verwachten, immers de procesgang verschilt niet veel van elkaar. Echter de meerwaarde die bereikt wordt door het inzetten van speciaal ontwikkelde tools zal natuurlijk niet terug gevonden kunnen worden in andere risicomanagementmethoden.

11 Conclusies en aanbevelingen

Beantwoording van de centrale onderzoeksvraag

Dit hoofdstuk bestaat uit de conclusie (paragraaf 11.1) en de hieruit geformuleerde aanbevelingen (paragraaf 11.2)

11.1 Conclusies

Om antwoord te kunnen geven op de centrale onderzoeksvraag zijn deelvragen geformuleerd. In voorgaande hoofdstukken zijn de deelvragen beantwoord. De deelvragen hebben aan de ene kant gezorgd voor een gestructureerd onderzoek en aan de andere kant voor een goed onderbouwd antwoord op de centrale onderzoeksvraag.

De centrale onderzoeksvraag is:

Wat is de meerwaarde van GeoQ ten aanzien van het beheersen van geotechnische, geohydrologische en geo-ecologische risico's in het werkproces van de geotechnisch adviseur van GeoDelft en in het algemeen van het bouwproces.

De meerwaarde zal in twee groepen worden verdeeld, de interne meerwaarde (het gebruik van GeoQ binnen GeoDelft en de kwaliteit van de projecten) en de externe meerwaarde (wat betekent het gebruik van GeoQ voor het hele bouwproject/proces). De meerwaarde is bepaald aan de hand van de bevindingen van de casestudies.

Interne meerwaarde

- Er worden meer risico's geïdentificeerd. Uit de bestudering van de cases kan worden geconcludeerd dat er minder risico's over het hoofd worden gezien. Daarnaast wordt men verplicht om de risico's te rapporteren en neemt de kans dat men een risico vergeet tijdens de uitvoering van het project af. In projecten waar geen GeoQ is toegepast bleven risico's vaak hangen tussen bevindingen en de daadwerkelijke rapportage. Het gebruik van de tools, checklisten en GeoBrain kan bijdragen aan een meer volledige risico-identificatie.
- Ten aanzien van het nemen van beheersmaatregelen wordt een keuze expliciet gemaakt. Waar het in reguliere projecten niet standaard is om een analyse uit te voeren van mogelijke beheersmaatregelen en daarna op basis van een aantal criteria de beste te kiezen, wordt dit wel voorgeschreven in de GeoQ-methode. De keuze van een beheersmaatregel zal beter onderbouwd worden en later achterhaald kunnen worden. Ook zal er meer rekening worden gehouden met project specifieke omstandigheden zoals uit de cases is gebleken.
- Het toepassen van de GeoQ-methode in een project zal er toe leiden, dat er een herkenbare en gestructureerde manier van werken zal ontstaan.
- De opgestelde risicodossiers voor GeoQ projecten kunnen voor nieuwe projecten als naslag dienen. Tevens kunnen de geïdentificeerde risico's overgenomen worden in checklisten.

Externe meerwaarde

- Aan de hand van de literatuur kan worden geconcludeerd dat door het toepassen van risicomanagement de projectperformance zal verbeteren. Aangezien GeoQ aan alle

eisen voldoet die worden gesteld aan een risicomanagementmethode zou dit ook moeten gelden voor GeoQ-projecten.

- Door het toepassen van de GeoQ-aanpak zal het ontwerpen meer vanuit de risico's plaatsvinden. Hierdoor zal het ontwerp meer geoptimaliseerd worden en kan men eerder in het bouwproces risico's beperken.
- Het toepassen van GeoQ zal er toe leiden dat gegevens anders gepresenteerd zullen worden en er zal meer rekening gehouden worden met risico's. Het anders presenteren zal zich vooral uiten in een betere omschrijving van de risico's en duidelijkere afwegingen van opties.
- Er zal meer duidelijkheid bestaan over welke risico's er zijn en wie verantwoordelijk is.
- De opdrachtgever kan een betere keuze maken in het geval GeoDelft adviseert over het toepassen van een beheersmaatregel.
- Vanuit de risicoanalyse en het beheersen van de risico's is het aannemelijk dat er vaker wordt gekozen voor het inzetten van de CUR/CROW aanbeveling Risico Verdeling – Geotechniek waarin het verdelen van de risico's met betrekking tot de ondergrond is geregeld.
- Minder verlies aan informatie ten aanzien van risico's door het toepassen van een kort en bondig risicodossier.

11.2 Aanbevelingen

Tijdens de bestudering van de cases zijn een aantal zaken opgemerkt waarin de GeoQ-methode verbeterd kan worden. De aanbevelingen zijn opgesplitst in; aanbevelingen ter verbetering van het gebruik van de methode, aanbeveling ter verbetering van het toepassen van GeoQ in het bouwproces en aanbevelingen om de methode in te voeren.

Aanbevelingen om het gebruik van de methode te verbeteren

- Het is aan te bevelen om specifieke tools te ontwikkelen om in te zetten bij het doorlopen van het GeoQ-proces. Hierbij kan worden gedacht aan een tool om de kans en het gevolg van een risico op een consequente manier in te schatten. Dit zou gecombineerd kunnen worden met risico-checklisten en uiteindelijk de eerste invulling van het risicodossier kunnen zijn. Een standaard opmaak van een risicodossier zou ook een bijdrage kunnen leveren aan het vereenvoudigen van het gebruik van de methode.
- Binnen de GeoQ-methode is nog geen consequente manier voorgeschreven om risico's weer te geven. Vanuit de literatuur wordt dit wel aangeraden.
- Uit de analyse van de cases is gebleken, dat er weinig ervaring is bij GeoDelft over het inschatten van risico's. Het blijkt moeilijk te zijn om het risico een realistische kans en gevolgwaarde te geven die representatief is voor de praktijksituatie. Het is aan te bevelen om onderzoek te doen naar mogelijke methoden om de kans en het gevolg van een risico realistisch in te kunnen schatten.
- Het besluitvormingsproces rondom het kiezen van de juiste beheersmaatregel kan helderder geformuleerd worden. Op dit moment heerst nog onduidelijkheid over hoe het besluitvormingsproces ingericht moet worden.
- In de projectcases is naar voren gekomen dat er behoefte is aan het gebruik van checklisten om risico's te identificeren. Ook het gebruik van GeoBrain wordt als zeer nuttig ervaren. Op dit moment kan GeoBrain voor een beperkt aantal projecten gebruikt worden, het is aan te bevelen om dit uit te breiden en aan te vullen met checklisten. Bij de ontwikkeling van checklisten is het aan te bevelen om deze dynamisch te maken. Door een stappenplan moet de geotechnisch adviseur snel de risico's specifiek voor zijn project kunnen selecteren.
- Om het gebruik van een risicodossier en een overdrachtsdocument te stimuleren is het aan te bevelen om een standaard rapport te ontwikkelen. De standaard kan gebruikt worden als eerste aanzet tot het maken van een risicodossier of overdrachtsdocument.
- Het ontwikkelen van een duidelijke handleiding als ondersteuning bij het uitvoeren van het proces.

Aanbevelingen om de methode in het bouwproces toe te passen

- Het toepassen van GeoQ heeft voor GeoDelft een meerwaarde, echter GeoQ is ontwikkeld met het idee om een meerwaarde te zijn voor het hele bouwproces. Door risico's uit de ondergrond beter te beheersen zullen de faalkosten in de bouw aanzienlijk teruglopen verwacht men. Omdat GeoDelft vaak niet bij het hele bouwproject betrokken is zal GeoDelft bij de opdrachtgevers erop aan moeten blijven dringen om risicomangement tijdens het hele bouwproces te blijven toepassen en niet alleen in de fasen waarin GeoDelft betrokken is.
- Een voorwaarde om GeoQ een succes te laten zijn is dat er een bepaalde mate van transparantie heerst in het bouwproject. Hiermee wordt bedoeld dat alle risico's kenbaar worden gemaakt en dat er niks achter wordt gehouden. Uit strategisch oogpunt kan het voorkomen dat opdrachtgevers bepaalde risico's niet willen melden, als dit gebeurd zal dat risico niet beheerst kunnen worden en zal de investering in tijd en geld om GeoQ goed toe te passen deels te niet worden gedaan.

Aanbevelingen om de methode in te voeren

- Als de GeoQ-methode voldoende uitgewerkt wordt geacht om in te voeren in het dagelijks werk van de geotechnisch adviseur, zal men een strategie moeten bepalen voor de invoering daarvan. Strategieën die gevonden zijn in de literatuur, naar aanleiding van het invoeren van risicomangement bij NPC, zijn in te delen naar betrokkenheid van het management (bottom-up vs. top-down¹⁶) en manier van kennisontwikkeling (outside-in vs. inside-out¹⁷). [van der Heijden, 2006]
- Rondom de invoering is het aan te bevelen om een goede communicatie op gang te brengen tussen het management en de gebruikers.

¹⁶ Top-down: van boven af, geïnitieerd en getrokken door het management. Bottom-up: van onder af, geïnitieerd en getrokken door medewerkers.

¹⁷ Outside-in: kennis komt van buiten, vaak van externe consultants. Inside-out: kennis wordt intern geclusterd, ontwikkeld en verspreid.

12 Literatuur bronnen

- Akintoye, A. S. en M. J. MacLeod (1997). "Risk analysis and management in construction." International Journal of Project Management **15**(1): 31-38.
- Al-jibouri, S. (2002). Planning, beheersing en risicomangement, College dictaat Universiteit Twente.
- Barber, R. B. (2005). "Understanding internally generated risks in projects." International Journal of Project Management **23**(8): 584-590.
- Bing, L., A. S. Akintoye, P. J. EDwards en C. Hardcastle (2005). "The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK." International Journal of Project Management **23**(1): 25-35.
- Boulding, W., R. Morgan en R. Staelin (1997). "Pulling the plug to stop the new product drain." Journal of Marketing Research **34**(1): 164-176.
- Chapman, C. (1997). "Project risk analysis and management - PRAM the generic process." International Journal of Project Management **15**(5): 273-281.
- Chapman, C. (2006). "Key points of constention in framing assumptions of riks and uncertainty management." International Journal of Project Management **24**: 303-313.
- Chapman, C. en S. Ward (1997). Project risk management: processes, techniques and insights, Jonh Wiley & Sons.
- Chapman, C. en S. Ward (2003). "Transforming project risk management into project uncertainty management." International Journal of Project Management **21**(2): 97-105.
- Chapman, C., S. Ward en I. Harwoord (2006). "Minimising the effects of dysfunctional corporate culture in estimation and evaluation processes: A constructively simple approach." International Journal of Project Management **24**: 106-115.
- Chapman, R. J. (1998). "The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques." International Journal of Project Management **16**(6): 333-343.
- Charette, R. N. (1989). Software engineering risk analysis and management. New York, McGraw-Hill.
- Clayton, C. R. I. (2001). Managing geotechnical risk. London, Thomas Telford Publishing.
- CUR. (2006). "Kennis netwerk voor de civiele techniek." Bekeken op maart 2006, www.cur.nl.
- Elkington, P. en C. Smallman (2002). "Managing project risks: a case study from the utilities sector." International Journal of Project Management **20**(1): 49-57.
- Flanagan, R. en G. Norman (1993). Risk management and construction. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Gehner, E. (2003). Risicoanalyse bij projectontwikkeling. Amsterdam, Uitgeverij SUN.
- GeoDelft. (2006). "Nationaal instituut voor geo-engineering." Bekeken, maart 2006, www.geodelft.nl.
- Halman, J. I. M. (1994). Risicodiagnose in productinnovatie. Eindhoven, Technische universiteit Eindhoven.
- Hanna, A. (2006). Equitable risk allocation, The Construction industry institute / Univeristy of Wisconsin-Madison: 62.
- van der Heijden, W. (2006). Risicomangement in de aderen. Civiele Techniek. Enschede, Universiteit Twente.
- Hutjes, J. M. en J. A. van Buuren (1992). De gevalsstudie: strategie van kwalitatief onderzoek. Meppel, Boom/Open Universiteit.

- Kahneman, D. en A. Tversky (1979). "Prospect theory: an analysis of decision under risk." Econometrica **47**(2): 263-292.
- Kahneman, D. en A. Tversky (1986). "Rational choice and the framing of decisions." The Journal of Business **59**(4).
- Keizer, J. A., J. I. M. Halman en M. Song (2002). "From experience: applying the risk diagnosing methodology." The Journal of Product Innovation Management **19**(3): 213-232.
- Kliem, R. L. en I. S. Ludin (1997). Reducing project risk. Hampshire UK, Gower Publishing Limited.
- Koller, G. R. (1999). Project risk management processes, techniques and insights, CRC Press.
- Korff, M. (2003). Crossing of bored tunnel with existing railway. In proceedings of 2nd International Young Geotechnical Engineering Conference, Bucharest Romania, Conspress, Bucharest.
- MacCrimmon, K. R. en D. A. Wehrung (1984). "The Risk In-Basket." The Journal of Business **57**(3): 367-387.
- March, J. G. en Z. Shapira (1987). "Managerial perspectives on risk and risk taking." Management Science **33**(11): 1404-1418.
- March, J. G. en Z. Shapira (1992). "Variable risk preferences and the focus of attention." Psychological review **99**(1): 172-183.
- McNamara, G. en P. Bromiley (1999). "Risk and return in organizational decision making." The academy of management journal **42**(3): 330-339.
- Miller, R. en D. Lessard (2001). "Understanding and managing risks in large engineering projects." International Journal of Project Management **19**(8): 437-443.
- Randstadrail. (2006). "Project Randstadrail." Bekeken op 27-08-2006, www.randstadrail.nl.
- Raz, T. en E. Michael (2001). "Use and benefits of tools for project risk management." International Journal of Project Management **19**(1): 9-17.
- Risman-commissie (2001). Inleiding tot het proces van risicoverdeling in contracten. Gouda, CUR.
- RISMAN-commissie. (2005). "RISMAN, risicomanagement en risico-analyse voor projecten." Bekeken op 6 december, 2005, www.risman.nl.
- RISMAN-commissie. (2006). "Het RISMAN-proces - Hoe?" Bekeken op 8 oktober, 2006, www.risman.nl/over_risman/index.htm.
- RISNET. (2005). "Kennissenetwerk Risicomanagement." Bekeken op 6-12-2005, www.risnet.nl.
- Schmidt, J. B. en R. J. Calantone (2002). "Escalation of commitment during new product development." Journal of the Academy of Marketing Science **30**(2): 103-118.
- Shapira, Z. (1993). "Ambiguity and risk taking in organizations." Journal of risk and uncertainty **7**(1): 89-94.
- Sitkin, S. B. en A. L. Pablo (1992). "Reconceptualising the determinants of risk behaviour." Academy of Management **17**(1): 9-38.
- van Staveren, M. T. (2004). The subsiol - Crisis or risk management? Proceedings ISC-2 on Geotechnical and Geophysical Site Characterization, Viana da Fonseca & Mayne, Porto, Millpress (Rotterdam).
- van Staveren, M. T. (2006). Uncertainty and ground conditions. Oxford, Elsevier Ltd.
- van Staveren, M. T. en J. G. Knoeff (2004). The geotechnical Baseline Report as Risk Allocation Tool. Engineering geology for infrastructure planning in Europe: A European perspective, Leige (Belgium), Springer-Verlag GmbH (Berlin).
- van Staveren, M. T. en A. J. van Seters (2004). Smart site investigations save money! Engineering Geology for Infrastructure Planning in Europe, Leige (Belgium), Springer, Berlin.
- Stitkin, S. B. en A. L. Pablo (1992). "Reconceptualising the determinants of risk behaviour." Academy of Management **17**(1): 9-38.

- Thompsons, P. A. en J. G. Perry (1992). Engineering construction risks; a guide to project risk analysis and assessment, implications for project clients and project managers. London, Telford.
- Verschuren, P. J. M. en H. Doorewaard (2005). Het ontwerpen van onderzoek. Utrecht, Lemma.
- Wang, J. X. en M. L. Roush (2000). What every engineer should know about risk engineering and management. New York, Marcel Dekker Inc.
- van Well-Stam, D., F. Lindenaar, S. van Kinderen en B. P. van der Bunt (2003). Risicomanagement voor projecten: de RISMAN-methode toegepast. Utrecht, Spectrum.
- Williams, T. M. (1994). "Using a risk register to integrate risk management in project definition." International Journal of Project Management **12**(1): 17-22.
- Williams, T. M. (1995). "A classified bibliography of recent research relating to project risk management." European journal of operational research **85**(1): 18-38.
- Williams, T. M. (1996). "The two-dimensionality of project risk." International Journal of Project Management **14**(3): 185-186.
- Yin, R. K. (1994). Application of case study research, Thousand Oaks.

Bijlage 1 Risicomanagementcycli

Risicomanagement proces van Chapman [Chapman, 1997; Chapman en Ward, 1997]

Fase	Doel
Define	Definieer de belangrijkste aspecten van het project
Focus	Schrijven van een strategisch plan om risicomanagement toe te passen in het project met het gewenste detail niveau. In deze fase moet consensus bereikt worden tussen de deelnemende partijen over hoe wordt omgegaan met risicomanagement
Identify	Identificeer waar risico's kunnen ontstaan, wat oplossing kunnen zijn en hoe goed die zijn.
Structure	Structureer de informatie ten aanzien van de risico aanname en onderlinge relaties
Ownership	Plaats risico's bij de verantwoordelijken en of partij die het risico het beste kan dragen
Estimate	Voorspel de onzekerheid ten aanzien van het risico
Evaluate	Evalueer de consequenties van mogelijk optreden en evalueer de 'estimate phase'
Plan	Project plan voor de respons op risico's en verdere voortgang van het risicomanagement proces
Manage	Manage door monitoring en controle van de risico's

Risicomanagement proces Flanagan en Norman [1993]

Fase	Doel
Identification	Identificeer de bron en type risico
Classification	Identificeer de impact van het risico en wat het kan hebben op het project
Analysis	Evalueer de consequentie van de risico's en de combinatie van risico's door analyse technieken toe te passen. Bepaal de invloed op het project.
Attitude	Elke beslissing over risico's zal onderhevig zijn aan de risicoattitude van de beslissingnemer
Response	Bepaal hoe de risico's beheerst moeten worden.

Risicomanagement proces van Gehner [2003]

Fase	Sub Fase	Doel
Risicoanalyse	Risico-identificatie	Identificeer de risico's van het project
	Risico kwantificering	Getalsmatige toekenning van kans en effect
Risicorespons		Bepalen te nemen respons
Risicobeheersing	Analyse beheersmaatregelen	Welke beheersmaatregelen komen in aanmerking
	Implementatie beheersmaatregelen	Beslissingen in en uitvoeren van beheersmaatregelen
	Evaluatie beheersmaatregelen	Monitor de overgebleven risico's en genomen beheersmaatregelen

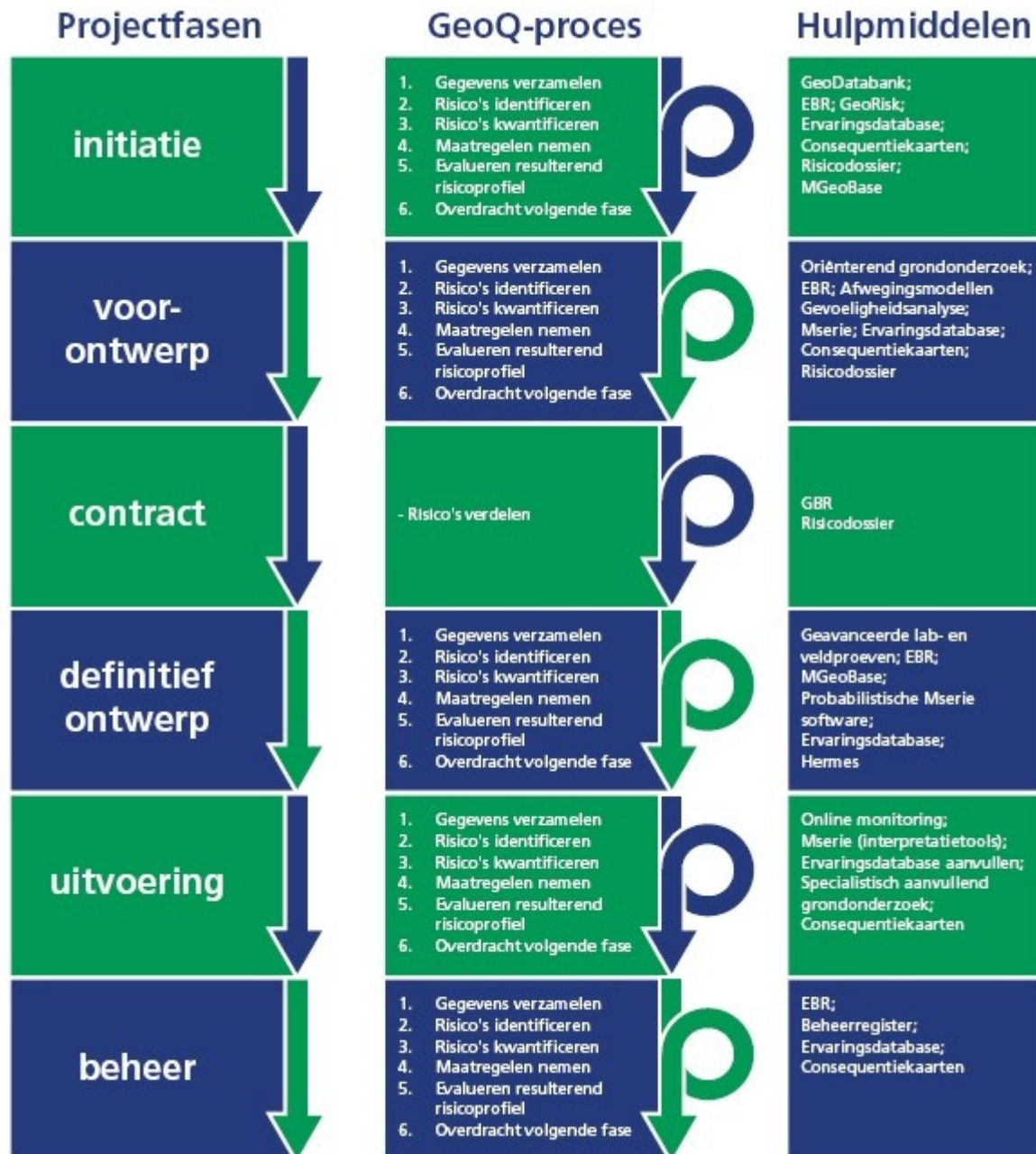
Risicomanagement proces van Kliem en Ludin [1997]

Fase	Doel
Identification	Identificeer de bron en type risico en rangschikken.
Analysis	De informatie in waarde omzetten, dit kan kwantitatief (statistische benadering met bijvoorbeeld de Monte Carlo simulatie) of kwalitatief (met deze benadering worden risico's ingeschat met inzicht)
Controle	Het nemen van beheersmaatregelen en monitoren van overgebleven risico's en de effectiviteit van de beheersmaatregelen.
Reporting	Documenteren en presenteren van de (beheers)maatregelen

Bijlage 2 GeoQ-methode


De GeoQ-methode


Ondergrond voor risicobeheersing



Bijlage 3 Concept handboek GeoQ


Stap 1. Gegevens verzamelen 	
Doel:	Relevante geotechnische gegevens worden verzameld van het project voor een beter overzicht van het project en mogelijke problemen. In opvolgende projectfasen wordt de informatie aangevuld met nieuwe en ontbrekende gegevens.
Procedure:	Betrokkenen: Projectleider
	Inhoud: Belangrijkste gegevens die verzameld moeten worden betreffen de volgende onderwerpen: Gegevens van opdrachtgever: -Project doel (opdracht) -Project historie (vooral van belang bij opvolgende fasen) -Beschrijving project fase -Project organisatie -Referenties van vergelijkbare projecten -Geotechnische en geoecologische gegevens van het project -Inventariseren betrokken partijen (belangen en invloedrijkheid) -Vaststellen diepgang van risicomanagementcyclus
	Methode: <ul style="list-style-type: none"> -Raadplegen GeoDatabank -Interviewen Opdrachtgever en andere invloedrijke actoren -Inventariseren belangen van participerende partijen
Hulpmiddelen	
Aandachtspunten:	De opdrachtgever kan ook belangrijke informatie hebben omtrent het project. Daarnaast moet rekening worden gehouden met verschillende andere actoren die invloed kunnen hebben, zoals bijvoorbeeld vergunningverleners.
Eindproduct:	Overzicht van de beschikbare gegevens van het project in de bouwfase waarin het zich bevindt.


Stap 2. Risico-identificatie		
Doel:	Identificeren van risico's die zich kunnen voordoen tijdens alle relevante bouwprojectfases op dat moment.	
Procedure:	Betrokkenen:	Projectleider, betrokken en experts
	Inhoud:	Het identificeren van de risico's wordt gedaan aan de hand van de volgende aspecten: -Geotechniek -Geohydrologie -Geo-ecologie -Objecten in de ondergrond -Contract / PvE -Kwaliteit materiaal/ materieel en gegevens Hierbij wordt per risico aangegeven of het risico te maken heeft met het ontwerp, uitvoering of beheer.
	Methode:	-Identificeren aan de hand van databases -Raadplegen ervaringsdeskundigen -Raadplegen overige belanghebbende partijen
Hulpmiddelen	Methode om risico's te identificeren -Literatuur onderzoek -Checklisten o.a. GeoBrain -Ervaringsdatabase o.a. GeoBrain -Interviews -Schriftelijke enquête -Brainstormsessie -EBR sessie -Risicodossier	
Aandachtspunten:	Het is wenselijk dat de opdrachtgever betrokken is bij het identificeren van risico's.	
Eindproduct:	Lijst met risico's verdeeld naar risicogroepen en projectfase en eerste invulling van het risicodossier	


Stap 3. Risico classificatie / kwantificering		
Doel:	Meer inzicht krijgen in de grootte van de risico's	
Procedure:	Betrokkenen:	Projectleider, betrokken en experts
	Inhoud:	Risico's kunnen worden geclassificeerd door kans en gevolg toe te kennen, hierbij kunnen twee methode worden toegepast. Semi kwantitatief Het toekennen van een waarde aan kans en gevolg van het risico op basis van ervaring. Kwantitatief Bij risicovolle projecten kan men er ook voor kiezen om kans en gevolg te berekenen door het toepassen van onder andere het tornado diagram.
	Methode:	Risico's scoren (semi kwantitatieve methode): Gevolgen van het risico becijferen 1 = klein gevolg (het project loopt geen groot gevaar) 5 = groot gevolg (gevolgen hebben zeer grote invloed op het project) Kans van optreden becijferen 1 = kleine kans (zeer waarschijnlijk zal het risico niet optreden) 5 = grootte kans (het risico treedt vrijwel zeker op) Ook kan men ervoor kiezen om risico's te kwantificeren aan de hand van het score model welke wordt toegepast bij EBR sessies zoals hieronder afgebeeld.
Hulpmiddelen:	Methodes voor classificatie -EBR -Delft GeoSystems -Monte Carlo simulatie, invloedsdiagrammen en tornado diagrammen	
Aandachtspunten:	De meest essentiële risico's weergeven in een matrix. Dit zijn niet alleen de risico's die hoog scoren maar ook risico's die bijvoorbeeld voor de opdrachtgever van belang zijn.	
Eindproduct:	Risico matrix met alle relevante risico's ingeschat naar kans en gevolg.	

METHODIEK RISICO CLASSIFICATIE EBR				
KANS				
	Score = 1	Score = 2	Score = 3	Score
Kennis over risico	Veel kennis	Matig veel kennis	Weinig tot geen kennis	X_{kennis}
Termijn van optreden	< 10% van project	10 – 50 % van project	> 50 % van project	X_{termijn}
Manier van optreden	Chronisch (> 1maand)	Semi-chronisch (1 wk – 1 mnd)	Semi-acuut (1 dg – 1 wk)	X_{manier}
			Totale score	$\Sigma(X_i)$
	Totale score	TOTALE KANS		
Cat.1	3 < score ≤ 6	Beperkt tot Reëel (10% - 50%)		
Cat.2	6 < score ≤ 9	Reëel tot Groot (>50%)		

GEVOLG				
	Score = 0	Score = 2	Score = 3	Score
Tijd	< 1 maand	1 – 4 maanden	> 4 maanden	X_{tijd}
Geld	< € 300.000	€ 300.000 - € 1.000.000	> € 1.000.000	X_{geld}
Kwaleit / Veiligheid / Imago	Niet significant	Beperkt en aanvaardbaar	Significant en onaanvaardbaar	X_{kvi}
			Totale score	$\Sigma(X_i)$
	Totale score	TOTALE GEVOLG		
Cat.1	$3 < \text{score} \leq 6$	Acceptabel gevolg		
Cat.2	$6 < \text{score} \leq 9$	Onacceptabel gevolg		

Stap 4. Vaststellen van mogelijke beheersmaatregelen		
Doel:	Het reduceren van de risico's door het vaststellen van beheersmaatregelen	
Procedure:	Betrokkenen:	Projectleider, betrokken en experts
	Inhoud:	De projectleider stelt in samenspraak met experts en anderen relevante betrokken partijen mogelijke beheersmaatregelen vast om een bepaalde mate van gevolgen en kans reductie te bereiken. De beheersmaatregelen kunnen bestaan uit zowel gevolgengerichte als oorzaakgerichte beheersmaatregelen, hierbij dient met de aspecten kosten, tijd en effectiviteit rekening gehouden te worden.
	Methode:	Procedure -voor ieder relevant risico worden meerdere mogelijke beheersmaatregelen vastgesteld -de maatregelen worden getoetst op kosten, tijd en effectiviteit -de beste maatregel wordt gekozen eventueel in samenspraak met belanghebbende partijen
Hulpmiddelen:	Mogelijke hulpmiddelen die hierbij gebruik kunnen worden: -consequentie kaarten -GeoLab -GeoBrain -HerMes -Delft GeoSystems	
Aandachtspunten:	Niet alleen beheersmaatregelen die door het proces binnen GeoDelft beïnvloeden kunnen worden genomen er moet ook gekeken worden naar beheersmaatregelen bijvoorbeeld tijdens de uitvoering. Deze stap is erop gericht om vanuit de gevonden risico's beheersmaatregelen te selecteren, hierbij moet men zich vooral richten op de gevonden risico's en niet op het totale bouwproject.	
Eindproduct:	Risicolijsjt wordt aangevuld met uitvoerbare beheersmaatregelen	

Stap 5. Evaluatie resulterende risicoprofiel		
Doel:	Creëren van overview en evalueren van overgebleven risicoprofiel nadat beheersmaatregelen zijn ingevoerd.	
Procedure:	Betrokkenen:	Projectleider
	Inhoud:	In deze fase wordt het resterende risicoprofiel geëvalueerd en een inschatting gemaakt van wat een aanvaardbaar risiconiveau en het overall effect van de genomen maatregelen. Hierbij moet aangesloten worden op het gewenste risicoprofiel van de opdrachtgever.
	Methode:	<ul style="list-style-type: none"> -overzicht creëren van beheersmaatregelen en op elkaar afstemmen. -kosten, tijd en effectiviteit van totaal pakket van beheersmaatregelen evalueren. -overzicht verkrijgen van overgebleven risico profiel
Hulpmiddelen:		
Aandachtspunten:	Het is van belang dat er een totaal beeld ontstaat van het project en het risicoprofiel.	
Eindproduct:	Een onderbouwde afweging van kosten en baten van de voorgestelde beheersmaatregelen en resterend risicoprofiel.	

Stap 6. Overdracht volgende fase 		
Doel:	Het verdelen van risico's tussen deelnemende partijen en het opstellen van een risicodossier.	
Procedure:	Betrokkenen: Projectleider Inhoud: Wat wordt gezien als een aanvaardbaar risico Is het risico acceptabel Welke andere mogelijkheden zijn er om het risico te keren Methode: Het dossier bestaat minimaal uit de volgende onderdelen: <ul style="list-style-type: none"> -Inventarisatie van ongewenste gebeurtenissen (oorzaken van de risico's), onderverdeeld per projectfase; -Aard van het risico (Categorie); -Locatie of object waar het risico betrekking op heeft; -Kwantificering van de kans van optreden en het gevolg in tijd, geld en kwaliteit; -Verantwoordelijke partij(en) voor het risico; -Type en beschrijving van beheersmaatregelen; -Risicoverdeling opdrachtgever/opdrachtnemer. 	
	Hulpmiddelen:	Voor het verdelen van risico's tijdens de contractsfase -Risico Verdeling Geotechniek (RV-G methode). Voor het opstellen risicodossier -Standaard lay-out risicodossier
	Aandachtspunten:	Het risicodossier moet begrijpelijk zijn voor de gebruikers, dit houdt in dat ook niet technische mens het moeten kunnen begrijpen.
Eindproduct:	Risicodossier met alle relevantie risico's voor de fase waarin het project verkeert en volgende fasen. Het document dient tevens als mogelijk overdachtsdocument.	

Bijlage 4 Kwantificering van risico's

Kwantificering van risico's welke gebruikt wordt in de EBR sessies.

Kansen

De totale kans dat een 'Ongewenste gebeurtenis' optreedt kan worden onderverdeeld in een drietal aspecten. Deze aspecten zijn:

1. Kennis;
2. Termijn van optreden;
3. Manier van optreden.

Ad 1. Kennis

De hoeveelheid kennis over een 'Ongewenste gebeurtenis' bepaalt mede de kans dat deze gebeurtenis optreedt. Is er weinig informatie over een 'Ongewenste gebeurtenis' bekend, dan is de kans van optreden onzeker en krijgt dit aspect een hoge score. Bij veel kennis is dit uiteraard andersom. Het aspect 'Kennis' krijgt een drietal categorieën waarmee de mate van de aanwezige kennis over een 'Ongewenste gebeurtenis' kan worden aangegeven:

- Score 1 = Veel kennis beschikbaar;
- Score 2 = Matig veel kennis beschikbaar;
- Score 3 = Weinig tot geen kennis beschikbaar.

Ad 2. Termijn van optreden

De termijn dat een 'Ongewenste gebeurtenis' kan optreden, heeft eveneens een invloed op de totale kans. Als een 'Ongewenste gebeurtenis' slechts gedurende enkele weken zou kunnen optreden is de bijdrage aan de totale kans kleiner dan een 'Ongewenste gebeurtenis' die gedurende de gehele projectfase kan optreden. Ook het aspect 'Termijn van optreden' wordt onderverdeeld in een drietal categorieën:

- Score 1 = < 10% van het project;
- Score 2 = 10-50 % van het project;
- Score 3 = > 50 % van het project.

Ad 3. Manier van optreden

Met 'Manier van optreden' wordt bedoeld de mate waarin een 'Ongewenste gebeurtenis' zich aankondigt en dus de mate waarin hierop geanticipeerd kan worden. Als een gebeurtenis zonder waarschuwing vooraf (acuut) optreedt krijgt het aspect een hoge score en vice versa. De drie categorieën zijn:

- Score 1 = Chronisch optreden: Men ziet de gebeurtenis ruim van te voren aankomen (> 1 maand). Ingrijpen is mogelijk;
- Score 2 = Semi-chronisch: De gebeurtenis kondigt zich op 1 tot 2 weken van te voren aan. Ingrijpen wellicht mogelijk binnen enkele weken;
- Score 3 = Acuut / onverwachts: De gebeurtenis kondigt zich enkele dagen van te voren aan. Mogelijkheid ingrijpen is twijfelachtig of in zijn geheel niet mogelijk.

Totale kans

De totale kans op een 'Ongewenste gebeurtenis' krijgt een onderverdeling in twee categorieën:

- Categorie 1: 10 % (Klein) – 50% (Reëel);
- Categorie 2: > 50 % (Groot);

De categorie waarin een 'Ongewenste gebeurtenis' wordt geclassificeerd wordt bepaald door de som van de afzonderlijke aspecten: Kennis, Termijn van optreden en Manier van optreden.

Gevolg

Het gevolg van een 'Ongewenste gebeurtenis' wordt uitgedrukt in een drietal aspecten. Deze aspecten zijn:

1. Tijd;
2. Geld;
3. Kwaliteit / Veiligheid / Imago.

Ad 1 Tijd

Met het aspect 'Tijd' wordt bedoeld de vertraging die opgelopen wordt als gevolg van het optreden van een 'Ongewenste gebeurtenis'. Het is hierbij belangrijk op te merken dat met deze vertraging alleen wordt bedoeld de tijd dat de oplevering van het project uitloopt als gevolg van een 'Ongewenste gebeurtenis'. Als een 'Ongewenste gebeurtenis' niet of nauwelijks leidt tot het uitlopen van totale project (niet op kritieke pad) zal de gebeurtenis voornamelijk een 'Geld-gevolg' hebben (zie aspect 'Geld' hierna) en wordt de score bij 'Tijd' een 1.

De volgende indeling in categorieën wordt gehanteerd:

- Score 1 = vertraging 0 – 1 maand;
- Score 2 = vertraging 1 – 4 maanden;
- Score 3 = vertraging van meer dan 4 maanden.

Ad 2. Geld

Het aspect 'Geld' beslaat de kosten die moeten worden gemaakt om de gevolgen van een 'Ongewenste gebeurtenis' te herstellen. Benadrukt wordt dat hierbij niet de kosten zijn meegenomen van de vertraging in de oplevering of de buitendienststelling. Deze vertraging of periode van buitendienststelling is immers al gewaardeerd bij het aspect 'Tijd'. De categorie-indeling voor het aspect 'Geld' is als volgt:

- Score 1 = < € 300.000,- ;
- Score 2 = € 300.000,- tot € 1.000.000,- ;
- Score 3 = > € 1.000.000,-.

Ad 3. Kwaliteit / Veiligheid / Imago

In het laatste aspect wordt een aantal minder goed kwantificeerbare zaken samengevoegd. Het optreden van een 'Ongewenste gebeurtenis' kan ten koste gaan van de 'Kwaliteit' van het totale project, de 'Veiligheid' op zowel de bouwplaats als voor de omgeving en het 'Imago' van de projectorganisatie N242 naar de buitenwereld. Een 'Ongewenste gebeurtenis' hoeft niet altijd gevolgen te hebben voor alle drie aspecten. Hier is bij de beoordeling, voor zover mogelijk is, rekening mee gehouden. Een gebeurtenis met een negatieve invloed op alle drie aspecten wordt ingedeeld in een hogere categorie dan een gebeurtenis met een even grote negatieve invloed op één van de aspecten. De indeling is:

- Score 1 = Geen significante reductie;
- Score 2 = Beperkte en aanvaardbare reductie;
- Score 3 = Significante en onaanvaardbare reductie.

Totaal gevolg

Het 'Totale gevolg' van een 'Ongewenste gebeurtenis' wordt voor de weergave in de kans-gevolg matrices uitgedrukt in een tweetal categorieën. Deze categorieën zijn:

- Categorie 1: Acceptabel gevolg;
- Categorie 2: Onacceptabel gevolg;

De categorie voor het 'Totale gevolg' wordt weer bepaald door de som van de verschillende aspecten.

Samenvattingtabel

De methodiek voor de classificatie van de bepaling van de risico's is samengevat in de onderstaande tabellen:

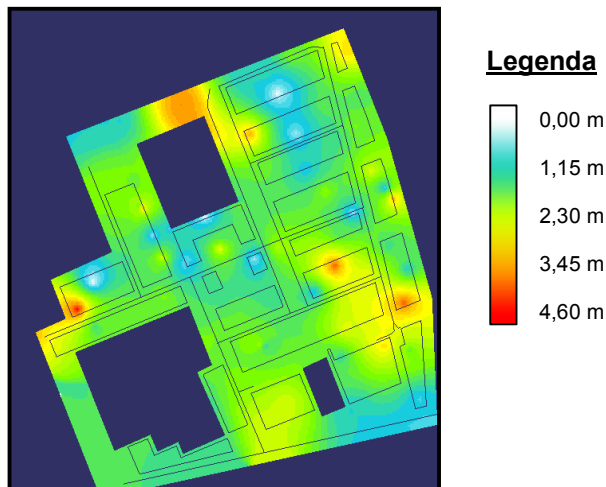
METHODIEK RISICO CLASSIFICATIE				
KANS				
	Score = 1	Score = 2	Score = 3	Score
Kennis over risico	Veel kennis	Matig veel kennis	Weinig tot geen kennis	X_{kennis}
Termijn van optreden	< 10% van project	10 – 50 % van project	> 50 % van project	X_{termijn}
Manier van optreden	Chronisch (> 1maand)	Semi-chronisch (1 wk – 1 mnd)	Semi-acuut (1 dg – 1 wk)	X_{manier}
			Totale score	$\Sigma(X_i)$
	Totale score	TOTALE KANS		
Cat.1	$3 < \text{score} \leq 6$	Beperkt tot Reëel (10% - 50%)		
Cat.2	$6 < \text{score} \leq 9$	Reëel tot Groot (>50%)		
GEVOLG				
	Score = 0	Score = 2	Score = 3	Score
Tijd	< 1 maand	1 – 4 maanden	> 4 maanden	X_{tijd}
Geld	< € 300.000	€ 300.000 - € 1.000.000	> € 1.000.000	X_{geld}
Kwaleit / Veiligheid / Imago	Niet significant	Beperkt en aanvaardbaar	Significant en onaanvaardbaar	X_{kvi}
			Totale score	$\Sigma(X_i)$
	Totale score	TOTALE GEVOLG		
Cat.1	$3 < \text{score} \leq 6$	Acceptabel gevolg		
Cat.2	$6 < \text{score} \leq 9$	Onacceptabel gevolg		

Bijlage 5 GeoQ tools

Om iedere stap in het GeoQ-proces zo goed mogelijk uit te kunnen voeren, staan diverse hulpmiddelen (kennis/tools) ter beschikking van de geotechnisch adviseur. Dit hoofdstuk zal aandacht geven aan de belangrijkste tools die beschikbaar zijn. Hierbij zal worden aangegeven wat het hulpmiddel inhoudt en wat de toepasbaarheid ervan is.

Consequentiekaarten

Consequentiekaarten zijn er op gericht om verschillende geotechnische risico's in een omgeving, door middel van kleurcodes in kaart te brengen. Deze tool kan worden ingezet in de ontwerpfase, om het juiste tracé te kunnen bepalen van bijvoorbeeld een weg, of om aan te geven waar problemen te verwachten zijn, in een bepaald gebied. Op de kaart kunnen verschillende zaken worden aangegeven, zoals onacceptabele zettingen of de mate van grondverbetering wat nodig is in een bepaald gebied, om een weg op aan te leggen. Dit instrument kan worden ingezet als communicatiemiddel naar opdrachtgevers toe, om duidelijkheid te scheppen over risico's.



Voorbeeld van een consequentie kaart van de dikte van de veenlaag in meters, bij een nieuw aan te leggen bedrijventerrein. (Bron: GeoDelft)

Electronic Board Room

De Electronic Board Room (EBR) is een ruimte waar brainstormsessies worden georganiseerd ten behoeve van het identificeren en kwantificeren van risico's. Het EBR van GeoDelft biedt plaats aan 14 deelnemers. Per project zal een selectie worden gemaakt van deelnemende partijen, die op dat moment belangrijk zijn binnen het project. Elke deelnemer beschikt over een computer om actief en anoniem deel te nemen aan de brainstormsessies.

De agenda van een elektronische vergadering kan iedere gewenste vorm krijgen, maar in de praktijk wordt veelal de volgende opbouw aangehouden:

1. *Introductie*
Wat is de vraagstelling, het probleem, het doel van de vergadering.
2. *Concretiseren*
Het samen analyseren en verduidelijken van het probleem.
3. *Inventariseren*
Het bedenken van oplossingen en het stellen van vragen daarover.

4. *Categoriseren*
Het aanvullen, samenvoegen en ordenen van de oplossingen.
5. *Prioriteren*
Een keuze maken uit de oplossingen en acties afspreken.
6. *Vervolg*
Wie werkt wat uit en wanneer praten we over de resultaten

Voornamelijk stappen twee tot en met vijf worden ondersteund door een speciaal softwareprogramma, waarin de bijdrage van iedereen direct zichtbaar wordt en automatisch verwerkt kan worden.

Het op deze manier vergaderen heeft de volgende kenmerken:

- *Gelijktijdigheid*
Alle deelnemers typen hun bijdrage simultaan in; het totaal is voor iedereen zichtbaar.
- *Anonimiteit*
De herkomst van elke bijdrage is niet na te gaan; iedereen kan vrijuit spreken.
- *Gezamenlijkheid*
Er ontstaat een teamervaring onder de deelnemers; er is draagvlak gecreëerd.
- *Slagvaardigheid*
Er komen concrete oplossingen tot stand, inclusief de benodigde vervolgstappen.

Een belangrijk element van een EBR-sessie is de voorbereiding. Er moet een juiste vraag- en doelstelling worden gekozen voor het goed slagen van de sessie.

GeoBrain

GeoBrain heeft als doel om alle relevante geotechnische kennis en ervaring op overzichtelijke en gecomprimeerde wijze beschikbaar te maken voor de maatschappij. De opgeslagen ervaringskennis biedt gebruikers de mogelijkheid om risico's beter te beheersen, kosten te verlagen en beter te dimensioneren. Op basis van ervaringen uit het verleden probeert men een uitspraak te doen over het ontwerp of een gekozen uitvoeringsmethode met betrekking tot de effectiviteit ervan.



GeoBrain is tot stand gekomen door de samenwerking tussen GeoDelft als kennisleverancier en beheerder van het systeem en marktpartijen die voor de ervaringsinput zorgen. Door middel van het invullen van een webformulier kunnen nieuwe ervaringen worden toegevoegd aan de database door de marktpartijen.

Alle binnengekomen ervaringen, zowel positieve als negatieve, worden geanalyseerd. Het komt namelijk ook voor, dat een werk eenvoudiger blijkt te zijn dan van te voren bedacht. Ook deze ervaringen zijn van belang om een volgende keer een betere inschatting te kunnen maken. Door de opgeslagen praktijkervaringen te benutten, wordt geprobeerd om het herhalen van eerder gemaakte fouten te voorkomen, waardoor betere ontwerpen mogelijk zijn en kunnen risico's beter worden ingeschat. Alle ingevulde gegevens kunnen getoond worden, behalve de naam van de aannemer of uitvoerder.

GeoBrain bestaat op dit moment uit twee concrete producten:

- GeoBrain Funderingstechnieken
Continue verzameling van praktijkervaringen die opgeslagen worden in een database en beschikbaar worden gesteld via de website. Met behulp van de ervaringsdatabase en kennis van experts, samen verwerkt in een model, kunnen online voorspellingen gedaan worden voor de uitvoerbaarheid van een funderingswerk.
GeoBrain Funderingstechnieken is er voor het:
 - Inbrengen van damwanden

- Trekken van damwanden
- Inbrengen van prefab palen
- Inbrengen van vibro palen

➤ GeoBrain Boortechnieken

GeoBrain Boortechnieken werkt in grote lijnen op dezelfde manier als Funderingstechnieken, in die zin dat ook hiervoor praktijkervaringen verzameld en verspreid worden via het internet. Ook voor Boortechnieken worden voorspellingsmodellen opgezet. In eerste instantie voor Horizontaal gestuurde boringen en later voor Microtunnels.

GeoCheck

GeoCheck is een dienstverlening op maat, die kan worden uitgevoerd voor onderdelen van een project, maar ook voor complete ontwerpen en uitvoeringsplannen. Een 'quick scan' van de parameterwaarden die zijn gebruikt in een standaard rekenmodel, kost enkele uren werk. Een GeoCheck op het totale ontwerp van bijvoorbeeld een parkeergarage kan twee weken in beslag nemen. Een GeoCheck bestaat uit het doorrekenen van het ontwerp, het identificeren van risico's en aanbevelingen geven voor mogelijk betere oplossingen. In 2004 zijn enkele specifieke GeoChecks ontwikkeld voor ontwerpen die herhaaldelijk voorkomen. Naast de al langer bestaande GeoCheck Horizontaal gestuurd boren zijn dat de GeoChecks Parkeergarages, Zettingsanalyses, Bodemsanering en Ontwikkellocaties.

GeoLab

In 2004 zijn alle grondonderzoeksfaciliteiten met bijbehorende kennis van GeoDelft gebundeld in het GeoLab. Hierdoor omvat GeoLab alle vaak unieke faciliteiten van GeoDelft op het gebied van specialistisch en experimenteel onderzoek van grond en grondgerelateerde materialen.

Het onderzoek wordt verricht op drie gebieden, te weten:

1. in-situ veldverkenningfaciliteiten voor metingen en monitoring;
2. laboratoriumproeffaciliteiten voor het onderzoeken van grondmonsters;
3. modelproeffaciliteiten, waaronder de GeoCentrifuge.

Ad 1.

De veldverkenningfaciliteiten kunnen binnen een project gebruikt worden om meer of betere parameters voor berekeningen te verkrijgen.

Ad 2.

In het laboratorium kunnen grondmonsters worden getest en kunnen aanvullende onderzoeken gedaan worden, die niet mogelijk zijn in het veld. Ook hierbij is het mogelijk om meer geavanceerdere methoden toe te passen, waardoor er parameters worden verkregen met een hogere zekerheidswaarde.

Ad 3.

Modelproeven kunnen worden ingezet bij ontwerpproblemen of bij het testen van innovatieve oplossingen. In de GeoCentrifuge kunnen modellen op schaal worden getest zodat men een uitspraak kan doen, hoe een opstelling in werkelijkheid kan reageren.

Delft Geosystems

GeoDelft ontwikkelt software ter ondersteuning van de geotechnisch ingenieur. De software kan worden ingezet tijdens de ontwerpfase van het bouwproject, maar ook bij de uitvoeringsfase, om bijvoorbeeld meetgegevens te analyseren die zijn verkregen uit metingen, die gedaan zijn tijdens de uitvoeringsfase. In de volgende tabel worden de verschillende software pakketten benoemd met een korte beschrijving.



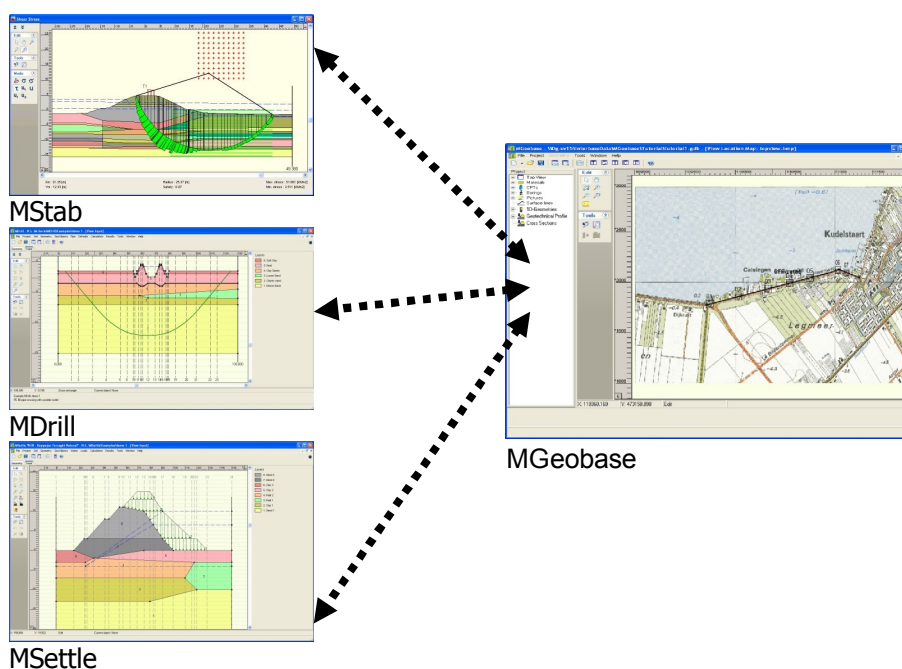
MSheet	Ontwerp van damwanden en CUR-verificatie
--------	--

MFoundation	Ontwerp van strook- en paalfunderingen.
MPile	Analyse van paalgroepen
MGeobase	Centrale projectomgeving met database en CPT interpretatie en batch-engine.
MSettle	Tijdsafhankelijke zettingen met zakkak opties.
MStab	Stabiliteit van grondlichamen en opdrijfmodel.
MDrill	Ontwerp van gestuurde boringen
MSeep	Stationaire grondwaterstroming met pipingmodel
MWell	Tijdsafhankelijke stroming bij bemaling.
Watex	Eenvoudige tool voor tijdsafhankelijke waterdrukken
GEF-Plottool	Plotten, wijzigingen, invoeren en digitaliseren van sonderingen en boringen in GEF formaat.
DG>Plume	Snel en efficiënt verontreinigingspluimen berekenen.
DG>Sitescreen	Eerste risico-inschatting met gemeten concentraties.
ZSteen	Dimensionering en toetsing van dijkbekledingen.

Tabel 5-1 Software pakketen van Delft GeoSystems

MGeobase

MGeobase kan gezien worden als de centrale projectdatabase van de M-Serie software. De database kan worden gevuld met de gegevens over sonderingen, boringen, geometriebeschrijvingen en grondparameters. Vervolgens zijn deze gegevens rechtstreeks te gebruiken binnen diverse M-Serie componenten.



On-line monitoring

Voor de ondersteuning van uitvoering van ophoogwerken en de effecten ervan op de omgeving wordt online monitoring steeds meer toegepast. Metingen in het veld worden hierbij, afhankelijk van de doelstelling, snel verwerkt en voor de klanten beschikbaar gemaakt via internet. Op basis van de metingen kan het werkproces (bijvoorbeeld het ophoogtempo) worden bijgestuurd. Problemen in de uitvoering kunnen worden voorkomen. Bijvoorbeeld: instabiliteit van de ophoging of te grote invloed van de ophoging op de kabels, leidingen, hoogspanningsmasten, etc.

Tot nu toe werden de online monitoringtools speciaal opgezet voor projecten als bijvoorbeeld de Betuweroute. Nu is deze dienstverlening door GeoDelft verder doorontwikkeld voor de middelgrote en kleinere projecten.

Voor Online monitoring zijn op dit moment twee producten beschikbaar:

- De online waterspanningsmeter
 - twee keer per dag een automatische meting met behulp van een datalogger
 - binnen een uur zijn de stijghoogten beschikbaar via deze internet site
- Deformatiemetingen
 - handmatige metingen op verzoek, snelle doorzending via GSM
 - de volgende dag zijn de deformaties beschikbaar via deze internet site.

Lokale verticale en horizontale deformaties worden gemeten met de extensometer en de inclinometer. Voor het meten van verticale deformaties over een zekere horizontale uitgestrektheid is er de zettingmeetslang.

De voordelen van de online monitoring gereedschappen:

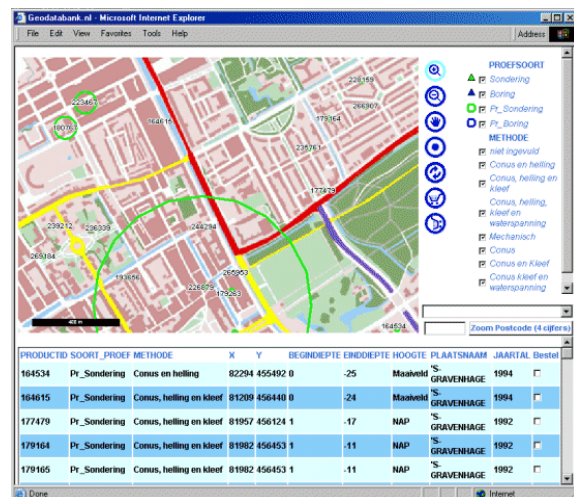
- De resultaten van waterspanningsmetingen en deformatiemetingen worden gepresenteerd in relevante grafieken die een snelle geotechnische analyse van de data mogelijk maken. Hierdoor heeft men controle op het bouwproces en de mogelijkheid snel te reageren in probleemsituaties.
- Het inzien van monitoringresultaten kan gedaan worden van iedere (moderne) kantoorcomputer met een internetverbinding.
- Betrouwbare ondersteunende hardware en software.
- Kwaliteitsborging en back-up van de data in Delft volgens ISO 9001 normen.
- Een kosten-effectief systeem, omdat op de bouwplaats geen dure hardware en software nodig is.
- Directe uitwisseling van data is mogelijk met geotechnische berekeningssoftware via GEF (Geotechnical Exchange Format).

GeoDatabank

De afgelopen decennia zijn in Nederland naar schatting ruim één miljoen sonderingen en boringen uitgevoerd ten behoeve van allerlei bouwprojecten. De gegevens hiervan liggen verspreid in archieven van diverse bedrijven en onderzoeksbureaus. Dat maakt het terugvinden van grondgegevens vaak lastig. Reden voor de overheid om er zorg voor te dragen dat nu na het afsluiten van overheidsprojecten de sonderingen en boringen centraal bij TNO worden opgeslagen. Voor Fugro en GeoDelft was dat aanleiding om voor de al in de archieven van Fugro en GeoDelft bestaande gegevens de Geodatabank op te zetten, een met name voor de bouw- en grond-, weg- en waterbouwsector toegespitste databank met boor- en sondeergegevens. Marktpartijen kunnen deze gegevens eenvoudig opvragen en gebruiken om zich snel een beeld te vormen van de grondslag.

De opgeslagen gegevens zijn vooral voor de bouwwereld interessant in de oriënteringsfase van projecten en bij het uitbreiden van bestaande constructies. De Geodatabank kan gezien worden als eenvoudige toepassing en aanvulling op het DINO-systeem (Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond) van TNO.

Op de Geodatabank.nl kun je geotechnische gegevens bestellen. Je kunt zoeken naar boringen en sonderingen verspreid over heel Nederland door een postcode in te typen of in te zoomen op de kaart.



Probabilistische Mserie software

Probabilistische methoden ingebouwd in de rekenmodellen. Was de uitkomst van een berekening voorheen een getal met een schijnbare zekerheid van twee cijfers achter de komma, nu gaan de modellen ook aangeven hoe groot de kans is op die precieze uitkomst en met welke spreiding rekening moet worden gehouden. Het expliciet maken van de onzekerheden waarmee berekeningen gepaard gaan geeft opdrachtgever en opdrachtnemer de mogelijkheid om bewuster de risico's te beheersen en onderling te verdelen.

HerMes

HerMes is een systeem dat ontwikkeld is om metingen herhaaldelijk en automatisch uit te voeren. HerMes staat voor 'Het Rationeel Monitor Evaluatie Systeem'. *Monitoren* wordt in dit verband gedefinieerd als het herhaald uitvoeren van metingen aan of bij een constructie, om beslissingen te kunnen nemen ten aanzien van de verdere bouw- en/of beheerfasen. Dit instrument is een ondersteuning, om gefundeerde beslissingen te nemen en mogelijke risico's te monitoren. Door te monitoren is er meer informatie beschikbaar over de geotechnische risico's en kan men beter de kans van falen inschatten.

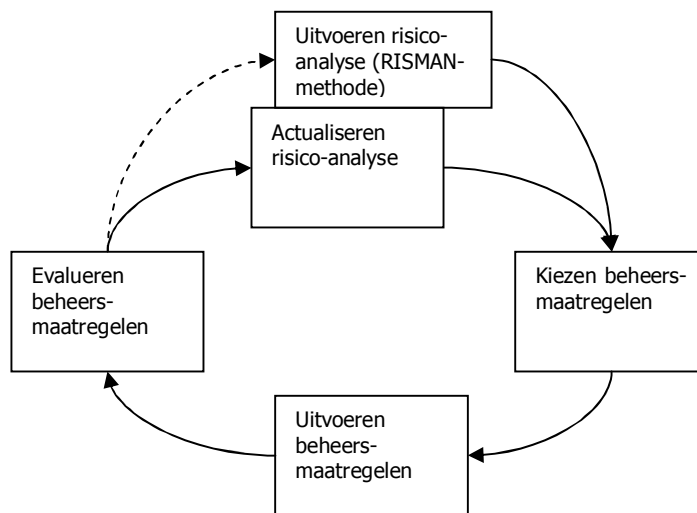
Daarnaast biedt het ook kansen voor projectoverstijgende behoefte. Door de metingen kunnen rekenmodellen gevalideerd, gekalibreerd en verbeterd worden. Daarnaast kan het ook dienen als bewijs voor het verkrijgen van vergunningen.

Binnen 'Monitoringsfilosofie HerMes' zijn twee hoofdonderdelen te onderscheiden. Het eerste is een ontwerpgereedschap; het tweede is een verwerkingsgereedschap.

- In de ontwerpfase gaat het om het rationeel definiëren van het monitorsysteem vanuit het 5W-principe: Waarom, Wat, Waar, Wanneer en in Welke mate monitoren; het HerMes-product van deze fase is een protocol.
- In de verwerkingsfase van de monitordata gaat het om het rationeel verwerken van de monitordata in de verwachtingen voor verschijnselen in de toekomst, en daarmee de verwerking in het beslissingsproces. Het HerMes-product van deze fase is een werkwijze alsmede experimentele software voor de uitvoering.

Bijlage 6 De RISMAN-methode

In deze bijlage volgt een korte beschrijving van de processtappen zoals die doorlopen worden in het gebruik van de RISMAN-methode zoals beschreven op de RISMAN-site [RISMAN-commissie, 2006].



Bron: www.risman.nl

Risico-analyse volgens de RISMAN-methode



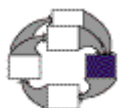
Elke projectfase start met een risicoanalyse. Deze risicoanalyse maakt duidelijk welke risico's in het project kunnen optreden en waardoor het goede verloop van het project verstoord kan worden. De risico's worden systematisch en vanuit verschillende invalshoeken in kaart gebracht voor het gehele projectproces. Niet alleen technische risico's, maar ook politieke, juridische en organisatorische risico's worden geïnventariseerd. Er wordt een lijst opgesteld van de kwalitatief of kwantitatief belangrijkste risico's.

Voor deze risico's kunnen maatregelen worden getroffen. Alle maatregelen waarmee deze risico's beheerst kunnen worden, worden geïnventariseerd. Tevens wordt een inschatting gemaakt van het verwachte effect van de beheersmaatregelen.

De RISMAN-methode bestaat uit vier stappen:

1. vaststellen doel
2. in kaart brengen risico's
3. vaststellen belangrijkste risico's
4. in kaart brengen beheersmaatregelen

Kiezen beheersmaatregelen



Nadat de risico's en bijbehorende mogelijkheden voor wat betreft beheersmaatregelen in kaart zijn gebracht dient een keuze gemaakt te worden welke van de beheersmaatregelen daadwerkelijk worden uitgevoerd.

Hierbij worden de resultaten (weergegeven in een maatregeltabel) gebruikt die uit de laatste stap van de RISMAN-methode naar voren zijn gekomen. Bij het kiezen van beheersmaatregelen spelen vele factoren een rol, zoals het verwachte netto-effect (wegen de kosten van de beheersmaatregel tegen de baten op?), de uitvoerbaarheid van de maatregel, etc.

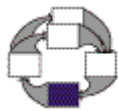
Voorafgaande aan de keuze van de beheersmaatregelen wordt allereerst de beheersdoelstelling vastgesteld. Op basis daarvan gaat men vervolgens verder met het

maken van een keuze van de beheersmaatregelen. Bij het kiezen van beheersmaatregelen heeft men de keuze uit:

- Kwalitatief kiezen van beheersmaatregelen
- Een kwalitatieve keuze van beheersmaatregelen is mogelijk na zowel een kwalitatieve als kwantitatieve RISMAN-analyse. Het meest logisch is echter dat na een kwalitatieve analyse ook een kwalitatieve keuze van beheersmaatregelen zal worden gemaakt.
- Kwantitatief kiezen van beheersmaatregelen. Kwantitatieve keuze van beheersmaatregelen kan alleen plaatsvinden als een kwantitatieve RISMAN-analyse is uitgevoerd

Opgemerkt moet worden dat het nooit mogelijk is om risico's volledig te elimineren. Ook zal het niet mogelijk zijn alle risico's te voorzien: er zal altijd een restrisico blijven bestaan. Nadat een keuze is gemaakt uit de beheersmaatregelen dient voor de gekozen beheersmaatregel te worden aangegeven wie ervoor verantwoordelijk is dat de maatregel ook daadwerkelijk wordt uitgevoerd en wordt een budget voor de uitvoering vastgesteld. Dit betekent niet dat deze persoon ook noodzakelijkerwijs zelf deze maatregel moet uitvoeren; de maatregel kan namelijk ook worden gedelegeerd aan iemand anders. Het resultaat van deze stap is een overzicht van de belangrijkste risico's voor het project, maatregelen om die te beheersen en zijn personen aangewezen die daarvoor verantwoordelijk zijn.

Uitvoeren beheersmaatregelen



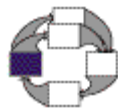
Zodra de beheersmaatregelen voor risico's gekozen zijn en per maatregel een verantwoordelijke persoon is aangewezen, kunnen de maatregelen in uitvoering worden genomen. Het uitvoeren van beheersmaatregelen kan variëren van het afsluiten van een verzekering, tot het betrekken van een gemeente bij een bepaald overleg, het overdragen van één of meerdere risico's aan een aannemer tot het opnemen van extra tijd in de planning. Vanaf dit moment kan een beheersmaatregel worden beschouwd alsof het deel uitmaakt van het normale projectmanagement. Er is immers sprake van een (aantal) activiteit(en), een budget en een verantwoordelijke.

De verantwoordelijke personen zorgen ervoor dat de maatregelen ook daadwerkelijk worden getroffen. Zij kunnen de maatregelen zelf uitvoeren of dat delegeren.

Het kan nuttig blijken een maatregel voor uitvoering eerst verder uit te werken naar concrete activiteiten en bijvoorbeeld op te nemen in beslisdocumenten, voortgangsrapportages of actielijsten van het betreffende project. Op deze wijze maakt men risicomanagement onderdeel van het conventionele projectmanagement en wordt daadwerkelijk invulling gegeven aan de term 'integraal projectmanagement'.

Het overzicht van de acties en door wie de acties dienen te worden uitgevoerd kan worden toegevoegd aan de tabel van de vorige stap.

Evalueren beheersmaatregelen



De stand van zaken van de beheersmaatregelen moet regelmatig worden bekeken. Zijn of worden de maatregelen uitgevoerd en hebben zij het gewenste effect? De activiteiten die met betrekking tot het evalueren van beheersmaatregelen worden uitgevoerd, zijn:

- monitoren van beheersmaatregelen
- vaststellen effect beheersmaatregelen

Behalve dat gekeken wordt naar het resultaat van een beheersmaatregel is het niet onverstandig aandacht te besteden aan het proces dat daartoe geleid heeft. Stilstaan bij punten zoals:

- wat heeft er eventueel toe geleid dat niet het gewenste resultaat bereikt is?
- is de frequentie waarop overlegd werd naar tevredenheid?
- moet de wijze van informatievoorziening misschien worden aangepast?

- werd de gewenste informatie gecommuniceerd?
- blijken verantwoordelijkheden juist toegewezen, en waarom (niet)?

Dergelijke informatie kan er toe bijdragen dat de volgende risicomangement cyclus effectiever is.

Actualiseren risico-analyse



Na evaluatie van de beheersmaatregelen is de RISMAN-cyclus in feite weer rond en wordt de risicoanalyse geactualiseerd. Gekeken wordt wat mogelijke nieuwe risico's zijn. Voor deze nieuwe risico's worden wederom mogelijke beheersmaatregelen in kaart gebracht en start men opnieuw met het doorlopen van het proces.

De risicoanalyse kan worden geactualiseerd door opnieuw de RISMAN-methode uit te voeren. Dit is echter met name zinvol voorafgaande aan de overgang naar een nieuwe projectfase. Op dat moment is het belangrijk om een goed beeld te hebben van de risico's in de nieuwe projectfase. Tijdens een projectfase is het echter niet altijd nodig om elke keer een grondige risicoanalyse uit te voeren en kan worden volstaan met het uitvoeren van een RISMAN Quick scan.

Bijlage 7 HDD-methode

De HDD-methode (Horizontal Deviated Drilling) is een boorteknik om leidingen aan te leggen en heeft als voordeel dat er, in tegenstelling tot de traditionele aanpak, geen sleuf in het maaiveld gegraven hoeft te worden. Een bijkomend voordeel is dat er geen grondwaterstandsverlaging toegepast hoeft te worden omdat de boring vanaf het maaiveld wordt uitgevoerd.

Alle boorstellingen werken volgens hetzelfde principe. Met een hydraulische boorunit worden boorstangen, met een duwende beweging, één voor één de grond ingebracht. De buizen zijn met een schroefkoppeling onderling verbonden tot een boorstang. Het boortracé wordt (verticaal en eventueel horizontaal) gebogen uitgevoerd. Het boorproces gebeurt in twee of drie fasen. Als eerste vindt de pilotboring plaats, eventueel gevolgd door één of meerdere ruimeroperaties. Daarna wordt de leiding geïnstalleerd. Het intrekken van de leiding kan in bepaalde situaties gelijktijdig plaatsvinden met de laatste ruimeroperatie.

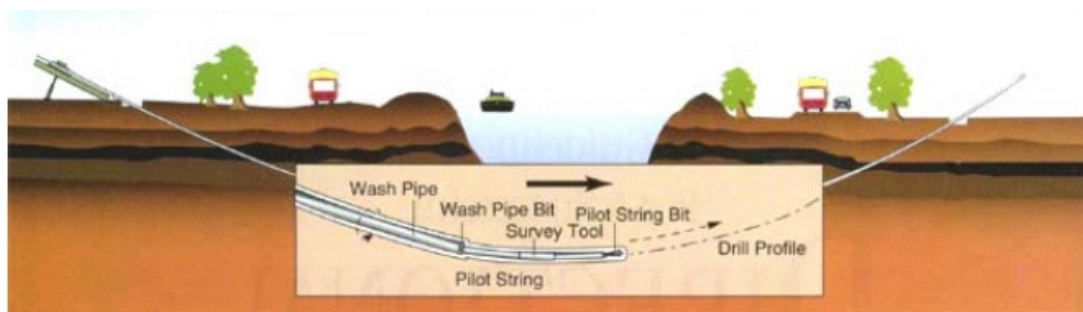
Deze boormethode is zeer goed bestuurbaar en de positie van de boorkop kan vrijwel continu worden bepaald. De boorkop wordt gestuurd door middel van een stuurslof die zich aan de voorzijde van de boorkop bevindt of door een bocht in de boorbuis. Door tijdens het invoeren de stuurslof in de gewenste richting te laten wijzen, wordt sturing verkregen. Afwijkingen kunnen worden gecorrigeerd door de boorkop over een bepaalde afstand terug te trekken en vervolgens met een andere stand van de stuurslof verder te drukken.

Pilotboring

Aan de voorkant van de pilotbuis is een boorkop met snijmesses (boorspoelmotor) of een spuitjet aangebracht. De boorkop met snijmesses wordt aangedreven door een mengsel van water en bentoniet onder druk in de pilotbuis te voeren. De boorkop met snijmesses schraapt en spoelt de grond op beheerste wijze weg. Een spuitjet spuit en spoelt de grond op beheerste wijze weg. De boorspoeling wordt via de pilotbuis naar de boorkop getransporteerd en wordt samen met de losgewoelde grond langs de buitenzijde van de pilotbuis door het boorgat afgevoerd. Als bij een pilotbuis de wrijving tussen de buiswand en de grond, ondanks de smerende werking van de boorspoeling, te groot wordt, kan een stalenspoelbuis (wash-over pipe) roterend over de boorstang gedrukt worden. Over het eerste gedeelte van de pilotbuis kan een casing worden aangebracht in de volgende gevallen:

- indien de boorgatstabiliteit in gevaar komt;
- indien gevaar bestaat voor een blow-out (de gronddruk is te laag om weerstand te bieden aan de druk van de boorvloeistof);
- indien gevaar bestaat voor uitknikken van de boorstang.

De samenstelling van de boorspoeling is afhankelijk van de diepte, de grondsoort en de kwaliteit van het grondwater waarin geboord wordt.

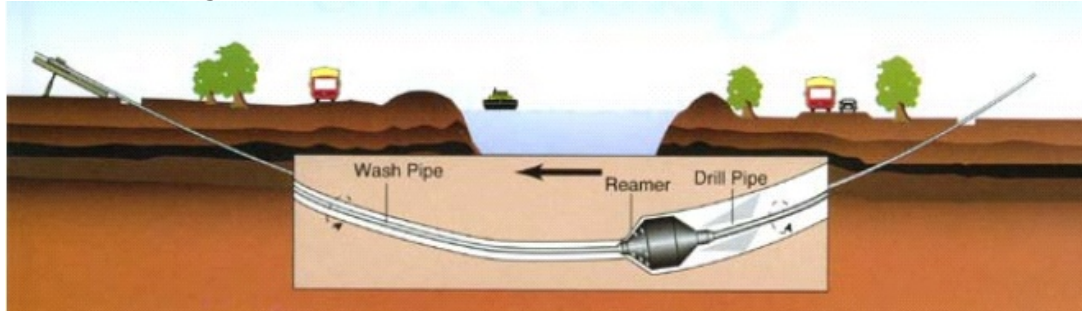


Pilotboring

Ruimen van het boorgat

Nadat de pilotbuis bij het uittredepunt boven de grond is gekomen, wordt op het uiteinde van de pilotbuis een ruimer gemonteerd. Vervolgens wordt de pilotbuis met ruimer teruggetrokken. De ruimer wordt met een draaiende beweging door het voorgeboorde

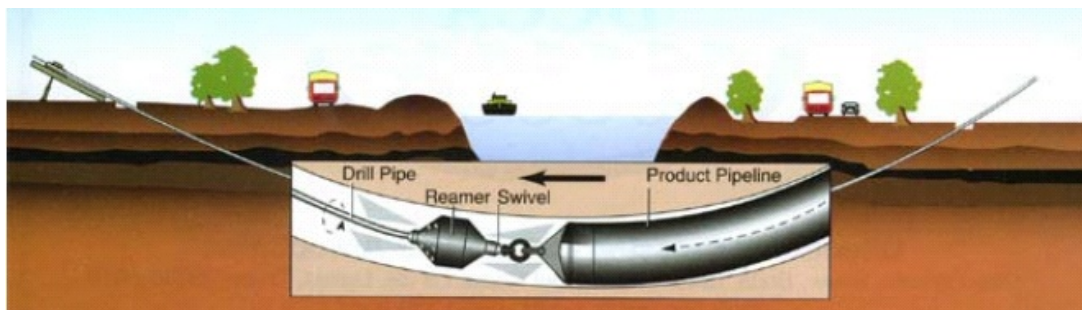
pilotboorgat teruggetrokken. Op de ruimer zijn behalve jets, waardoor de boorspoeling naar buiten gespoten wordt, soms ook messen, kammen of tanden aangebracht (afhankelijk van de grondslag waarin geboord wordt). De los gespoten grond wordt langs de buitenzijde van de pilotbuis of door het geruimde boorgat in de retourstroom van de boorspoeling afgevoerd naar het maaiveld. Achter de ruimer wordt opnieuw een boorstang of de leiding gekoppeld, zodat de verbinding tussen in- en uittredepunt behouden blijft. Afhankelijk van de grondslag en de vereiste boorgatdiameter kunnen meerdere ruimeroperaties achter elkaar worden uitgevoerd.



Ruimen van het boorgat

Intrekken leiding

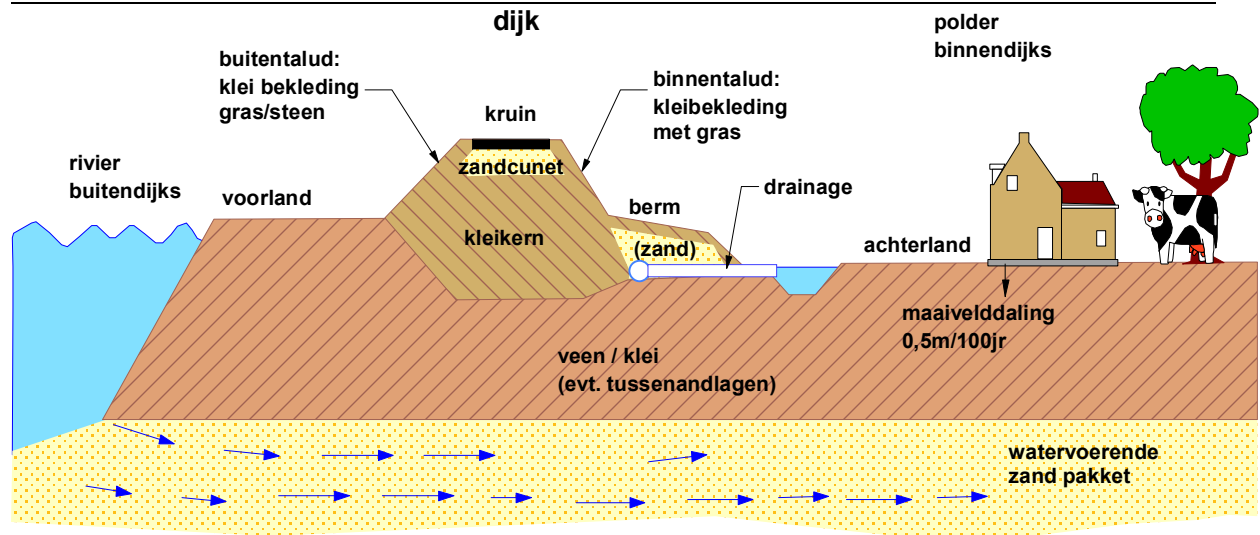
Tenslotte wordt tijdens de laatste fase van de booroperatie de leiding achter de ruimer gekoppeld en in een boorgat met een grotere diameter dan die van de leiding getrokken. Het boorgat blijft ook dan geheel gevuld met de boorspoeling vermengd met grond. Nadat de leiding in het geboorde gat is getrokken is de boring voltooid.



Intrekken leiding

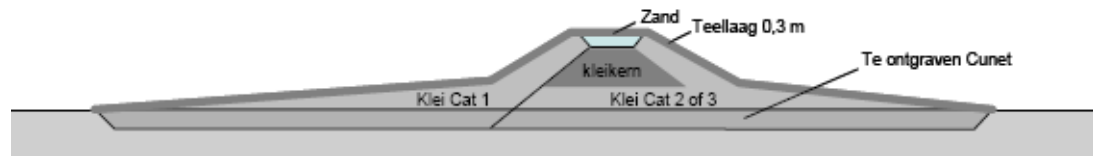
[Richtlijnen boortechnieken, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, januari 2004]

Bijlage 8 Technische termen dijkontwerp



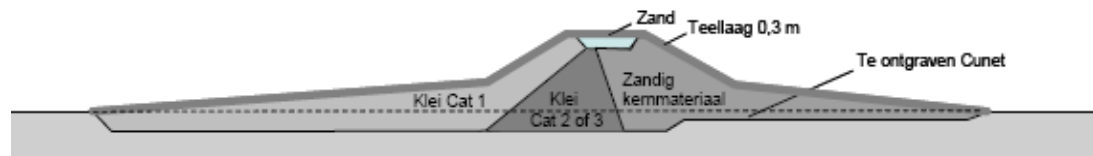
Bijlage 9 Dijk varianten

Variant 1



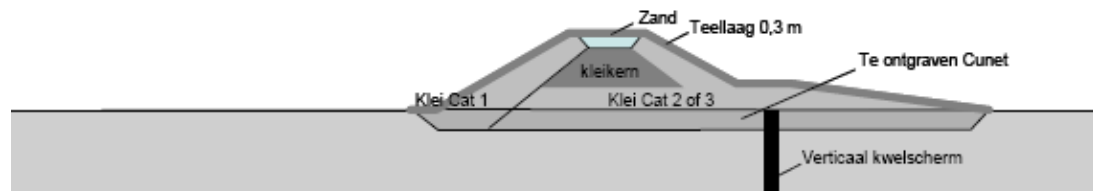
Variant 1, een dijk geheel uit klei opgebouwd is. Aan de rivierzijde wordt categorie 1 klei toegepast. Onder de kruin en aan de binnenzijde is de dijk opgebouwd uit categorie 2 of 3 klei. De klei aan de rivierzijde Onder de dijk wordt over de gehele breedte een 1 m diep cunet gegraven. Dit cunet wordt gevuld met klei. Om piping te voorkomen worden zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde pipingbermen aangelegd. De berm van de binnenzijde heft een taludhelling van 1:10. Voor een goede grasmat wordt op de dijk (inclusief bermen) een 0,3 m dikke teellaag aangebracht.

Variant 2



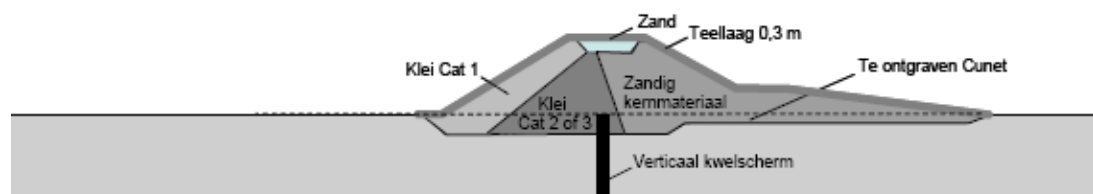
Het ontwerp van de tweede variant is al eerder toegepast bij Arnhem. Bij de tweede variant is de buitenzijde van de dijk opgebouwd uit klei. Onder de kruin bevindt zich een kern van categorie 2 of 3 klei. Aan de binnenzijde is de dijk opgebouwd uit zand. De dijk wordt bekleed met een 0,3 m dikke teellaag. Onder de dijk wordt een cunet ontgraven. De diepte van het cunet varieert tussen de 0,5 m (onder het zandig gedeelte) en 1,0 m (onder het kleigedeelte). Om piping te voorkomen worden zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde pipingbermen aangelegd. De berm van de binnenzijde heft een taludhelling van 1:10.

Variant 3



Het ontwerp van de derde variant is gebaseerd op variant 1. Het grote verschil is dat de pipingbermen voor een deel worden vervangen door een kwelscherm. Andere verschillen zijn een 6 m brede onderhoudsweg op de binnenberm en een taludhelling van de binnenberm van 1:15.

Variant 4



In variant 4 zijn de pipingbermen uit variant 2 deels vervangen door een verticaal kwelscherm. Andere verschillen met variant 2 zijn een 6 m brede onderhoudsweg op de binnenberm en een taludhelling van de binnenberm van 1:15.

Bijlage 10 Geïdentificeerde risico's projectcase 2

Lijst met risico's zoals geïdentificeerd voor het project Rivierverruiming Hondsbroekschepleij / Voorontwerp verlegde Pleijdijk.

A	GEOTECHNIEK
	Hoogte onvoldoende door te veel zettingen
	Hoogte onvoldoende door veranderde hydraulische randvoorwaarden
	Macrostabieliteit tijdens gebruiksfase is te laag doordat niet wordt voldaan aan eisen Leidraden
	Macrostabieliteit tijdens gebruiksfase is te laag door verkeerde schematisatie ondergrond
	Microinstabiliteit is onvoldoende doordat niet wordt voldaan aan eisen Leidraden
	Te grote kans op beschadiging buitenbekleding doordat niet wordt voldaan aan eisen Leidraden
	Te grote kans op piping doordat niet wordt voldaan aan eisen Leidraden
	Te grote kans op piping door verkeerde schematisatie ondergrond
	Te grote kans op zettingsvloeiing doordat niet wordt voldaan aan eisen Leidraden
	Te grote kans op afschuiving van het voorland doordat niet wordt voldaan aan eisen Leidraden
	Te grote kans op afschuiving van het voorland door verkeerde schematisatie ondergrond
	Te grote kans op erosie van het voorland door hoge stroomsnelheden van het water
B	(GEO)HYDROLOGIE
	Kweloverlast achter de dijk is te groot door verkeerde aanname geohydrologische situatie
	Ophoogtempo is te laag door te langzame consolidatie van de ondergrond
	Macroinstabiliteit tijdens uitvoering is onvoldoende door te langzame consolidatie
	Te grote kans op geotechnisch faalmechanisme (zie A) door veranderende hydraulische randvoorwaarden
C	GEO-ECOLOGIE
D	OBJECTEN in de ONDERGROND
	Piping treedt op door aanwezigheid kruisende leiding
	Onvoldoende veiligheid van waterkering door aanwezigheid oude funderingen
E	CONTRACT / PvE
F	KWALITEIT MATERIAAL / MATERIEEL & GEGEVENS
	Ondiepe afschuiving door onvoldoende kwaliteit van het dijkmateriaal
	Vertraging, overlast en hogere kosten doordat onvoldoende klei in uiterwaard aanwezig is
	Kwaliteit van buitenbekleding is onvoldoende door veranderde hydraulische randvoorwaarden
	Te grote kans op erosie van de bekleding door onvoldoende kwaliteit van de grasmatten
	Overlast voor omgeving door aanvoer dijkmateriaal over de weg

Eerste risico-inventarisatie voor dijkontwerp Hondsbroekse Pleij.

Bijlage 11 De gevoeligheidsanalyse

Het is interessant om te kijken wat verschillende invoerparameters voor invloed hebben in een formule ten opzichte van de uitkomst van die formule. Een veel gebruikte methode hiervoor is de "hold-all-but-one-constant" (HABOC) methode. Deze methode is erop gebaseerd dat er voor iedere parameter een meest waarschijnlijke waarde wordt gekozen en een minimale en maximale waarde. Door alle parameters op een constante waarde te houden op één na kan men nagaan wat de parameter voor invloed heeft op de uitkomst van de formule.

De invloed op de uitkomst variabele afhangt af van de interactie en het bereik van de verschillende gebruikte parameters in de formule. Opgemerkt dient te worden dat de HABOC methode in de meeste gevallen een benadering is van de ware invloed die een parameter uitoefent op de uitkomst. Dit heeft te maken met de beperkte variatie die kan worden aangebracht in de invoerparameters. Vaak zijn invoerparameters niet geheel onafhankelijk van elkaar. Bijvoorbeeld grondgewicht en waterspanning, zoals in het hier onder gegeven voorbeeld, staan in relatie tot elkaar. Als men de variatie te groot maakt tussen de verwachtingswaarde en de minimale en maximale waarde zal men vraagtekens moeten zetten bij de uitkomst. Deze methode is dan ook niet geschikt om te gebruiken in formules waarin invoerparameters een grote afhankelijkheid van elkaar kennen. Het is namelijk niet toegestaan om twee invoerparameters gelijk te wijzigen in de berekeningscyclus.

Het tornado diagram

De uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse kunnen worden verwerkt in een tornado diagram. Een tornado diagram is een staafdiagram met de y-as op de plaats van de meest waarschijnlijke uitkomst. De lengte van de staven geven de mate van invloed tussen een gegeven invoer waarde en de berekende uitvoer waarde. Elke parameter heeft zijn eigen uitvoerstaaf. De parameter met de grootste invloed, dus de langste staaf in het diagram, wordt boven aan in het diagram geplaatst. De diagramstaven die rechts van de y-as uitwijken zijn parameters die een positieve invloed hebben op de uitkomstwaarde. De diagramstaven die links van de y-as uitwijken hebben een negatieve invloed op de uitkomstwaarde. [Koller, 1999]

De werking van zowel de HABOC methode als het tornado diagram zal aan de hand van de volgende voorbeelden worden toegelicht:

Bij het boren van een leiding met de HDD methode wordt een boorvloeistof (bentoniet-waterspoeling) gebruikt om de boorgang in stand te houden. Hier voor is een bepaalde druk (p) in de boorgang nodig. Deze druk wordt ook wel muddruk genoemd. Als deze druk te hoog wordt treden er vervormingen in de ondergrond op die niet wenselijk zijn, is de druk te laag zal de boorgang instorten. In dit voorbeeld wordt sondering 4 gebruikt welke is gemaakt voor het aanleggen van een gasleiding bij Workum.

Met de volgende formule wordt de maximaal toelaatbare muddruk berekend, zoals voorgeschreven in de NEN 3650-1:2003:

$$p_{\max} = (p'_f + c \times \cot \varphi) \left((R_0 / R_{p,\max})^2 + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \times \cot \varphi + u$$

waarin:

p_{\max} is de maximaal toelaatbare muddruk, in N/mm^2 ;

p'_f is de effectieve boorvloeistofdruk waarbij de eerste plastische vervorming optreden, in N/mm^2 $p'_f = \sigma'_0 \times (1 + \sin \varphi) + c \times \cos \varphi$ (0,3540);

- σ_0' is de initiële effectieve spanning (terreinspanning), in N/mm^2 $\gamma_{\text{nat}} H - u$ (0,22);
- φ is de hoek van inwendige wrijving, in graden ($37,5^\circ = 0,6545$ rad);
- c is de cohesie, in N/mm^2 (0,001);
- R_0 is de initiële straal van de boorgang, in mm (1200);
- Q is $(\sigma_0' \times \sin \varphi + c \times \cos \varphi) / G$ (0,007);
- G is de glijdingsmodulus, in N/mm^2 $\frac{E}{2(1+\nu)}$ (19,2308);
- $R_{p;\text{max}}$ is de maximaal toelaatbare staal van de plastische zone, in mm (4545,9)
- voor klei of veen geldt $R_{p;\text{max}} = 0,5H$,
- voor zand $R_{p;\text{max}} = \sqrt{\frac{R_0^2}{Q} \times 2\varepsilon_{g \text{ max}}}$ (voor zand $\varepsilon_{g \text{ max}} = 0,05$);
- H is de gronddekking in meters;
- u is de waterspanning in de laag waarin wordt geboord, in N/mm^2 (0,19);
- E is de Elasticiteitsmodulus (50);
- ν is de dwarscontractie (0,3).

De invoerparameters van deze formule worden grotendeels afgeleid van de interpretatie van de sondering. De waarde achter de parameters ingevuld zijn de verwachtingswaarde voor een boorgang in zand (schoon/matig vast) met een dekking (H) van 20 meter. De volgende variabelen zullen worden aangepast E (elasticiteitsmodulus), φ (hoek van inwendige wrijving), c (cohesie), u (waterspanning) en R_0 (initiale straal boorgang). Met de verwachtingswaarde, de meest waarschijnlijke waarde, zal normaal gesproken gerekend worden in de berekening.

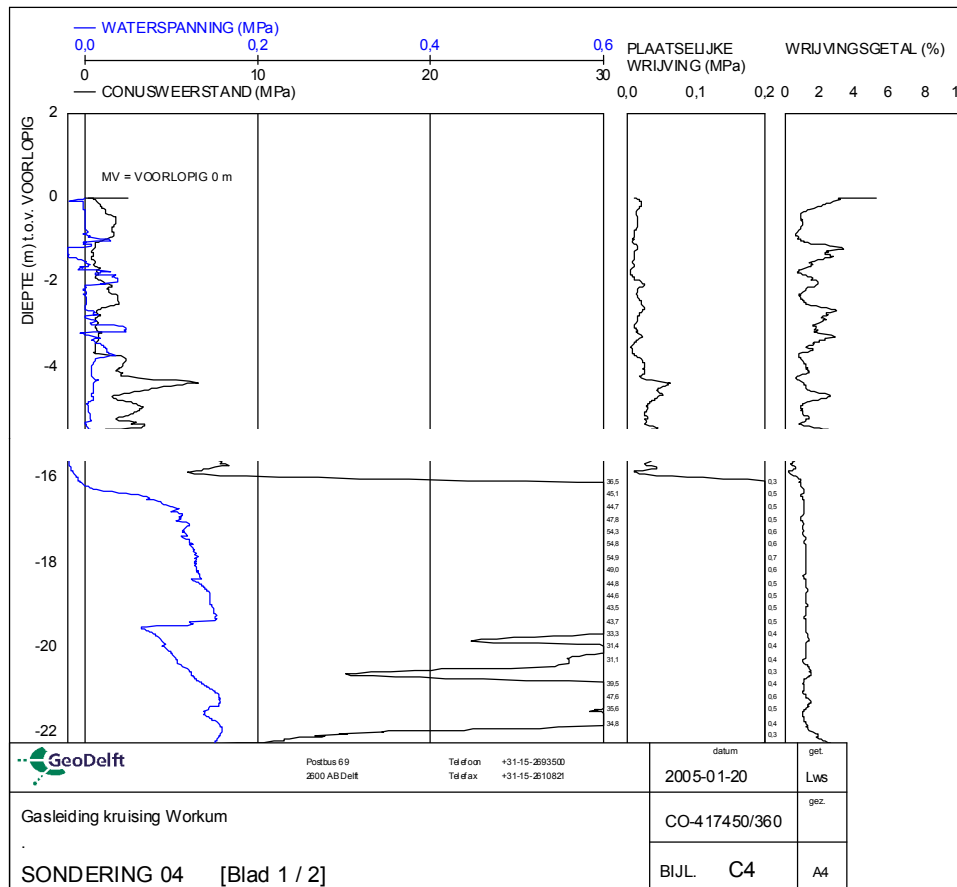
De waarde onder laag en hoog zijn verschillende interpretaties van de sondering. Aan de hand van de conusweerstand en het wrijvingsweerstand die afgelezen kunnen worden van de sondering kan het wrijvingsgetal berekend worden. Met het wrijvingsgetal kan de grondsoort bepaald worden. In de volgende tabel zijn de parameters opgenomen voor de berekening.

Invoergegevens:

Sondering 4 (Sondeerklasse 2)^a			
	Laag	Verwachtingswaarde	Hoog
Conusweerstand (MPa)	30,25	30,00	29,75
Wrijvingsweerstand (MPa)	0,305	0,3	0,295
Wrijvingsgetal (-)	1,01	1,00	0,99
Grondsoort	Zand, zwak siltig, kleilig	Zand, schoon matig vast	Zand, schoon matig vast
E (N/mm^2)	25	50	75
φ ($^\circ$)	40	37,5	35
γ_{nat} (kN/m^3)	20	20,5	21
c (N/mm^2)	0,1	0,1	0,1
u (N/mm^2)	0,200	0,190	0,180

^a Afwijking bij sondeerklasse 2
- conusweerstand 0,25 Mpa of 5%
- plaatselijke wrijvingsweerstand 0,05 Mpa of 15%

R_0 (mm)	1000	1200	1500
------------	------	------	------



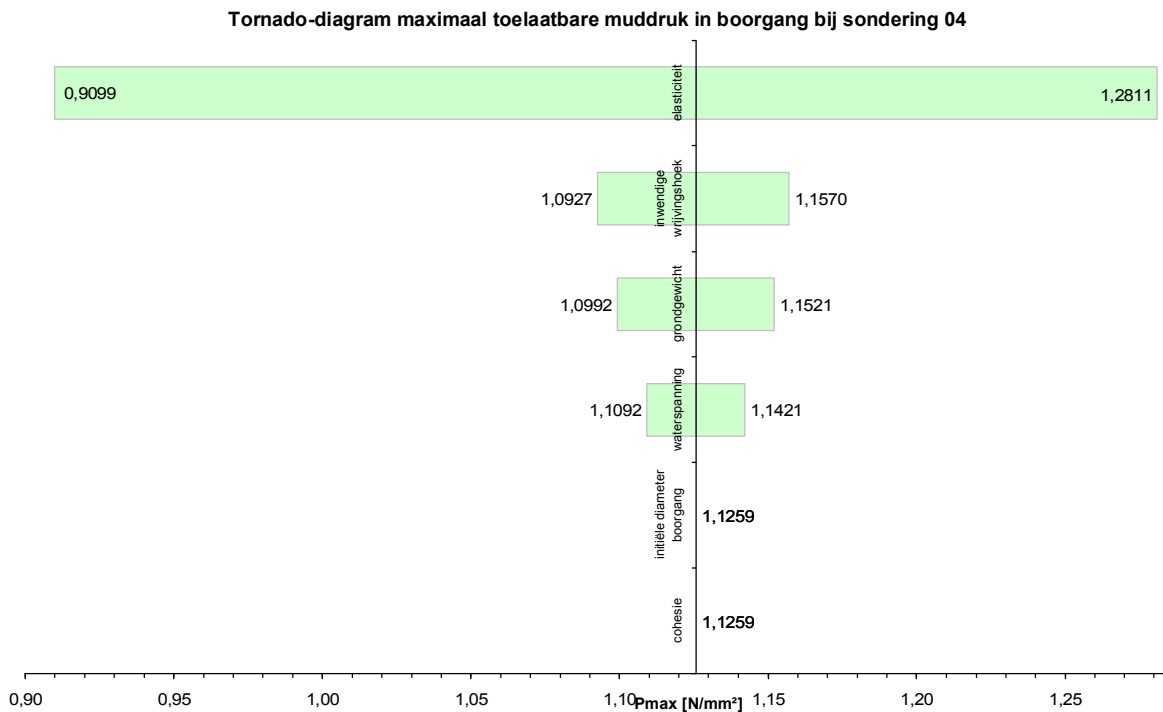
Zoals al eerder is beschreven wordt de formule doorgerekend met één gewijzigde invoerparameter en voor de overige parameters wordt de verwachtingswaarde genomen. In de volgende tabel zijn de uitkomsten van de berekening opgenomen. De kolom *verschil* geeft het verschil weer tussen de minimumwaarde en de maximumwaarde, de kolom *percentage verschil* geeft het percentuele variatie ten opzichte van de verwachtingswaarde weer. De laatste kolom *percentage verschil 10%* representeert de percentuele variatie ten opzichte van de verwachtingswaarde als de minimale en maximale invoerwaarde 10% verschillen ten opzichte van de verwachtingswaarde. Hierbij kan men de "echte" invloed van de parameters in de formule aflezen bij een gelijke afwijking van de minimum en maximum invoerwaarde.

Uitkomst berekening in N/mm^2 :

	Minimaal	Verwachtings- waarde	Maximaal	Verschil	Percentage verschil	Percentage verschil 10%
E	0,9099	1,1259	1,2811	0,3712	33,0%	6,3%
φ	1,0927	1,1259	1,1570	0,0643	5,7%	8,6%
γ_{nat}	1,0992	1,1259	1,1521	0,0529	4,7%	19,3%
u	1,1421	1,1259	1,1092	0,0329	2,9%	5,6%
R_0	1.1259	1,1259	1,1259	-	0%	0% ^b
c	1,1259	1,1259	1,1259	-	0%	0,004%

^b De initiële straal van de boorgang blijkt geen invloed te hebben binnen de formule voor het berekenen van de maximale muddruk in zand.

Hieruit kan het Tornado diagram worden geconstrueerd:

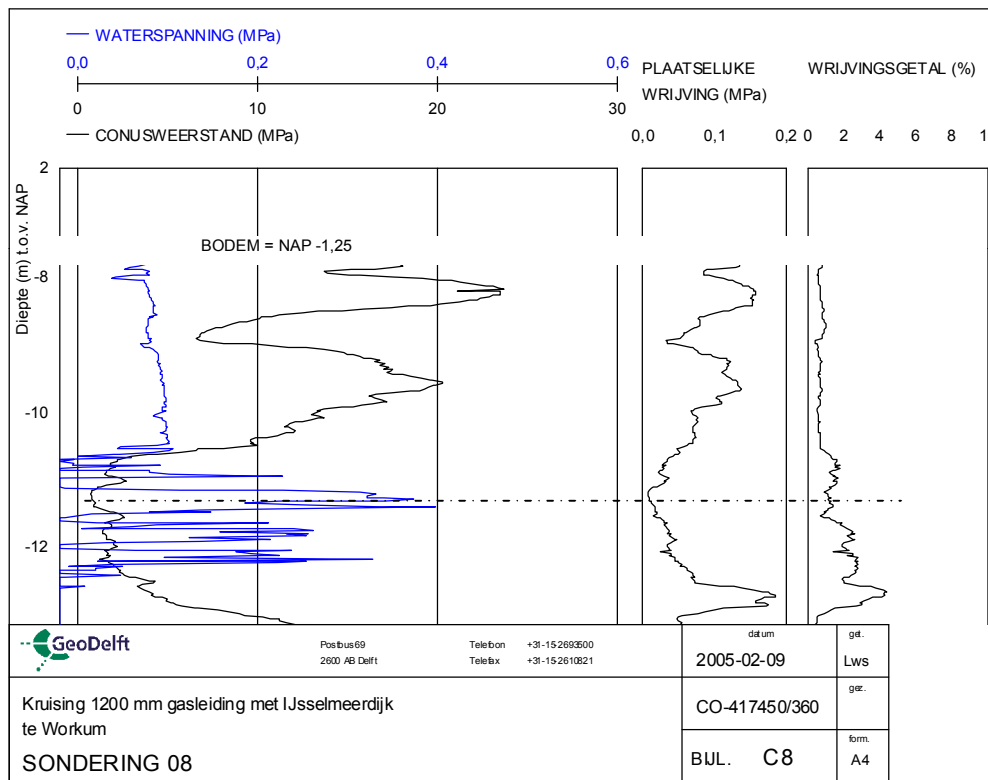


Uit het diagram kan afgeleid worden welke parameter de meeste invloed heeft binnen de formule voor de gegeven variatie in grootte van de parameter. In dit geval is dat de elasticiteitsmodulus van de grond. Als men in staat is om deze parameter beter te bepalen waardoor er een minder grote variëteit in aangebracht hoeft te worden zal de uitkomst van de formule nauwkeuriger zijn en de lengte van de staaf afnemen. Wat op valt is dat de parameter met de meeste invloed bepaald aan de hand van een 10% afwijking van de verwachtingswaarde uiteindelijk weinig invloed heeft op de uitkomst variëteit.

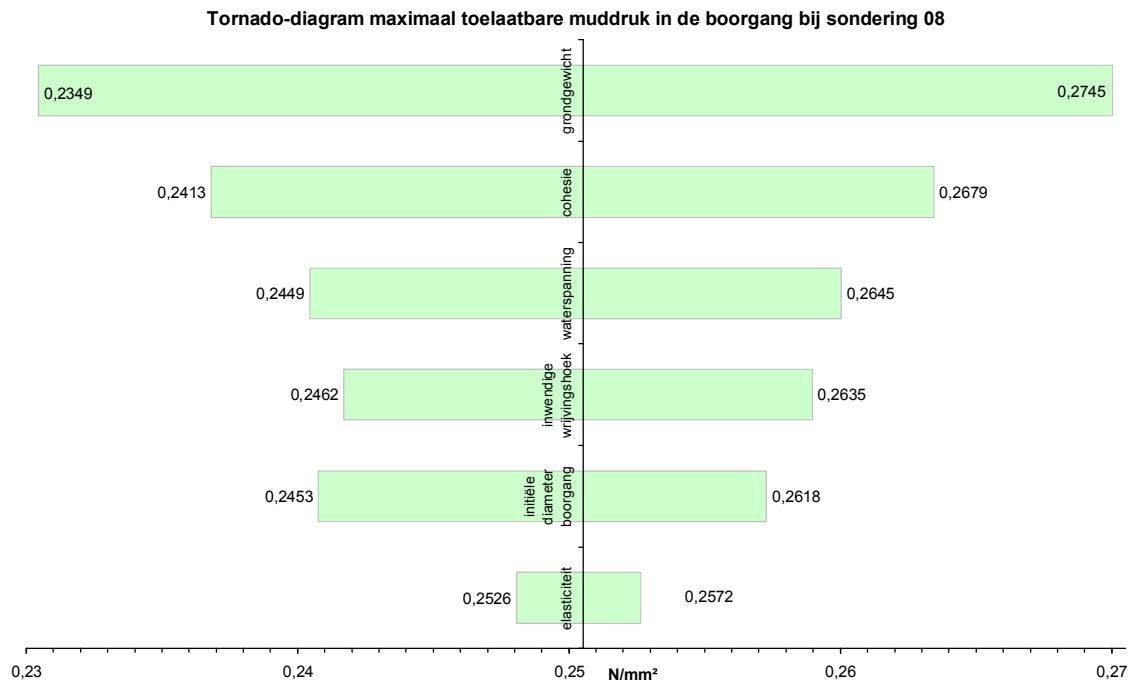
Als men te maken heeft met een andere grondsoort en dus andere parameters en variëteit daarin, zal een ander beeld ontstaan en kunnen andere parameters een grotere invloed hebben. Om dit toe te lichten zal een zelfde diagram gemaakt worden voor sondering 8 waar men te maken heeft met klei als grondsoort. Echter opgemerkt dient te worden dat de formule niet geheel gelijk is aan de formule die wordt gebruikt bij het berekenen van de maximale muddruk in zand, zoals te zien is in de beschrijving van de formule. Dit zal ook effect hebben op de invloed van de invoerparameter zoals te zien is in de laatste kolom van de uitvoer tabel.

Invoergegevens voor sondering 8 met een gronddekking (H) is 10 meter:

Sondering 8 (Sondeerklasse 2^a)			
	Laag	Verwachtings- waarde	Hoog
Conusweerstand (MPa)	2,00	1,75	1,50
Wrijvingsweerstand (MPa)	0,035	0,03	0,025
Wrijvingsgetal (-)	1,75	1,71	1,67
Grondsoort	Klei, schoon, slap	Klei, schoon, matig	Klei, zwak zandig, matig
E (N/mm ²)	1,1	1	0,9
ϕ (°)	17,5	20	22,5
γ_{nat} (kN/m ³)	15	16	17
c (N/mm ²)	0,1	5	10
u (N/mm ²)	0,110	0,100	0,090
R_0 (mm)	1000	1200	1500


 Uitkomst berekening in N/mm²:

	Minimaal	Verwachtings- waarde	Maximaal	Vershil	Percentage verschil	Percentage verschil 10%
γ_{nat}	0,2349	0,2550	0,2745	0,0396	15,5%	24,9%
c	0,2413	0,2550	0,2679	0,0266	10,4%	1,1%
u	0,2645	0,2550	0,2449	0,0196	7,7%	7,7%
φ	0,2462	0,2550	0,2635	0,0173	6,8%	5,4%
R_0	0,2618	0,2550	0,2453	0,0165	6,5%	3,1%
E	0,2526	0,2550	0,2572	0,0046	1,8%	1,8%



Het tornado diagram voor de berekening van de maximale muddruk in klei ziet er anders uit dan het tornado diagram voor de maximale muddruk in zand. Waar bij de elasticiteitsmodules in zand zorgt voor een variatie van 33% zijn er in de berekening voor klei meerdere parameters die van invloed zijn (grondgewicht 15,5% en cohesie 10,4%). De invloed is wel kleiner maar het effect van het beter bepalen van alleen het grondgewicht klei zal de variëteit in uitkomst minder doen afnemen dan het beter bepalen van de elasticiteitsmodules in zand.

Conclusie

De uitkomst van het tornado diagram kan er op wijzen dat één of meer van de meest significante variabelen, welke de meeste invloed hebben op de uitkomst van de formule, parameters zijn waarover weinig of geen controle bestaat. Een voorbeeld hiervan zou kunnen zijn dat de invoerparameters grondgewicht en cohesie bij het bepalen van de maximale muddruk in klei niet nauwkeuriger bepaald kunnen worden. Hieruit kan men concluderen dat er niet of nauwelijks invloed uitgeoefend kan worden op de uitkomstparameter waardoor de variëteit in de uitkomst niet zal afnemen. Blijken parameters met een grote invloed in de formule wel beïnvloedbaar te zijn, kan men overwegen om een kwalitatief betere onderzoeksmethode in te zetten om de parameter met een hogere nauwkeurigheid te bepalen. Dit zal resulteren in een uitkomst met een minder grote variëteit in uitkomst van de formule. Het tornado diagram zal er dan anders uit gaan zien.

Als de variatie in uitkomsten dichtbij elkaar liggen kan de conclusie getrokken worden dat het relatief veel inspanning zal vergen om de uitkomst variëteit terug te dringen, immers er zullen meerdere parameters beter bepaald moeten worden. Men moet zich in zulke gevallen afvragen of de kosten opwegen tegen de baten. Blijken een beperkt aantal parameters van grote invloed te zijn dan is het te verwachten dat de kosten baten verhouding gunstiger zal zijn.

Bijlage 12 Enquête

Uitslag enquête

Geef bij de onderstaande stellingen aan in hoeverre jij het er mee eens bent, op een schaal van 'volledig mee oneens' tot 'volledig mee eens'.

	Volledig mee oneens	Mee oneens	Gedeeltelijk mee oneens	Niet mee oneens / niet mee eens	Gedeeltelijk mee eens	Mee eens	Volledig mee eens
Het toepassen van GeoQ is nuttig bij alle projecten	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	2	1	1
De GeoQ-methode is goed toepasbaar bij de huidige projecten van GD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	2
Alle stappen in het GeoQ proces zijn nuttig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	3	<input type="checkbox"/>
Het aantal beschikbare tools ter ondersteuning van het proces is voldoende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	2	1	<input type="checkbox"/>
Het toepassen van GeoQ vergt meer doorloop tijd in projecten ten opzichte van de doorlooptijd in reguliere projecten	1	3	<input type="checkbox"/>	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GeoQ is klaar om ingezet te worden	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	1	2	1

Respons aantal: 6

Datum: 20 september 2006