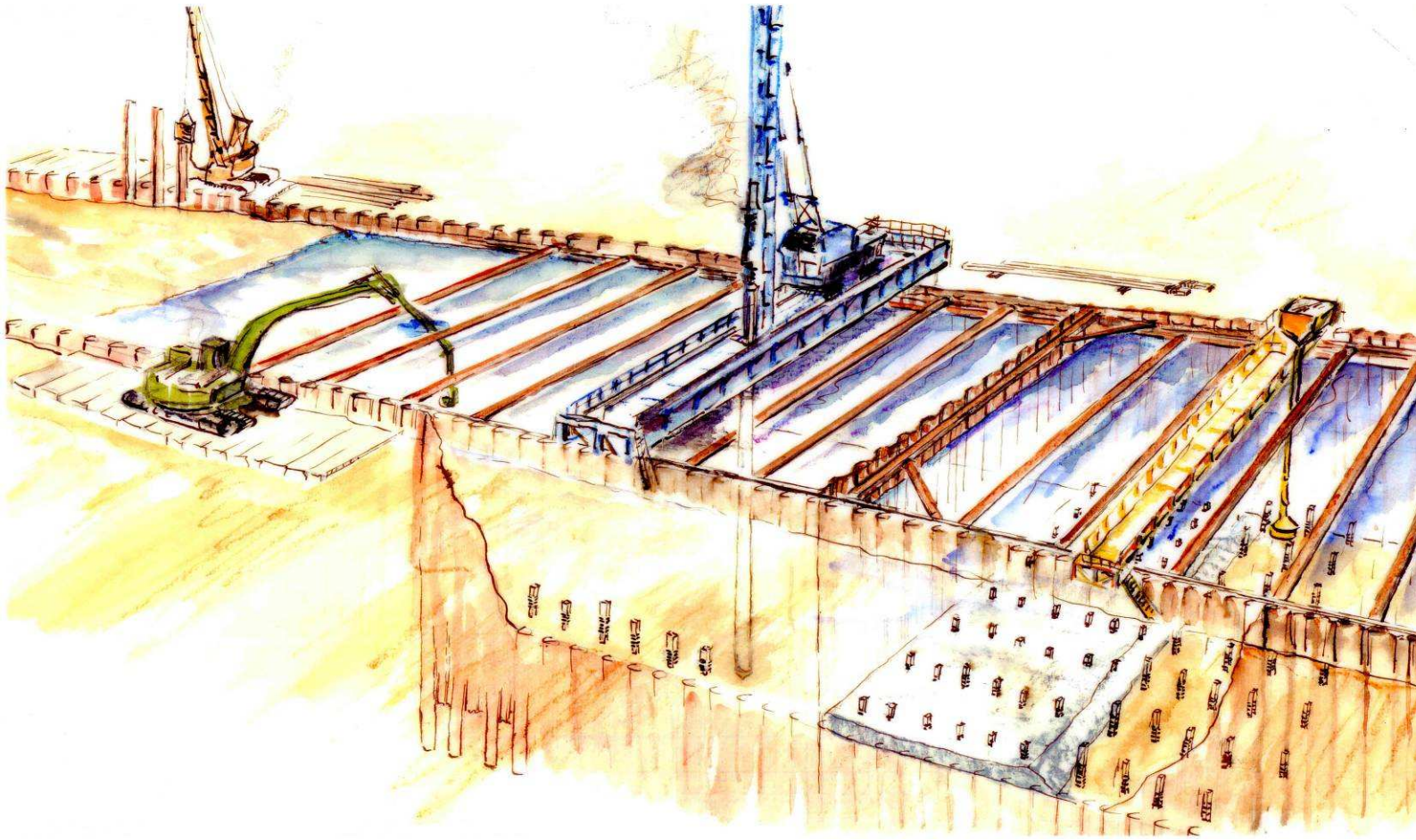
Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

FUGRO

AFSTUDEERRAPPORT

RISICO'S BIJ DE BOUW- EN GEBRUIKSFASE VAN BOUWPUTTEN IN BEBOUWD GEBIED

Een beslissingsondersteunend model voor de ontwikkelingsfase van bouwputprojecten



JURJEN WESTRA

FEBRUARI 2008

RISICO'S BIJ DE BOUW- EN GEBRUIKSFASE VAN BOUWPUTTEN IN BEBOUWD GEBIED

Een beslissingsondersteunend model voor de ontwikkelingsfase van bouwputprojecten

Afstudeeronderzoek

Ter completering van de studie Civiele Techniek & Management
aan de Universiteit Twente te Enschede

JURJEN WESTRA

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

Interne begeleiders: Dr. S.H.S. Al-jibouri
Dr. ir. U.F.A. Karim

Fugro Ingenieursbureau B.V.
Veurse Achterweg 10
2260 AB Leidschendam
www.fugro-nederland.nl

Externe begeleiders: Ir. A.J. van Seters
Ir. F.J.M. Hoefsloot

Auteur
Ing. J.Westra
Bleijenburg 16A
2511 VD 's-Gravenhage
j.westra@student.utwente.nl / j.westra@fugro.nl

Titel Definitieve eindrapportage
Datum Februari 2008
Versie 2.0

VOORWOORD

Voor u ligt het rapport dat is opgesteld in het kader van het afstudeeronderzoek ter afronding van mijn studie aan de Universiteit Twente. Dit onderzoek is uitgevoerd bij Fugro Ingenieursbureau te Leidschendam.

Het onderwerp *Risico's bij de bouw- en gebruiksfase van bouwputten in bebouwd gebied* bleek een enorm veelomvattend onderwerp en vooral in het begin heb ik veel moeilijkheden ondervonden om hier enige structuur in aan te brengen. Er is sprake van een grote hoeveelheid risico's, die allemaal afhankelijk zijn van weer een groot aantal factoren. Het bleek niet mogelijk te zijn om binnen mijn afstudeerperiode een methode te vinden om alle risico's te analyseren. Na een afbakening werd alles beter behapbaar en kwam er langzaam structuur in. Met deze studie hoop ik een bijdrage te kunnen leveren in het overzichtelijker maken van de risico's bij de constructie van een bouwput in bebouwd gebied en het verbeteren van het proces van risicoafweging binnen Fugro.

Voor realisatie van dit onderzoek wil ik Fugro Ingenieursbureau bedanken voor het verschaffen van een werkplek, informatie en steun. Bij Fugro ben ik begeleid door Adriaan van Seters en Flip Hoefsloot, die ik hiervoor graag wil bedanken. Ook alle overige medewerkers van Fugro die ik altijd vragen kon stellen wil ik bedanken. Daarnaast wil ik Saad Al-jibouri en Sam Karim bedanken voor de ondersteuning die ik van hen heb gekregen vanuit de Universiteit Twente.

Jurjen Westra

SAMENVATTING

Bij het realiseren van bouwputten in bebouwd gebied zijn de risico's groot, met name de kans op schade aan gebouwen. Bij het ontwerp van een bouwput moet met deze risico's rekening worden gehouden. Elke adviseur heeft hier vaak zijn eigen aanpak voor, die gebaseerd is op zijn kennis en opgedane ervaring. Er is echter geen gestructureerde aanpak voor deze risicobenadering. Bovendien is er behoefte om in een vroeg stadium van de ontwikkeling van de bouwput de risico's in kaart te brengen.

De doelstelling van dit onderzoek daarom luidt:
Het structureren van het proces van risicoafweging bij het ontwikkelen van bouwputten in bebouwd gebied, door de verschillende soorten risico's voor de omgeving die bij de aanleg van een bouwput een rol spelen te identificeren en te classificeren en vervolgens een globaal model te ontwikkelen waarmee de risico's per specifiek bouwputproject ingeschat kunnen worden.

In het onderzoek is eerst een literatuurstudie gedaan naar de verschillende methodes om risico's te analyseren en om bouwputten te realiseren. Vervolgens is er, aan de hand van gesprekken met diverse betrokken partijen, een programma van eisen opgesteld. Hierin staat vermeld waar een risicoafweging-model voor dit probleem aan moet voldoen. Met behulp van dit programma van eisen is er besloten om de risicoanalyse in twee delen op te splitsen. Om de risico's kwalitatief te analyseren is er gekozen voor een foutenboom. Hiermee zijn de ongewenste gebeurtenissen die leiden tot schade aan bebouwing geïdentificeerd. Deze zijn in te delen in twee groepen, namelijk schade door trillingen en schade door vervorming van de grond. Twee van de meest voorkomende ongewenste gebeurtenissen, 'schade door trillingen bij de bouw van de bouwput' en 'schade door grondwaterstandsverlaging buiten de bouwput door bemaling' zijn vervolgens gekwantificeerd met behulp van een Bayesiaans Netwerk. Met een Bayesiaans Netwerk kan de kans van een bepaalde toestand berekend worden op basis van projectspecifieke gegevens (bewijzen). Op die manier kan het netwerk in elke specifieke situatie worden gebruikt, aangezien de locale omstandigheden (op de projectlocatie) als 'bewijs' ingevoerd kunnen worden, waarna het netwerk opnieuw wordt doorgerekend. Om de ongewenste gebeurtenissen met een Bayesiaans Netwerk te modelleren zijn er aannames gemaakt om de werkelijke situatie te vereenvoudigen.
Met een testcase is er tenslotte gekeken naar hoe de modellen reageren op een bepaalde invoer, afkomstig van een project. Om de gevoeligheid van verschillende interessante factoren te testen, is er met behulp van een gevoeligheidsanalyse onderzocht wat de invloed is van diverse factoren op het eindresultaat. Uit de testcase blijkt dat de modellen correct werken, maar dat de voorspellingen van schade aan de hoge kant zijn. Om het model nauwkeuriger te maken wordt aanbevolen om het aantal toestanden dat een knoop in het netwerk bevat uit te breiden.

De belangrijkste conclusies van het onderzoek zijn de volgende:
- Een Bayesiaans Netwerk is een geschikte manier om risico's te kwantificeren.
- Met behulp van aannames wordt de werkelijke situatie vereenvoudigd. Deze aannames vormen een beperking op de bruikbaarheid van het model en maken het model minder nauwkeurig. Het model kan daarom enkel dienen als een eerste indicatie van het optreden van schade.
- De kracht van het model ligt in het bewuster maken van geotechnische adviseurs op de gevolgen van de ontwikkeling van een bouwput in bebouwd gebied.
- Met het model is een eerste aanzet gemaakt om de manier van denken in risico's te verbeteren en deze risico's in een vroegtijdig stadium bij de ontwikkeling van een bouwput te betrekken.

De belangrijkste aanbeveling is:
- Voor dit onderzoek is gekeken naar de risicobronnen trillingen en grondwater. De overige risicobronnen in de omgeving, namelijk verplaatsingen en geluid, kunnen ook op de manier die beschreven is in dit rapport worden omgezet in Bayesiaanse Netwerken. Op deze manier kan er een volledig overzicht worden gekregen van de grootte van het risico bij de aanleg van een bouwput in bebouwd gebied.

SUMMARY

When constructing a building pit in a city area large risks may occur, especially possible damage of the surrounding structures. These risks should be taken into account when designing a building pit. Each adviser often has his own approach, which is based on his knowledge and experience throughout the years. However there is no structured procedure for this risk evaluation. Furthermore, there is a need to evaluate the risks in the early stage of the development of a building pit.

Therefore the objective of this research is:
Structuring the process of risk evaluation when developing a building pit in a city area, by identifying and classifying the various sorts of risks for the environment during construction of a building pit and subsequently developing a simplified model for risk assessment in each specific building pit project.

The first step in this research was a literature study to learn about the various methods for risk analysis and building pit construction. Thereafter, a list of demands for the risk assessment model was formulated, which is the result of conversations with various involved parties. Based on this list the decision was made to split the risk analysis phase into two parts. As a qualitative risk analysis method a fault tree was used. With this fault tree the unwanted events, leading to damage to buildings have been identified. These can be divided into two groups, that is damage caused by vibrations and damage caused by the deformation of the underground. Subsequently two of the most occurring unwanted events, 'damage caused by vibrations during the construction of the building pit' and 'damage caused by the lowering of the groundwater level outside the building pit caused by drainage' have been quantified using a Bayesian Belief Network. With a Bayesian Belief Network the probability that a certain situation will occur can be calculated on the basis of project specific input ('evidence'). This way the model can be used in each specific situation, since the local circumstances (at the project's location) can be put in as 'evidence', after which the model can be calculated again. To model the unwanted events with a Bayesian Belief Network assumptions have to be made to simplify the actual situation.
Finally the model's performance in a real project, is examined. To test the sensitivity of different parameters, a sensitivity analysis was performed to see what the influence of various factors is on the end result. From the results of the test case it appears that the models work correctly, but that the damage predictions are on the high side. To make the model more accurate, it is recommended that the number of conditions of a node in a Bayesian Belief Network should be expanded.

The main conclusions form the research are the following:
- A Bayesian Belief Network is an appropriate way to quantify risks.
- The actual situation was simplified using assumptions. These assumptions form a limitation of the usability of the model and make the model less accurate. Therefore the model can only serve as a first indication of the occurrence of damage, as was formulated in the objective.
- The strength of the model lies in its ability to make geotechnical engineers more aware of the consequences of the construction of a building pit in city area.
- With the model a first initiative is made to improve the way of thinking about risks and involving these risks in an early stage of the development of a building pit.

The most important recommendation is:
- In this research the risk sources vibrations and groundwater are examined. The remaining risk sources in the environment, i.e. deformations and noise, can also be modelled with Bayesians Belief Networks, in the same way as described in this thesis. In this way an overall picture can be acquired of the size of risk when constructing a building pit in a city area.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 9

1.1 ALGEMEEN 9
1.2 CONTEXT 10
1.3 LEESWIJZER 10

2 ONDERZOEKSOPZET 11

2.1 BESCHRIJVING VAN HET PROBLEEM 11
2.2 DOELSTELLING 13
2.3 AFBAKENING 13
2.4 ONDERZOEKSMODEL 14
2.5 VRAAGSTELLING 16
2.7 BEGRIPSBEPALING 17
2.8 ONDERZOEKSMATERIAAL 18
2.9 ONDERZOEKSSTRATEGIE 18

3 THEORETISCH KADER RISICOMANAGEMENT 19

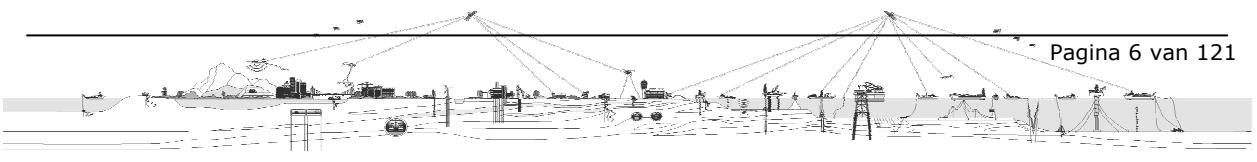
3.1 HET BEGRIP RISICO 19
3.2 RISICOMANAGEMENT 20
3.3 HET PROCES VAN RISICOMANAGEMENT 21
3.4 RISICOANALYSE 22
3.4.1 Kwalitatieve analyse 23
3.4.2 Semi-kwantitatieve analyse 24
3.4.3 Kwantitatieve analyse 25

4 THEORIE UITVOERINGSMETHODE BOUWPUTTEN EN OMGEVINGSHINDER 27

4.1 INLEIDING 27
4.2 AFBAKENING ONDERZOEK 28
4.3 BOUWPUTONDERDEEL: VERTICALE BEGRENZING 30
4.3.1 Stalen damwand 30
4.3.2 Combiwand 32
4.3.3 Diepwand 33
4.3.4 Boorpalenwand 33
4.3.5 Verankering 34
4.3.6 Stempelraam 35
4.4 BOUWPUTONDERDEEL: BOUWPUTBODEM 35
4.4.1 Freatische bemaling 36
4.4.2 Spanningsbemaling 36
4.4.3 Natuurlijke bodemafsluiting 37
4.4.4 Onderwaterbetonvloer 37
4.5 BOUWPUTONDERDEEL: PAALFUNDERING CONSTRUCTIE 38
4.5.1 Grondverdringend 38
4.5.2 Beperkt grondverdringend 38
4.5.3 Grondverwijderend 39

5 METHODE VAN RISICOANALYSE 40

5.1 RISICO-IDENTIFICATIE 40
5.2 RISICOCLASSIFICATIE 41
5.2.1 Programma van eisen 41
5.2.2 Keuze methode van risicoanalyse 42
5.3 ONTWIKKELEN RISICOMODEL 46



6 IDENTIFICATIE ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN 47

6.1 TRILLINGEN BIJ BOUW BOUWPUT 47
6.2 EFFECT VAN VERVORMING VAN DE GROND BIJ FUNDERING OP STAAL 47
6.2.1 Zakking maaiveld 48
6.2.2 Zwellen grond in bouwput 52
6.3 EFFECT VAN VERVORMING VAN DE GROND BIJ FUNDERING OP PALEN 52
6.3.1 Afname draagkracht paalfundering 52
6.3.2 Horizontale gronddruk op paalfundering 53
6.4 SELECTIE ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN 53

7 SCHADEMECHANISMEN 54

7.1 ALGEMEEN 54
7.2 TRILLINGEN 54
7.3 VERVORMINGEN 59
7.3.1 Verdichting door trillingen 60
7.3.2 Grondwaterstandverlaging 62

8 MODELLERING MET BAYESIAANSE NETWERKEN 66

8.1 THEORETISCHE ACHTERGROND BAYESIAANS NETWERK 66
8.2 INVULLEN CONDITIONELE KANSTABELLEN 70
8.3 UITWERKING BAYESIAANSE NETWERKEN, ALGEMEEN 73
8.4 SCHADE AAN BELENDINGEN DOOR BEMALING GRONDWATER 73
8.4.1 Kwalitatieve analyse schade door bemaling 74
8.4.2 Totstandkoming BN Schade door bemaling 76
8.4.3 Bayesiaans Netwerk; Schade door bemaling 78
8.4.4 Aannames (beperkingen van het model) 80
8.5 SCHADE AAN BELENDINGEN DOOR INSTALLATIE DAMWAND 81
8.5.1 Kwalitatieve analyse schade door trillingen 82
8.5.2 Totstandkoming BN Schade door trillingen 85
8.5.3 Bayesiaans Netwerk; Schade door trillingen 87
8.5.4 Aannames model (beperkingen van het model) 90

9 TESTCASE EN GEVOELIGHEIDSANALYSE 92

9.1 ALGEMEEN 92
9.2 UITWERKING TESTCASE TRILLINGEN ZAANDAM 92
9.2.1 Inleiding 92
9.2.2 Invoer model 94
9.2.3 Analyse voorspellingen model 97
9.2.4 Risicorespons 101
9.2.5 Gevoeligheidsanalyse 101
9.2.6 Conclusie trillingen 104
9.3 UITWERKING TESTCASE BEMALING ZAANDAM 105
9.3.1 Inleiding 105
9.3.2 Invoer model 105
9.3.3 Analyse voorspellingen model 108
9.3.4 Risicorespons 108
9.3.5 Gevoeligheidsanalyse 109
9.3.6 Conclusie 111

10 DISCUSSIE 112

10.1 ALGEMEEN 112

10.2 DISCUSSIE MODELBOUW 112
10.3 DISCUSSIE GEVOELIGHEIDSANALYSE 113

11 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN 114

11.1 CONCLUSIES 114
11.2 AANBEVELINGEN 115

LITERATUURLIJST 117

SYMBOLENLIJST 120

BIJLAGE 1 FOUTENBOOM ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN 2

BIJLAGE 2 HANDBEREKENING BAYESIAANS NETWERK 3

BIJLAGE 3 KARAKTERISTIEKE GRONDPROFIELEN T.B.V. BEPALING ZETTING 5

BIJLAGE 4 VOORBEELDBEREKENING ZETTING GROND 10

BIJLAGE 5 TOTSTANDKOMING KANSTABELLEN 15

BIJLAGE 6 KARAKTERISTIEKE PROFIELEN T.B.V. BEPALING BRONSTERKTE 70

BIJLAGE 7 MAATGEVENDE SONDERING CASE ZAANDAM 72

1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt er een korte inleiding in het onderzoeksontwerp gegeven, vervolgens wordt de reden van dit onderzoek kort toegelicht en tot slot wordt er een leeswijzer voor het rapport gegeven.

1.1 ALGEMEEN

Om de ondergrondse delen van een bouwwerk uit te kunnen uitvoeren moet er een afgraving gerealiseerd worden, een bouwput. Elke Nederlander kan wel een voorbeeld van een bouwput geven in zijn omgeving. In het dichtbevolkte Nederland moet vaak als er een nieuw bouwwerk gerealiseerd wordt, een bouwput worden aangelegd in de nabijheid van bestaande bebouwing. Op het moment van spreken (juni 2007) lijkt het op sommige plaatsen alsof Nederland één grote bouwput is. Er zijn talloze voorbeelden op te noemen van projecten die zich in de binnenstad afspelen, onder andere de aanleg van de Noord/Zuidlijn in Amsterdam, de RandstadRail tussen Den Haag en Rotterdam en het inmiddels afgeronde project, het Souterrain (de tramtunnel) in Den Haag. Bij deze risicovolle projecten wil het nog wel eens voorkomen dat er problemen optreden bij de realisatie van zo'n afgraving. Dergelijke problemen leiden tot budgetoverschrijdingen en vertraging van de oplevering. Doordat deze projecten vaak in de belangstelling staan en er vele personen en instanties bij betrokken zijn, worden deze problemen vaak breed uitgemeten in de media. Eén van de bekendste voorbeelden hiervan is de lekkage van de Haagse tramtunnel.

Uit onderzoek is gebleken dat falen binnen de bouwsector voor een groot deel toe te schrijven is aan de factor grond [Clayton, 2001]. Grond en grondwater zijn dominante risicofactoren binnen een bouwproject. Waarom zijn grond gerelateerde risico's zo groot en waarom gaan er dingen fout? De hoofdreden hiervoor is dat de condities van de grond en het grondwater op een (bouw-)locatie van te voren al vast liggen en voor een groot deel buiten onze controle liggen. Bij het bovengrondse gedeelte van de bouw en de bouwmaterialen die hier gebruikt worden is de staat waarin deze zich bevinden nauwkeurig vast te stellen en te beheersen. Dit is echter niet zo eenvoudig bij het ondergrondse gedeelte. Grond- en grondwatercondities zijn sterk variërend, van plaats tot plaats en in de diepte [Clayton, 2001]. Dit maakt de conditie van de ondergrond op een locatie moeilijk voorspelbaar.
En alhoewel grondmechanica een steeds beter ontwikkelde wetenschap is, blijft er toch altijd nog een factor van onnauwkeurigheid binnen geotechnische berekeningen. De reden waarom problemen in de grond zover door werken is, omdat werk in de grond vroeg in het project wordt uitgevoerd en problemen in deze fase de bouw ernstig kunnen vertragen en de volgende fases beïnvloedt.

Om de risico's uit de ondergrond te beheersen, is er de afgelopen jaren een toenemende belangstelling voor risicomanagement in de geotechnische sector. Dit is van groot belang, omdat de ondergrond een grote rol speelt in de eerste fasen van een project. Hier is de onzekerheid het grootst en hebben de beslissingen die genomen worden veel invloed op het uiteindelijke resultaat. De implementatie van risicomanagement in de geotechniek is echter nog lang niet ten einde. Bij het ontwerp van constructies in of op de ondergrond (hier in het specifiek bouwputten bedoeld) is er geen eenduidige aanpak van geotechnische risico's. Elke adviseur heeft door zijn opgedane ervaring wel kennis hierover maar deze is niet geordend. De kennis is nergens gestructureerd opgeschreven en is verspreid over de sector en ook binnen bedrijven zelf.

1.2 CONTEXT

Om deze reden wil Fugro Ingenieursbureau meer weten over het inzichtelijk maken van geotechnische risico's. Dit onderzoek zal een bijdrage leveren aan het overzichtelijk maken van de risico's bij de uitvoering en instandhouding van een bouwput. Waarom bouwputten? Dit zijn moeilijke multidisciplinaire constructies, waarbij meerdere aspecten van belang zijn.

1.3 LEESWIJZER

Het rapport is als volgt opgesteld:

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksopzet weergegeven. Deze bevat onder andere een analyse van het probleem, de doelstelling van het onderzoek, het onderzoeksmodel met hieraan gekoppeld de vraagstelling.
Hoofdstuk 3 bevat de theoretische basis van het onderzoek. Hierin wordt nader toegelicht wat wordt verstaan onder risico in dit onderzoek, wat het nut is van risicomanagement in de ontwikkelingsfase van een bouw(put)project. In het bijzonder wordt er gefocust op de methodes die er zijn om risico te analyseren.
In hoofdstuk 4 wordt er nader ingegaan op de constructie van een bouwput en de verschillende onderdelen die er zijn. Per onderdeel worden er verschillende methodes toegelicht om dit onderdeel te construeren. Hierbij wordt uitgelegd hoe de uitvoering verloopt en welke kenmerken een methode heeft. Er wordt vooral gelet op wat de invloed is van een bouwmethode op schade aan belendingen in de omgeving.
In het daaropvolgende hoofdstuk 5, wordt er ingegaan op de keuze voor de methode van risicoanalyse en wordt er toegelicht waarom deze keuze is gemaakt. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt in een kwalitatieve en een kwantitatieve analyse van de risico's.
In hoofdstuk 6, worden de ongewenste gebeurtenissen gekwalificeerd met behulp van een foutenboom. Uit deze gebeurtenissen wordt een keuze gemaakt welke gebeurtenissen verder gemodelleerd worden.
In hoofdstuk 7 wordt er dieper ingegaan op de twee ongewenste gebeurtenissen die geselecteerd zijn om zo een dieper inzicht in het ontstaan van deze schademechanismen te krijgen.
In hoofdstuk 8 zal toegelicht worden hoe de modellen zijn opgebouwd en welke aannames er zijn gedaan om dit te realiseren.
In hoofdstuk 9 wordt er toegelicht hoe de testcase en de gevoeligheidsanalyse zijn uitgevoerd. Hiermee wordt gekeken hoe het model functioneert en of dit wel correct is.
Aan de hand van deze toetsing, staat in hoofdstuk 10, de resultaten en mogelijkheden van het model ter discussie.
Het laatste hoofdstuk, 11, zal bestaan uit een evaluatie van het model met de hierbij behorende conclusies. Ook zullen er aanbevelingen worden gedaan voor verder onderzoek naar de risico's bij bouwputten.

2 ONDERZOEKSOPZET

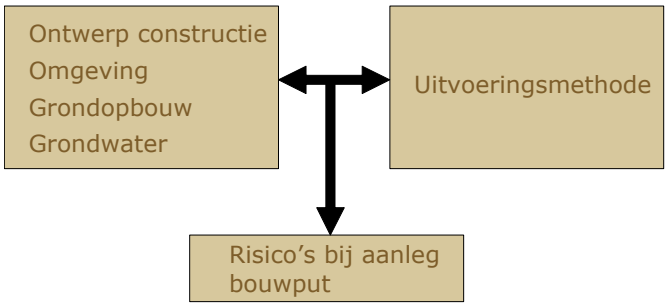
De vorm van de onderzoeksopzet is zoals deze in 'Het ontwerpen van onderzoek' [Doorewaard et al, 2000] is behandeld. Hiervoor is gekozen omdat het overzichtelijk is en alle belangrijke aspecten voor een opzet bevat. De basisvragen van een onderzoek [Blockley en Godfrey, 2000]; wat, waarom, wanneer, hoe, waar en wie zijn hier in verweven. Door het beantwoorden van deze vragen wordt het onderzoek in de beginfase al van meerdere kanten bekeken en de kans verkleind dat belangrijke aspecten niet meegenomen worden.

In dit hoofdstuk wordt er eerst ingegaan op het projectkader, hier wordt een korte probleemschets gegeven waaruit de doelstelling geformuleerd wordt en waar het project wordt afgebakend. Daarna wordt een schematische weergave van het doel van het onderzoek en de globale stappen die gezet moeten worden om dit doel te bereiken, het onderzoeksmodel, weergegeven. Op basis van het onderzoeksmodel wordt vervolgens de vraagstelling opgesteld en worden de begrippen in de hoofdvraag verduidelijkt. Hierna wordt het onderzoeksmateriaal en de onderzoeksstrategie gegeven welke nodig zijn om de vraagstelling te kunnen beantwoorden. Ten slotte wordt de tijdsplanning gegeven.

2.1 BESCHRIJVING VAN HET PROBLEEM

In de ontwikkelingsfase van een bouwproject heeft een opdrachtgever een locatie op het oog waar een bouwwerk gerealiseerd moet worden. Op de betreffende locatie moet een bouwput worden gerealiseerd om de ondergrondse delen van het bouwwerk te construeren. De opdrachtgever (projectinitiator) gaat met het initiatief naar een adviesbureau en deze gaat met behulp van de projectinformatie kijken naar de mogelijke bouwput ontwerpopties. In deze fase worden verschillende opties tegen elkaar afgewogen. Het verdere verloop van het project is voor een groot deel afhankelijk van de afwegingen die in deze eerste fasen worden gemaakt.

Elke bouwlocatie neemt zijn eigen risico's mee en de keuze voor een bouwputtype (bijvoorbeeld een bouwput begrensd door damwanden en bemaling om de bouwput droog te maken) is afhankelijk van de mogelijkheden en restricties die een locatie biedt.



Figuur 2.1. Factoren die tezamen de risico's bij de aanleg van een bouwput bepalen.

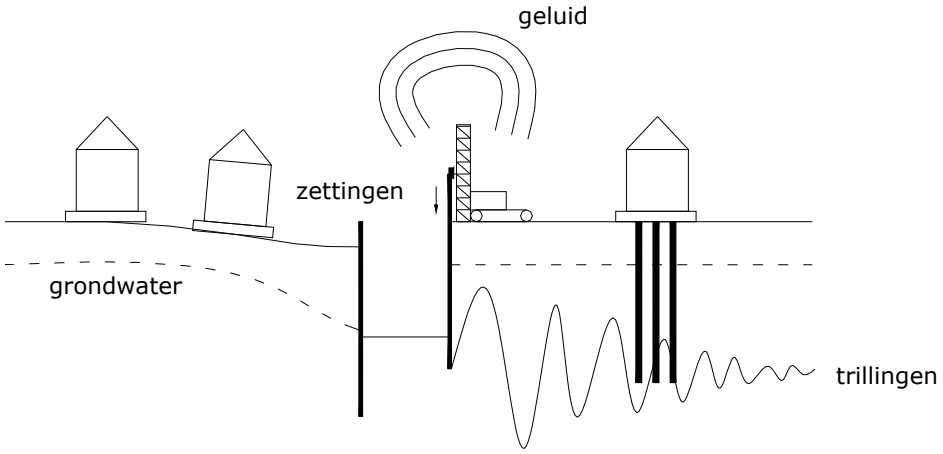
Hieronder wordt in het kort toegelicht welke risico's er zijn tijdens de aanleg van een bouwput.

Bij het aanleggen van een bouwput zijn er drie elementen waar risico's een rol spelen: het bouwputelement, de bouwput en de omgeving.

Bouwputelement
Een bouwput bestaat uit verschillende elementen die er tezamen voor zorgen dat het ondergrondse deel van de constructie kan worden aangelegd. Tijdens de bouw- en gebruiksfase van deze elementen kan schade optreden door een combinatie van factoren. Een voorbeeld hiervan is uit het slot lopen van een damwand als gevolg van obstakels in de grond.

Bouwput
Als de elementen éénmaal zijn geïnstalleerd en de bouwput in gebruik is genomen kan er schade optreden door het falen van één of meerdere van de bouwputelementen (bijvoorbeeld als gevolg van een ontwerpfout of bouwactiviteiten). Het gevolg hiervan zijn overschrijdingen van bouwtijd en kosten. Een voorbeeld hiervan is lekkage door de wand als gevolg van het niet aansluiten van de wandelementen.

Omgeving
Door de aanleg van een bouwput wordt de omgeving beïnvloedt. Als er bebouwing en/of infrastructuur (kabels, leidingen, wegen etc.) in de nabijheid staan kan door de beïnvloeding van de omgeving schade ontstaan. De ongewenste gebeurtenissen in de omgeving worden veroorzaakt door vier bronnen, namelijk trillingen, zettingen, grondwater en geluid.



Figuur 2.2. Risicobronnen omgeving.

Adviseurs gaan met behulp van deze kennis vervolgens bekijken hoe het bouwputontwerp er uit moet zien en of het überhaupt wel mogelijk is het gewilde bouwwerk te realiseren op deze locatie. Bij de aanvang is er onduidelijkheid waar de projectspecifieke risico's liggen. Om de opdrachtgever duidelijk te maken waar deze liggen en een deugdelijk advies te geven zal dit onderzocht moeten worden. Op basis van deze risico's kan vervolgens een type bouwput worden vastgesteld.
Bij het ontwerp moet er dus door de adviseurs rekening gehouden worden met een groot aantal onzekerheden en in het specifiek de risico's die de bouwputlocatie met zich meeneemt. Elke adviseur heeft hier zijn eigen aanpak voor. Deze aanpak is gebaseerd op zijn kennis en opgedane ervaring. Er is echter geen gestructureerde aanpak voor deze risicobenadering.
Vooral bij locaties in bebouwd gebied zijn er aanzienlijke risico's, met name het risico op schade aan belendingen. Dit betekent dat adviseurs beginnen met een voorontwerp voor de bouwput zonder voldoende te weten waar de aandachtsgebieden liggen.

Aangezien veel bouwputlocaties binnen bebouwd gebied liggen, en dit in de toekomst alleen maar zal toenemen vanwege de toename van bebouwd gebied in Nederland, betekent dit dat er een kans bestaat dat het ontwerp niet aansluit op de specifieke bouwputlocatie met alle gevolgen van dien.

Doordat er geen eenduidige aanpak is, is er variatie in de uitgebrachte adviezen. De afweging van het toe te passen bouwputtype moet plaatsvinden met al de beslissers en dit moet dus helder worden gecommuniceerd.

Figuur 2.3. Voorbeeld bouwputten in bebouwd gebied.

2.2 DOELSTELLING

Het doel van het afstudeerproject is het structureren van het proces van risicoafweging bij het ontwikkelen van bouwputten in bebouwd gebied, door de verschillende soorten risico's voor de omgeving die bij de aanleg van een bouwput een rol spelen te identificeren en te classificeren en vervolgens een globaal model te ontwikkelen waarmee de risico's per specifiek bouwputproject ingeschat kunnen worden.

Hierdoor wordt de onduidelijkheid die er bestaat over de risico's, bij de aanleg van een bouwput in bebouwd gebied, verminderd en daardoor ook de transparantie naar de opdrachtgever verbeterd. Op deze manier kunnen besluitmakers elk nieuw bouwputproject gebruik van maken van dit risicomodel en wordt de eenduidigheid van de uitgebrachte adviezen vergroot.

2.3 AFBAKENING

Om het afstudeerproject binnen zes maanden te voltooien moet het afgebakend worden.

- Binnen dit onderzoek zal er enkel worden gefocust op de risico's voor de omgeving, en in het bijzonder op schade aan belendingen. De reden hiervoor is volgende; bij de aanleg van een bouwput in bebouwd gebied zijn vele belanghebbende partijen betrokken, een ongewenste gebeurtenis kan hierdoor grote gevolgen hebben. En aangezien er in Nederland in toenemende mate wordt gebouwd in bebouwd gebied is risicobeheersing van belang om tijd- en kostenoverschrijdingen te beperken.
- Er zal enkel onderzoek plaats vinden naar de analyse van de risico's. In dit geval betekent dit dat de risico's geïdentificeerd en geclassificeerd worden. Risicobeheersing vindt dus plaats in het model. Er wordt niet ingegaan op de maatregelen die genomen kunnen worden als de schadegebeurtenis opgetreden is.
- Het onderzoek focust zich op het inzichtelijk maken van de risico's. Er zijn verschillende risicocategorieën die een rol spelen bij het aanleggen van een constructie in de ondergrond. Voorbeelden hiervan zijn maatschappelijke risico's, politieke risico's etc. Binnen dit afstuderen worden enkel de technische risico's geanalyseerd die van belang zijn bij de bouw- en gebruiksfase van een bouwput. Alle andere risico's, zoals bijvoorbeeld de risico's bij de aanleg van de constructie in de bouwput zelf, vallen dus buiten de grens van dit onderzoek. Dit betekent

echter niet dat de risico's die buiten de afbakening vallen niet relevant zijn. Deze vormen nog steeds een risico voor het project.

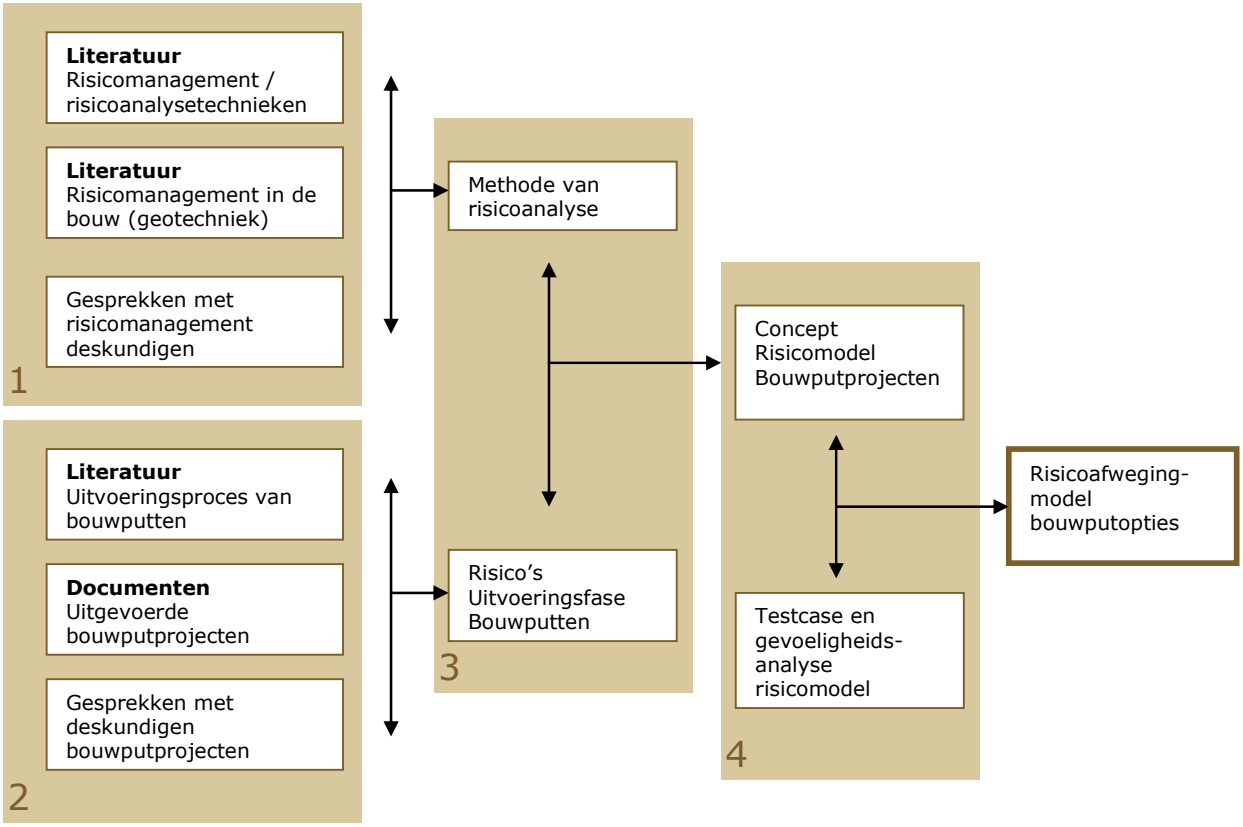
- Risico's die voortkomen uit het ontwerp worden niet meegenomen. Dit is geoorloofd vanwege het feit dat er gewerkt wordt met NEN-normen, en er hierdoor aangenomen wordt dat er geen fouten in het ontwerp voortkomen.
- Vanwege de vele soorten bouwputten en vele verschillende combinaties moet er een afbakening plaatsvinden, omdat het niet mogelijk zou zijn om binnen de gestelde tijd alle bouwputopties te bekijken. Deze afbakening is te vinden in paragraaf 4.2.
- Binnen dit onderzoek wordt geen rekening gehouden met hinder door geluid en trillingen veroorzaakt door bouwverkeer.
- Schade aan het milieu in de omgeving, veroorzaakt door de aanleg van een bouwput, valt buiten beschouwing.

Niet alle geïdentificeerde risico's kunnen gekwantificeerd worden. Dit zou te veel tijd in nemen. Er zal een selectie van de belangrijkste risico's plaatsvinden tijdens het onderzoek. Het te ontwikkelen model zal enkel de projectspecifieke risico's weergeven en is slechts bedoeld als ondersteunend middel bij de keuze van een bouwputtype. De adviseur zelf maakt deze keuze.

2.4 ONDERZOEKSMODEL

In het onderzoeksmodel staat schematisch weergegeven welke stappen er in het onderzoek moeten worden gezet om het projectdoel te bereiken. In het schema is snel te zien op welke wijze het onderzoek is opgebouwd.

De verticale pijlen in het model staan voor 'confrontaties' en de horizontale pijlen voor 'conclusies'.



Figuur 2.4. Onderzoeksmodel.

Hieronder volgt een toelichting bij het model. Het model is opgebouwd uit meerdere onderdelen.

In deel **1** wordt de theorie van risicomanagement bestudeerd en de manier waarop risico's geanalyseerd kunnen worden. Hieruit moet blijken welke manieren er zijn om risico's te identificeren en te classificeren. Om dit te onderzoeken wordt voor een groot deel gebruikt gemaakt van de literatuur en wat daarin beschreven wordt. Als er na deze literatuurstudie nog onduidelijkheden zijn kunnen er gesprekken worden gehouden met risicomanagement deskundigen. Aan het eind van dit eerste deel moet duidelijk zijn met welke methode de gevonden risico's uit de uitvoeringsfase van bouwputten geanalyseerd kunnen worden.

Deel **2** bestaat uit een onderzoek naar de risico's die er zijn tijdens het uitvoeringsproces van bouwputten. Aan de hand van de literatuur en documenten over uitgevoerde projecten (en de problemen die hierbij optraden) worden de risico's geïnventariseerd. Deze gevonden risico's worden vervolgens voorgelegd aan deskundigen die hier nog een verdere toelichting voor kunnen geven en de lijst verder aan kunnen vullen.
Omdat hier al enige kennis voor aanwezig moet zijn over de risicoanalysetechnieken spreekt het voor zich dat deel 1 en 2 voor een deel simultaan uitgevoerd gaan worden. Voor het inventariseren van de risico's moet er kennis aanwezig zijn van risicoanalysetechnieken (risico-identificatie) en het type risicoanalyse moet worden toegespitst op de gevonden risico's.

Met behulp van de risicoanalysetechnieken worden de risico's geanalyseerd. Eerst zal er met behulp van een risico-identificatie techniek de risico's op een gestructureerde wijze worden ondergebracht en vervolgens wordt er hieruit een selectie gemaakt van welke risico's een concept risicomodel wordt gemaakt, deel **3**.

In deel **4** van het onderzoek zal dit model worden getest met behulp van een testcase en een gevoeligheidsanalyse. Met een testcase kan worden gekeken in hoe het model reageert op de invoer van projectinformatie en of dit realistisch is. Met een gevoeligheidsanalyse wordt één variabele in het model verandert en de rest constant gehouden, om te kijken hoe sterk de uitkomst afhankelijk is van deze variabele. Een grote gevoeligheid kan er op duiden dat er nog verder onderzoek moet worden gedaan om deze variabele correct te krijgen. De gevoeligheidsanalyse geeft aan waar de punten in het model zitten die verbeterd moeten worden. Hiermee kan men de nauwkeurigheid van het model omhoog gebracht worden.

Het resultaat is een risicoafweging-model dat gebruikt kan worden door de besluitmakers voor elk nieuw bouwputproject en op deze manier vindt er een structurering plaats van het proces van risicoafweging.

2.5 VRAAGSTELLING

De kennis die nodig is om de doelstelling te bereiken volgt uit de beantwoording van de opgestelde onderzoeksvragen. De vraagstelling bestaat uit een hoofdvraag die is opgesplitst in meerdere centrale vragen. De antwoorden op de centrale vragen geven gezamenlijk antwoord op de hoofdvraag.

HOOFDVRAAG
Hoe moet een werkbaar risicoafweging-model, dat gebruikt kan worden tijdens de ontwikkelingsfase van bouwputprojecten, eruit zien?

I Welke methode kan er gebruikt worden om de risico's, uit de bouw- en gebruiksfase van bouwputprojecten, te analyseren?

a. Wat wordt er verstaan onder de term risico?
b. Hoe ziet het proces van risicomanagement eruit en wat is de relevantie hiervan?
c. Welke methodes zijn er om risico te identificeren en te classificeren en wat zijn de onderscheidende verschillen tussen deze methodes?

II Wat is de invloed, van de constructie van een bouwput, op belendingen in de omgeving?

a. Welke risicorelevante onderdelen zijn er te onderscheiden bij een bouwput, waartussen gekozen kan worden tijdens de ontwikkelingsfase van een bouwputproject?
b. Wat zijn de kenmerken van de bouwputonderdelen en hoe verloopt het uitvoeringproces van de bouwputonderdelen?
c. Wat zijn de van belang zijnde ongewenste gebeurtenissen die leiden tot schade aan belendingen die, bij een specifiek onderdeel van een bouwput, spelen?

III Welke vorm heeft een werkbaar risicoafweging-model, zodat deze voor elk nieuw bouwputproject gebruikt kan worden?

a. Op welke manier kunnen de ongewenste gebeurtenissen overzichtelijk worden gestructureerd?
b. Hoe moeten de van belang zijnde ongewenste gebeurtenissen in een model verwerkt worden?
c. Wat zijn de van belang zijnde invloedsparameters die benodigd zijn om een afweging te maken tussen de uitvoeringmethodes van een bouwputonderdeel?
d. Welke gegevens zijn er benodigd om de invloedsparameters te modelleren en hoe moeten deze worden verkregen?
e. Hoe kan er een voorspelling worden gegeven over het gevolg van een ongewenste gebeurtenis?

IV Hoe kan een risicomodel geverifieerd worden?

2.7 BEGRIPSBEPALING

De eerste stap bij de analyse van de vraagstelling is verduidelijking (precisering van onduidelijkheden) van vage termen binnen de hoofdvraag. Hieronder wordt een opsomming en precisering van de kernbegrippen uit de hoofdvraag gegeven.

Hoofdvraag: Hoe moet een *werkbaar risicoafweging-model*, dat gebruikt kan worden tijdens de *ontwikkelingsfase* van *bouwputprojecten*, eruit zien?

Werkbaar. Onder 'werkbaar' wordt in deze studie verstaan dat het te gebruiken model, binnen de tijd die beschikbaar is voor een adviesproject, met een korte inwerkperiode (ca. 1 uur) te begrijpen en te gebruiken is door een beginnend geotechnisch adviseur (persoon in het 1^{e} dienstjaar).

Risico. Onder 'risico' wordt in deze studie verstaan de kans dat een gebeurtenis plaatsvindt waarbij schade wordt veroorzaakt, wat leidt tot budgetoverschrijdingen en vertraging van de bouwwerkzaamheden (tijdsverlies), vermenigvuldigt met de gevolgen van die gebeurtenis.

Afweging. Onder 'afweging' wordt in deze studie verstaan het overdenken van de voor- en nadelen van een bouwputtype met behulp van de projectspecifieke risico's.

Model. Onder 'model' wordt in deze studie verstaan een systematische weergave van de risico's voor een specifiek bouwputproject wat dient als ondersteunend middel bij de keuze voor een bouwputtype.

Ontwikkelingsfase. Onder 'ontwikkelingsfase' wordt in deze studie verstaan een fase waarin op basis van voorlopige projectinformatie (omgevingskarakteristieken, grondeigenschappen, grondwatereigenschappen en belastingen) een keuze gemaakt wordt tussen de verschillende bouwputopties om hieruit een voorontwerp uit te werken wat gepresenteerd kan worden aan de opdrachtgever.

Bouwput. Onder een bouwput wordt in deze studie verstaan een afgraving om de ondergrondse delen van een bouwwerk te kunnen uitvoeren, begrensd door verticale wanden en een horizontale afscheiding waardoor een (tijdelijke of permanente) grondkerende en waterdichte constructie ontstaat.

Project. Onder 'project' wordt in deze studie verstaan een, in de tijd en middelen begrensd, geheel van werkzaamheden met als doel een bouwput te creëren die toegespitst is op de specifieke omstandigheden op locatie.

2.8 ONDERZOEKSMATERIAAL

Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden zijn er verschillende soorten bronnen nodig. Het onderzoek is opgedeeld in drie delen namelijk:

1. onderzoek naar de verschillende risicoanalysetechnieken
2. onderzoek naar de risico's bij de uitvoering van bouwputten
3. modelleren van risicoafweging

Om het eerste deel (I) te kunnen beantwoorden wordt er gebruik gemaakt van literatuur over de risicomanagement (en de toepassing hiervan in de praktijk) en literatuur aangaande risicoanalysetechnieken. Verder zou er door middel van interviews met (evt. externe) risicodeskundigen een beeld verkregen kunnen worden over de verschillende methoden van analyseren en modelleren.
Om het tweede deel (II) te kunnen beantwoorden wordt er gebruik gemaakt van vakliteratuur over bouwputten en bedrijfsrapporten over behandelende projecten. Verder wordt er gebruik gemaakt van de kennis van adviseurs en uitvoeringsexperts om op deze manier de risico's in te kunnen schatten. Deze informatie wordt naar voren gehaald door middel van interviews (eventueel een groepsinterview).
Het derde deel (III, IV en V) bestaat uit het ontwikkelen van een model. Dit gedeelte bestaat voornamelijk uit het analyseren en het verwerken van het verkregen materiaal. Hierbij zijn geen bronnen benodigd, afgezien van misschien handleidingen van verschillende computerprogramma's en eventueel gesprekken met deskundigen van de gebruikte programma's.

2.9 ONDERZOEKSSTRATEGIE

Uit de vraagstelling is op te maken dat de relevante informatie benodigd voor het onderzoek voor een groot deel verzameld wordt vanachter het bureau met behulp van literatuur. De onderzoeksstrategie die hierbij hoort is een bureauonderzoek. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van door anderen geproduceerd materiaal. Het is niet de bedoeling dat er op locatie gekeken wordt hoe bouwputten gerealiseerd worden. Om tot een inventarisatie van de voorkomende schadegebeurtenissen te komen moeten deze gegevens achterhaald worden. Er zal hierbij gebruik worden gemaakt van de gegevens van een groot aantal uitgevoerde projecten. Dit gebeurt met behulp van literatuur en projectdocumenten (intern en extern).

3 THEORETISCH KADER RISICOMANAGEMENT

Om een model te kunnen maken waarmee risico's in de omgeving (door de realisering van een bouwput) kunnen worden ingeschat moet er eerst een helder beeld verkregen worden over de theorie van risicomanagement en de manier waarop er met risico's wordt omgegaan. Eerst komt aan de orde wat er verstaan wordt in dit onderzoek als er over risico gesproken wordt (paragraaf 3.1), risicomanagement (paragraaf 3.2) vervolgens wordt er beschreven welke fasering er binnen het proces van risicomanagement bestaat (paragraaf 3.3) en in paragraaf 3.4 wordt ingegaan op de methode van risicoanalyse.

3.1 HET BEGRIP RISICO

Het begrip risico wordt door iedereen anders opgevat en er zijn vele definities die gebezigd worden in de dagelijkse praktijk. Om een duidelijke communicatie mogelijk te maken tussen de partijen, betrokken bij dit onderzoek, moet het helder zijn wat er binnen dit onderzoek precies wordt bedoeld als er wordt gesproken over de term risico.

In het dagelijks taalgebruik wordt het begrip van risico in vijf betekenissen gebruikt [Vermande, 1998]:

1. de oorzaak / risicobronnen;
2. de waarschijnlijkheid van optreden (kans op gebeurtenissen);
3. het effect, ofwel de mogelijke schade bij optreden van de oorzaak;
4. de schadeconsequentie, voor het totale project;
5. de kans op voorkomen van een gebeurtenis maal het gevolg van die gebeurtenis.

In het onderzoek Delft Beheerst Ondergronds uitgevoerd door Delft Cluster [2003] wordt de volgende definitie voor risico toegepast; *risico is het product van de kans en het gevolg van een activiteit*. Een gevolg van activiteiten wordt ook wel een gebeurtenis genoemd. De gevolgen van een activiteit worden niet alleen gekenmerkt door een bepaalde omvang maar ook door een kans van optreden. De activiteit vormt pas een aanmerkelijk risico als het gevolg ontoelaatbare consequenties heeft; in dit geval is er sprake van schadelijke gevolgen. Een risico wordt vastgesteld na een mogelijke confrontatie van een *ongewenste* gebeurtenis (als gevolg van een activiteit) met kwetsbaarheid (van een constructie of van een omgeving van die constructie).

Hieruit blijkt dat risico wordt ervaren als iets negatiefs. Binnen de literatuur is er een positieve en een negatieve benadering. Al-jibouri [2003] definieert risico als *'a risk is the possibility that an uncertain event, whose consequence is damaging, will occur'*. Uit onderzoek is gebleken dat in de aannemerij risico vaak wordt gezien als iets negatiefs [Akintoye & MacLeod, 1997]. Al-jibouri [2003] definieert de positieve benadering niet als een risico maar als een 'opportunity' waar de volgende definitie voor geldt *'an opportunity is the possibility that an uncertain event, whose consequence is beneficial, will occur'.*

In dit onderzoek wordt ervoor gekozen om risico als iets negatiefs te benaderen. Deze keuze kan onderbouwd worden door een onderzoek van March en Shapira [1992] waarin tachtig procent van de managers risico als iets negatiefs beschouwen. Ook binnen de geotechniek wordt risico als iets negatief benadert [van Staveren, 2006].

Als er over risico gesproken, binnen dit onderzoek, wordt er bedoeld: de kans op voorkomen van een ongewenste gebeurtenis maal het gevolg van die gebeurtenis. Als er over schade wordt gesproken wordt er bedoeld technische en economische schade.

3.2 RISICOMANAGEMENT

Er zijn vele definities mogelijk om risicomanagement te beschrijven. Volgens Uher & Toakley [1999] is risicomanagement *'een veelgebruikt instrument om mogelijke risico's die een proces of project negatief kunnen beïnvloeden, in een vroeg stadium in kaart te brengen en te beheersen en de gevolgen van de risico's te verzachten'*. Vermande [1998] gebruikt de volgende definitie *'het beheersen van risico's gedurende de projectlevensloop, met als doel de kans op een succesvolle realisatie van het project te verhogen'*.
In de vele definities die er bestaan zijn er de volgende onderdelen te onderscheiden:

- Risicomanagement is een proces,
- waarbij de aanwezige risico's in kaart worden gebracht,
- en maatregelen worden genomen om risico's te beheersen,
- met als doel de projectresultaten te verbeteren.

De reden voor een almaar groeiende vraag naar risicomanagement laat zich verklaren door de drie grote uitdagingen voor de constructie-industrie [van Staveren, 2006]: toenemende complexiteit, onderontwikkelde integriteit en de hoge faalkosten. Omdat er steeds meer (technische) mogelijkheden zijn, wordt er meer gevraagd door de opdrachtgever, wat betekent dat er een toenemende moeilijkheid is bij projecten. Ook de toename van stedelijke gebied vergroot de kans op bouwen in een dicht bevolkte omgeving waarbij de aanwezige infrastructuur en bebouwing voor een hoge mate van complexiteit zorgt. Er zijn talloze voorbeelden bekend van projecten die overschrijdingen van tijd en kosten hebben. Voorbeelden hiervan zijn door de media breed uitgemeten en hierdoor hebben de bouwbedrijven zich de noodzaak tot beheersing van de faalkosten gerealiseerd [DelftCluster, 2003].

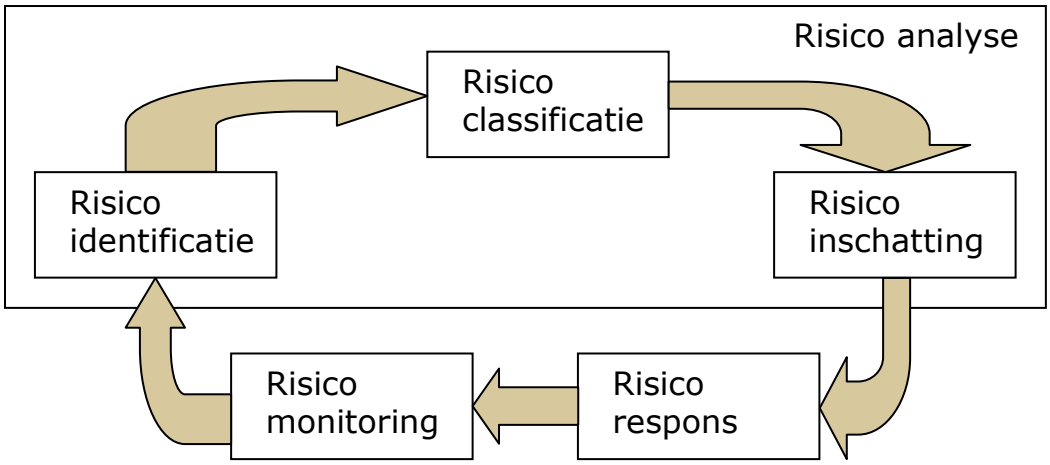
Project	Overschrijdingen	
	Tijd	Kosten
Ramspol opblaasbare dam	+ 80 %	Onbekend
Tramtunnel Den Haag	+100 %	+ 90 %
Stormvloedkering Nieuwe Waterweg	+ 50 %	+ 40 %
Spoorweg Baanvak Amsterdam – Utrecht	+ 65 %	+ 25 %

Figuur 3.1. Overschrijdingen tijd en kosten Nederlandse bouwprojecten [VOTB, 2006].

Door Miller & Lessard [2001] wordt ondersteund dat risicomanagement bij grote projecten steeds belangrijker wordt, vanwege de grote inzet, gekarakteriseerd door vele onomkeerbare afspraken, bij succes kleine beloning/winst en bij falen grote kans op verliezen.

Het proces van risicomanagement is op te delen in verschillende fases die in de volgende paragraaf worden behandeld.

3.3 HET PROCES VAN RISICOMANAGEMENT



Figuur 3.2. Fasering risicomanagement (samengesteld uit Winch [2002]; Al-jibouri [2003] en Bles [2003]).

Het proces van risicomanagement is hier opgedeeld in drie fases, waarbij de fase risicoanalyse is opgedeeld in drie onderdelen. Ook in de fasering van risicomanagement is de nodige variatie te vinden. De fasering die hier terug te vinden is, is samengesteld uit verschillende bronnen, op basis van toepassing binnen dit onderzoek. Het model is cyclisch om aan te geven dat het proces iteratief verloopt, er is sprake van een leerproces door de tijd heen [Winch, 2002].

De eerste fase, risicoanalyse, is opgedeeld in drie onderdelen. Risico-identificatie is het eerste onderdeel hiervan en bestaat uit het identificeren van alle mogelijke risico's die er zijn bij een bouwproject. Deze fase wordt vaak als belangrijkste aangeduid, want als een risico niet wordt geïdentificeerd kan deze niet worden gecontroleerd [Toakley & Ling, 1991] met alle gevolgen van dien. Om het voordeel van het proces van risicomanagement te benutten en de projectdoelen te bereiken, moet de risico-identificatie fase erg nauwkeurig en gedetailleerd zijn [Bajaj et al., 1997]. Met behulp van risicoclassificatie worden de gevonden risico's geordend en kunnen vervolgens ingeschat worden. Deze drie onderdelen worden in de praktijk vaak in dezelfde fase gedaan en deze fase wordt gegroepeerd onder de naam risicoanalyse. Het resultaat van deze fase is een overzicht van de te verwachten risico's bij een bouwproject, met een inschatting van de grootte van de risico's.

De andere twee fases vallen buiten de grens van dit onderzoek, omdat deze twee fases een reactie zijn op de risicoanalyse. Voor de volledigheid wordt er wel vermeld wat deze fasen inhouden. De risicorespons bestaat uit de afweging van de gevonden risico's en besluitvorming van wat er gaat gebeuren met de risico's. Er zijn verschillende opties, hoe met risico's kan worden omgegaan [Winch, 2002; Al-jibouri, 2003].

- Accepteren van de risico's (*accept*), hierbij worden de risico's geaccepteerd en wordt er rekening meegehouden dat het risico kan optreden door dit in te calculeren in het budget.
- Vermijden van de risico's (*reject/avoid*), het risico bestaat dan niet meer, hierbij wordt echter ook de beloning weggegooid (het zou ook positief kunnen uitpakken).
- Overdracht van de risico's (*transfer*), de risico's worden hierbij overgedragen aan een onderaannemer (contractueel) of men verzekert zich tegen de gevolgen van de schade veroorzakende gebeurtenis.
- Reduceren van de risico's (*reduce*), in dit geval worden er maatregelen genomen om de risico's terug te brengen naar acceptabele waarden (door de opdrachtnemende partij zelf te bepalen waar die grens ligt).

Aan de hand van een praktijkvoorbeeld kan dit verduidelijkt worden.
Uit een risicoanalyse blijkt dat als gevolg van intrillen van damwandplanken er scheurvorming in een gebouw kan optreden. Door nu te kiezen voor het indrukken van damwandplanken om trillingen te reduceren is er sprake van risicoreductie.

- Delen van de risico's (*share*), hierbij worden de risico's gedeeld door de verschillende betrokken partijen, bijvoorbeeld bij de alliantie contractvorm.

In de laatste fase, risico monitoring, worden de risico's gedurende de uitvoeringsfase van het bouwproject, gemonitord. Hierbij wordt gekeken of de risico respons voldoende en juist is. Als dit niet het geval is kan er in deze fase nog bijgestuurd worden.
Ook dit wordt verduidelijkt aan de hand van een voorbeeld. Bij een bouwputproject is er gekozen om het risico van scheurvorming als gevolg van het inheien van palen te accepteren. Echter tijdens monitoring van het project blijkt dat de verwachte trillingen groter zijn dan verwacht waardoor de verwachte schade ook groter is. Als gevolg hiervan is er een grotere schadepost dan verwacht. Tijdens het project kan men er dan nog voor kiezen om in plaats van dit risico te accepteren deze te reduceren door avegaarpalen te gebruiken die voor minder trillingsoverlast zorgen.

3.4 RISICOANALYSE

Bij risicoanalyse wordt er onderscheid gemaakt tussen risico-identificatie en risicoclassificatie / inschatting. Chapman [2001] heeft echter in plaats van dit onderscheid, een onderscheid gemaakt in een kwalitatieve analyse en een kwantitatieve analyse.

- Kwalitatieve analyse focust zich vooral op het identificeren van risico's en een globale beoordeling / rangschikking van de belangrijkste risico's.
- Kwantitatieve analyse focust zich op het kwantificeren van de risico's, door deze uit te drukken in tijd / geld of andere eenheden met behulp van kansverdelingen of kanspercentages.
- Als uitbreiding van de kwalitatieve methode kan de semi-kwantitatieve methode worden opgevat waarbij kwantificering van de risico's plaatsvindt in de vorm van een rangschikking.

Of een risicoanalyse kwalitatief dan wel kwantitatief moet worden uitgevoerd en welke methode daarvoor wordt geselecteerd, is afhankelijk van de gewenste voorspellingskracht van het model. De keuze voor een bepaalde methode/techniek hangt af van de vraagstelling, de hoeveelheid beschikbare informatie, de complexiteit, de beschikbare tijd en het beschikbare geld. Over het algemeen kan gesteld worden dat een kwantitatieve analyse meer informatie vereist en meer tijd en geld kost [Bles, 2003; DelftCluster, 2003].

Kwalitatief	**Kwantitatief**
wanneer * tbv verkrijgen van indicatie van belangrijkste risico's en van overzicht	*wanneer* * onderzoek naar haalbaarheid van raming of planning * in geval van lastige besluitvorming * onderbouwing van post onvoorzien
voordelen * snel, begrijpelijk en duidelijk beeld voor alle betrokkenen	*voordelen* * duidelijk over omvang van risico * duidelijk over effect van maatregelen
nadelen * minder informatie over prioriteitsstelling	*nadelen* * kost veel tijd en inspanning * specialistenwerk * door presentatie van harde cijfers ontstaan van schijnbare zekerheid

Tabel 3.1. Overzicht voor- en nadelen van kwalitatieve en kwantitatieve analysemethoden [DelftCluster, 2003].

In de volgende paragraaf worden in het kort de technieken beschreven die zijn overwogen in dit onderzoek.

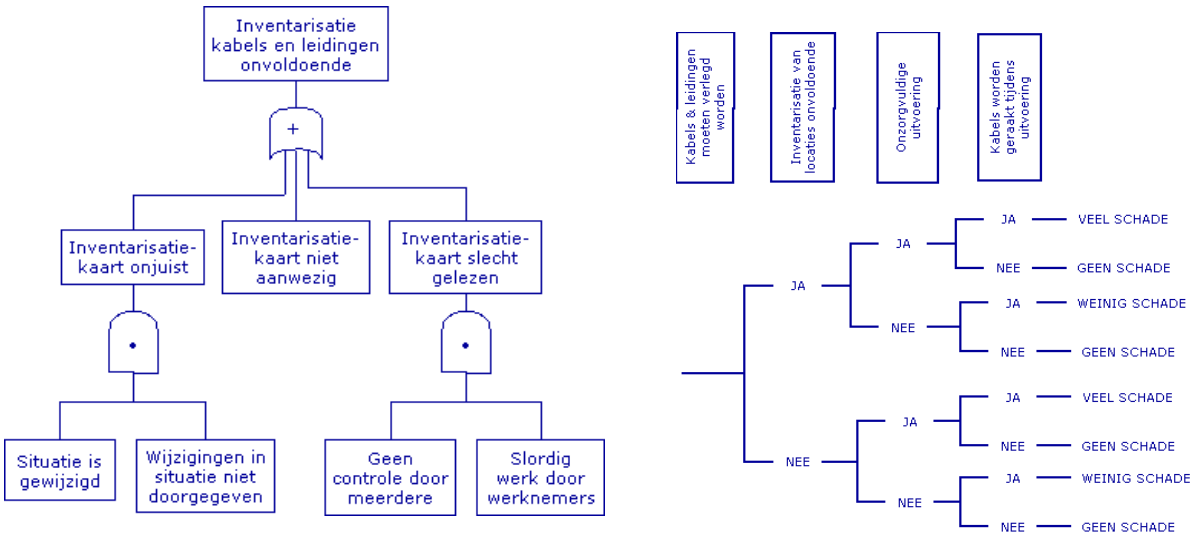
3.4.1 Kwalitatieve analyse

Risicokwalificatie bestaat uit risico-identificatie en rangschikking van de gevonden risico's. Om de risico's te identificeren zijn er verschillende methoden [Bles, 2003; van Staveren, 2006]:

Literatuurstudie
Hierbij wordt in de literatuur (boeken, vaktechnische tijdschriften etc.) gezocht naar de verschillende risico's. Het gevaar hierbij is echter dat er gebruikt wordt gemaakt van historische data (*hindsight*) waarbij wel moet worden bedacht dat elk project uniek is [Bajaj et al.,1997].

Scenarioanalyse
Bij een scenarioanalyse wordt in de toekomst gekeken door de vraag te stellen 'wat kan er gebeuren als'. Een scenarioanalyse wordt indirect gedaan, wanneer er gesproken wordt met experts. Voor een risico-identificatie op basis van een scenario moet al bekend zijn hoe het bouwproces eruit gaat zien. Bajaj et al. [1997] stelt voor om uit te gaan van twee extremen, een positief (*dream*) en negatief (*doom*) scenario. De werkelijke situatie ligt waarschijnlijk tussen deze twee in.

Fouten – en gebeurtenissenbomen
Een foutenboom is een schematische weergave van oorzaken die tot een bepaald risico (ongewenste gebeurtenis) kunnen leiden. Het doel van de foutenboom is de oorzaken te identificeren die kunnen leiden tot dit risico. Het risico staat bovenaan in de foutenboom en wordt de ongewenste topgebeurtenis genoemd. De manieren waarop deze ongewenste topgebeurtenis kan ontstaan worden faalmechanismen genoemd.



Figuur 3.3. Foutenboom (links) en gebeurtenissenboom (rechts) [www. risman.nl].

Een gebeurtenissenboom is een hulpmiddel bij het analyseren van de gevolgen van een bepaald risico. Het risico wordt in dit geval de begingebeurtenis genoemd. Een gebeurtenissenboom laat zien hoe deze begingebeurtenis in combinatie met het al dan niet optreden van volggebeurtenissen tot bepaalde gevolgen kan leiden [www. risman.nl]. Op basis van een dergelijk boom kan er gestructureerd worden gezocht naar risicovolle activiteiten die een rol spelen.
Deze werkwijze van het zoeken naar risico's wordt top-down (van bovenaf naar onderen) genoemd. De keuze voor het type boom is afhankelijk van het doel van het onderzoek.

Risicochecklist
Een risicochecklist is een lijst met daarop een aantal risico's. Deze kan doorgelopen worden om te kijken welke risico's er spelen tijdens een nieuw project. Echter moet er wel rekening mee worden gehouden dat het geen uitputtende lijst is, elk project is uniek.

Risico interviews
Een risico interview kan plaatsvinden met één expert of een kleine groep experts. De vragen kunnen variëren van open vragen (waarom, wat en hoe) naar gesloten vragen die enkel beantwoord kunnen worden met ja en nee. Het verdient hierbij aanbeveling om verschillende soorten mensen te interviewen, bijvoorbeeld van minder ervaren tot zeer ervaren experts. Interviews kunnen ook plaatsvinden om risico te classificeren.

Risico vragenlijsten
Een risicoanalist stelt een vragenlijst op, die door verschillende personen wordt ingevuld. Een vragenlijst kan worden opgesteld aan de hand van eerder gehouden risico interviews [Keizer et al., 2002].

Risico brainstorm sessies
Bij een brainstorm sessie wordt door een groep mensen met verschillende ervaring en achtergrond risico geïdentificeerd. Een groep kan bestaan uit experts in de geotechniek of een meer multidisciplinair karakter hebben. De samenstelling van een groep is afhankelijk van de fase en het type project. Deze groep kan voortborduren op risico's die al eerder gevonden zijn tijdens de risico-identificatie fase.

3.4.2 Semi-kwantitatieve analyse

Bij toepassing van de semi-kwantitatieve methode wordt door verschillende experts gescoord op klassen van kansen en gevolgen. Door de kans te vermenigvuldigen met het gevolg wordt de grootte van het risico bepaald. Het aantal klassen kan desgewenst in een groter aantal of met andere grenzen worden onderverdeeld. Smallman [1999] stelt een meer geavanceerde semi-kwantitatieve methode voor. Hierbij wordt de kans en het gevolg van een risico opgedeeld in meerdere factoren, elk met individuele score. De kans wordt opgedeeld in factoren zoals de beschikbaarheid van kennis over het risico en de manier waarop het risico optreedt, plotseling of geleidelijk. Het gevolg wordt opgedeeld in factoren zoals tijd en kosten. Deze methode zorgt voor extra inzicht in het karakter van het risico [van Staveren, 2006].

	RISICO CLASSIFICATIE CRITERIA	SCORE = 0 (criterium draagt niet significant bij aan risico)	SCORE = 1 (criterium draagt wel significant bij aan risico)
	KANS		
1	Kennis over risico	veel kennis beschikbaar	weinig/geen kennis beschikbaar
2	Termijn van optreden	optreden gedurende < 1 maand	optreden gedurende > 1maand
3	Manier van optreden	chronisch optreden van het risico	acuut optreden van het risico
	GEVOLG		
4	Tijd (planning)	< 1 maand vertraging	> 1 maand vertraging
5	Geld (budget)	< kfl 50000,- extra kosten	> kfl 50000,- extra kosten
6	Kwaliteit, veiligheid, imago	reductie is aanvaardbaar	reductie is niet aanvaardbaar

Figuur 3.4. Een semi-kwantitatieve risico classificatie matrix [VOTB, 2006].

Nr	Ondergrondse risico's	K-kennis	K-termijn	K-manier	G-tijd	G-geld	G-kwaliteit	K-totaal	G-totaal	Totalen
1	archeologische vondsten	1,57	0,71	1,57	1,43	0,14	0,29	3,85	1,86	5,71
2	horizontale en verticale zettingen	0,38	0,88	0,63	1,00	1,25	1,71	1,89	3,96	5,85
3	geotechnische parameters ongunstiger dan aangenomen	0,50	0,88	0,57	1,38	1,63	1,29	1,95	4,3	6,25
4	bommen en granaten	1,25	0,88	1,63	0,63	0,38	0,29	3,76	1,3	2,06
5	pleistoceen locaal op dieper niveau dan aangenomen voor paalpunt	0,75	0,40	1,50	0,75	1,00	1,00	2,65	2,75	5,40

Figuur 3.5. Voorbeeld van een lijst met 'gescoorde' ondergrondse risico's [VOTB, 2006].

3.4.3 Kwantitatieve analyse

Kwantitatieve risicoclassificatie schat kansen en gevolgen in, in meetbare cijfers. Risico kansen worden uitgedrukt in percentages, terwijl risico gevolgen worden gekwantificeerd in termen van kosten en tijd [van Staveren, 2006]. Er zijn twee kwantitatieve methodes te onderscheiden. Aan de ene kant zijn er de deterministische technieken, waarbij er vanuit gegaan wordt dat gegevens exact bekend zijn. In de constructie-industrie komt dit echter bijna nooit voor. Hierom zijn de stochastische technieken bedacht, waarbij het begrip kans een centrale rol spelen. Het zijn echter juist de kansen die vaak moeilijk te bepalen zijn. Dit kan gedaan worden op twee manieren:

1. kansen berekenen uit historische gegevens (vrij objectief);
2. schatting door experts (subjectief).

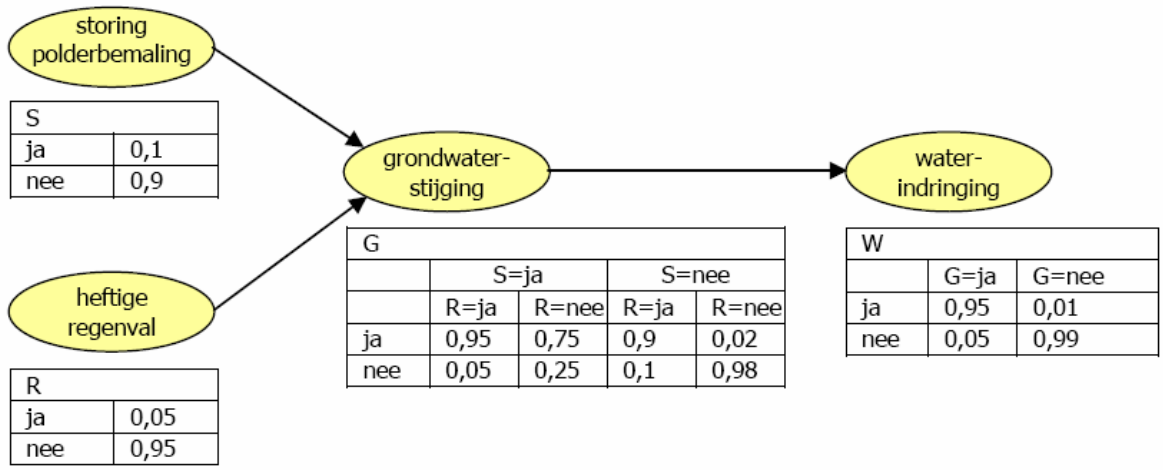
Dit laatste is bij de bouw vaak van toepassing, omdat elk project uniek is (geen systeemproductie die telkens hetzelfde is) en daarom gegevens uit het verleden niet direct toepasbaar zijn voor een risicoanalyse [Bajaj et al., 1997].

Er zijn een heleboel verschillende methodes mogelijk, waarbij enkele hiervan hieronder kort behandeld zullen worden. Deze methodes zijn onderzocht voor hun toepasbaarheid binnen dit onderzoek. De selectie van de in dit onderzoek gebruikte methode en de selectiefactoren voor het vinden van een geschikte risicoanalysetechniek zijn vermeld in hoofdstuk 5.

Monte Carlo simulatie
Bij een Monte Carlo simulatie wordt er van uitgegaan dat van alle risicobronnen een kansverdeling bekend is. Met deze gegevens kan met behulp van een computermodel een berekening worden gemaakt, zodat bepaald wordt hoe de risicobronnen doorwerken in een eindresultaat [Bles, 2003]. Dit computermodel simuleert het project door lukraak waarden te kiezen van elk van de variabelen en deze te gebruiken om de uitkomst van het project door te rekenen. Dit wordt vele keren herhaald om een kansverdeling van mogelijke uitkomsten van het bouwproject te berekenen. Het is echter de vraag of van alle risico's in een bouwproject een kansverdeling op te zetten is.

Kwantitatief doorrekenen van fouten- en gebeurtenissenbomen
Bij het kwantitatief doorrekenen van een fouten- of een gebeurtenissenboom wordt er gebruik gemaakt van dezelfde boom die is gebruikt om de risico's te identificeren. Hierbij worden echter kansen toegekend aan de volggebeurtenissen die tot schade/ongevallen leiden, zodat de schade berekend kan worden.

Bayesiaanse netwerken
Een Bayesian Belief Network (BBN) is een methode om probabilistische theorie toe te passen bij het redeneren met onzekerheden en risico's. Deze methode biedt de mogelijkheid om kansdichtheidsfuncties toe te kennen aan een set stochastische variabelen, die worden geordend volgens een relationeel netwerk. In dit netwerk zijn de afhankelijkheden tussen de verschillende variabelen zichtbaar. Een BBN bestaat uit twee onderdelen, een kwalitatief deel en een kwantitatief deel. Het kwalitatieve deel omvat een grafische afbeelding (het netwerk) tussen de verschillende variabelen. Het kwantitatieve deel omvat de toewijzing van conditionele kansen aan alle variabelen in kanstabellen (zie figuur 10 voor een voorbeeld van een BBN). Deze tabellen beschrijven de invloed die voorgaande variabelen hebben op onderliggende variabelen. De doorrekening van een BBN wordt uitgevoerd volgens het theorema van Thomas Bayes, waarmee kansen van een variabele uit het netwerk worden berekend aan de hand van de gegevens van andere variabelen uit het netwerk [Bles, 2003; DelftCluster, 2003].



Figuur 3.6. Voorbeeld Bayesiaans netwerk [Brassinga et al., 2002].

In de theorie wordt de kans niet gemeten, maar is deze gebaseerd op de ervaring van experts, hun zo genaamde '*professional belief*', vandaar de naam Bayesian Belief Network [van Staveren, 2006].

Het gebruik van kwantitatieve technieken heeft echter wel nadelen. De technieken zijn gevoelig voor het GIGO-probleem (*garbage in, garbage out*). Dit betekent dat, als de invoer van slechte kwaliteit is, de uitvoer ook van slechte kwaliteit is. Om een objectieve kwantitatieve methode te gebruiken is er een grote hoeveelheid data nodig die afkomstig is van uitgevoerde projecten. Vaak zijn deze data niet beschikbaar (of kost het een aanzienlijke hoeveelheid tijd om deze te verkrijgen) waardoor men moet terugvallen op het inschatten van kansen (subjectief) [Winch, 2002]. Door percentages kan de schijn worden gewekt dat het model nauwkeuriger lijkt dan dat deze in werkelijkheid is.

4 THEORIE UITVOERINGSMETHODE BOUWPUTTEN EN OMGEVINGSHINDER

Om iets te kunnen zeggen over de risico's die er zijn bij de uitvoering en instandhouding van een bouwput, moet er eerst inzicht worden verworven in het uitvoeringsproces van de verschillende typen bouwputten en de onderdelen die hierin te onderscheiden zijn. Met dit doel is literatuurstudie gedaan.

In dit hoofdstuk worden de meest voorkomende bouwputtypen beschreven. Er wordt in het kort een beschrijving gegeven van het bouwputonderdeel, de wijze waarop het onderdeel wordt geïnstalleerd en in welke situatie deze wordt toegepast. Er wordt in het bijzonder gekeken naar de invloed van het bouwputonderdeel op schade aan belendingen in de omgeving.

4.1 INLEIDING

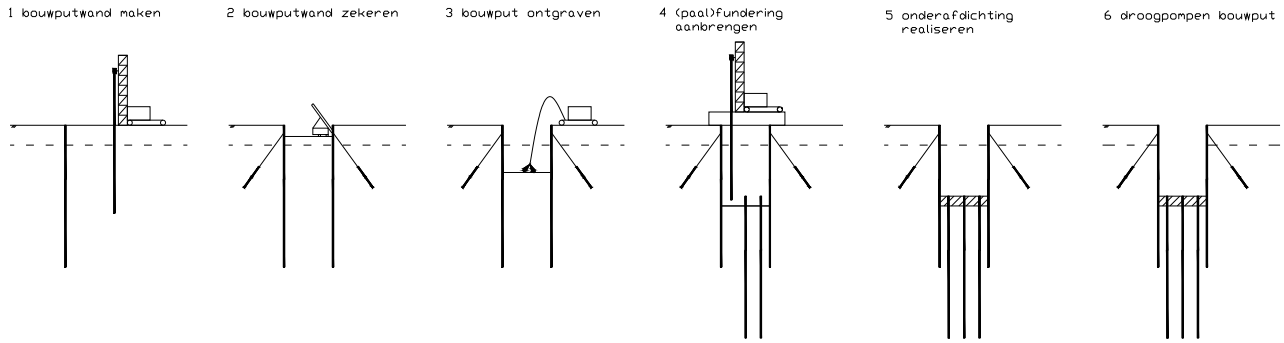
Met behulp van de literatuur worden de verschillende bouwputtypes geïnventariseerd.
Een bouwput is onder te verdelen in verschillende onderdelen wat samen de bouwput maakt.
Deze onderdelen zijn:

- een verticale begrenzing (met evt. ondersteuning);
- een voorziening om het water uit de bouwput te houden;
- (paal)fundering van de constructie (en evt. de constructievloer).

Deze onderdelen worden uitgevoerd in fases:

- bouwputwand maken
- bouwputwand zekeren
- bouwput ontgraven
- voorzieningen aanbrengen ten behoeve van evenwicht bouwputbodem
- (paal)fundering aanbrengen

De volgorde van deze fasen is afhankelijk van de gekozen uitvoeringmethode. Een voorbeeld is gegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1. Fasering uitvoering bouwput.

Deze onderdelen zijn vervolgens weer onder te verdelen in verschillende types. Hieronder is een overzicht van de verschillende types (niet uitputtend). Er is hierbij al een onderscheid gemaakt tussen de onderdelen van de bouwput.

Open ontgraving	Verticale begrenzing	Ondersteuning	Bouwputbodem	Fundering constructie
	Open talud	**Stempeling**	**Hydrologisch open bouwput**	**Op staal**
	Constructief	- staal	Open bemaling	**Op palen**
	Berlinerwand	- beton	Bronbemaling	- grondverdringend
	Damwand	**Ankers**	Spanningsbemaling	- beperkt grondverdringend
	- hout	Ankerschotten	**Hydrologish gesloten bouwput**	- in grond grondverwijderend
	- beton	Groutankers	Natuurlijke bodemafsluiting	
	- staal	Schroefankers	Kunstmatige bodemafsluiting	
	HZ-wand	Schroefinjectieankers	- onderwaterbeton (verankerd)	
	Combiwand	Ankerpalen	- onderwaterbeton (onverankerd)	
	Diepwand		- waterremmend	
	Boorpalenwand			
	Combinatiescherm			
	Mixed-in-place wanden			
	Waterremmend (ook hor.)			
	Jetgrouten			
	Chemische bodeminjectie			
	Cement-bentonietwanden			
	Folieconstructies			
	Kunstmatige bevriezing			
Integrale bouwmethoden				
	Wandendakmethode			
	Open caissons			
	Pneumatische caissons			
	Moderne sleufmethoden			
	- U-polder			
	- V-polder			

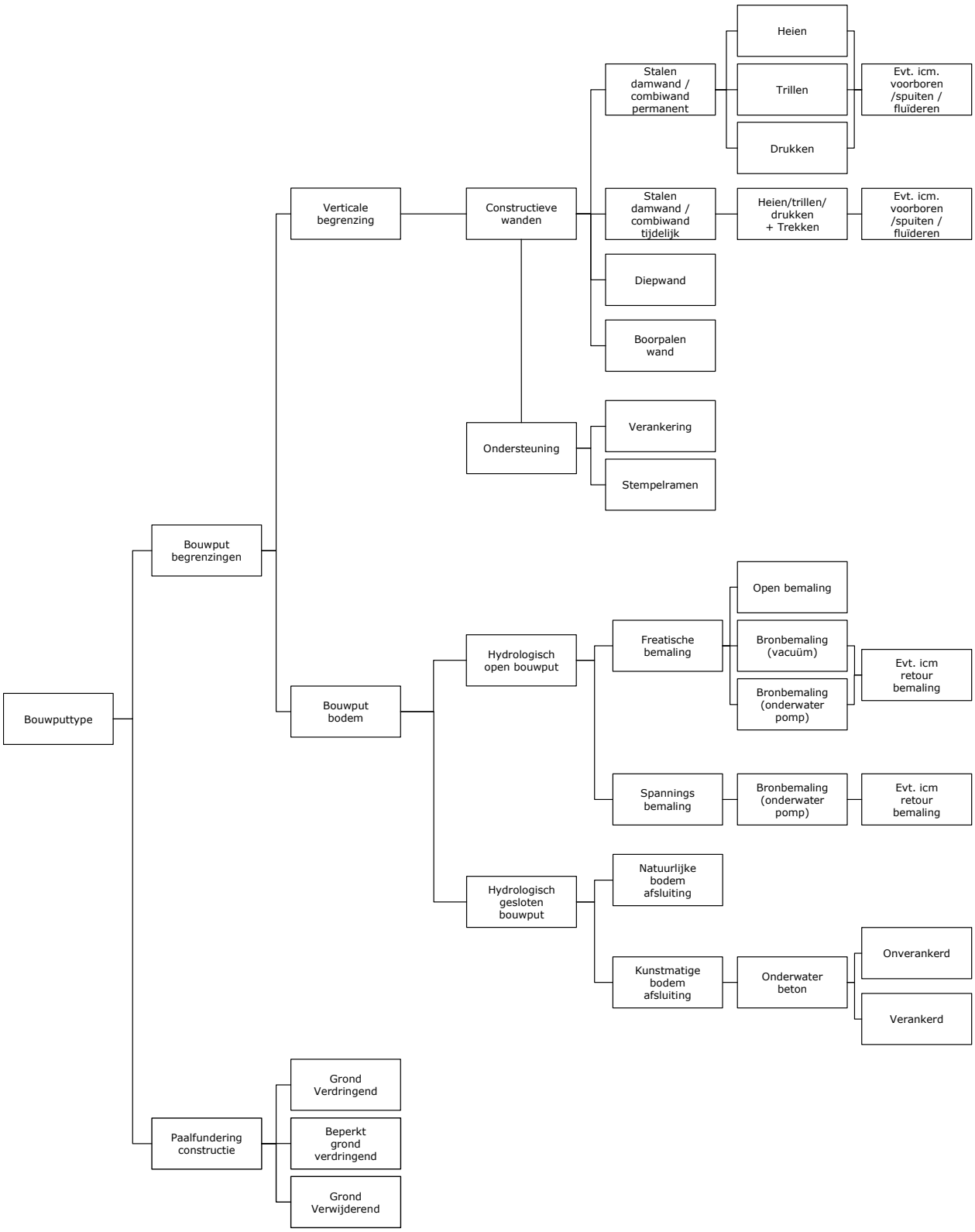
Figuur 4.2. Bouwputtypen en onderdelen (niet uitputtend).

4.2 AFBAKENING ONDERZOEK

De lijst laat zien dat er een enorme variatie aan bouwputtypen is. Het zou niet mogelijk zijn om deze binnen de afstudeerperiode allemaal te bekijken. Er is daarom (in overleg) een selectie gemaakt die onderzocht wordt. Hieronder wordt de selectie uitgelegd.

- De selectie is zo gemaakt dat de bouwputtypen die overblijven het meest voorkomen in de Nederlandse praktijk.
- Sommige bouwputonderdelen zijn samengevoegd, omdat deze qua uitvoeringswijze en constructief gedrag sterke gelijkenissen vertonen (met kleine verschillen).
- Bouwputtypen die sporadisch voorkomen in Nederland en bij specifieke toestanden (bijv. kunstmatige bevriezing) worden toegepast zijn buiten de selectie gebleven.
- Er wordt enkel gekeken naar de open ontgravingsmethoden, dus niet de integrale bouwmethoden [COB, 2000].
- Er wordt enkel gekeken naar de meest voorkomende constructieve, waterdichte wanden. Dit betekent dus geen open talud, geen berlinerwand en niet de waterremmende afsluitingen.
- Er wordt bij de horizontale kunstmatige afsluiting enkel gekeken naar de onderwaterbetonvloer.
- Er wordt niet gekeken naar een fundering van de constructie op staal.

De informatie die vermeld staat in dit hoofdstuk is voornamelijk afkomstig uit het handboek Ondergronds bouwen – Deel 2 Bouwen vanaf het maaiveld [COB 2000]. Additionele informatie is afkomstig uit Inleiding Ondergronds Bouwen [COB 2002] en CUR 166 Damwandconstructies [CUR, 2005].



Figuur 4.3. Na afbakening overgebleven bouwputtypen.

4.3 BOUWPUTONDERDEEL: VERTICALE BEGRENZING

Constructieve wanden

4.3.1 Stalen damwand

Een damwandconstructie bestaat uit naast elkaar in de grond geplaatste slanke constructie-elementen, die verticaal of onder een kleine hoek met de verticaal in de grond worden gezet. Damwandplanken zijn onderling gekoppeld door middel van een slotconstructie of een messing- en groefverbinding. Damwandplanken worden geleverd in de materialen staal, beton en hout. In dit onderzoek wordt enkel de stalen damwand onderzocht, aangezien deze het meest wordt toegepast bij bouwputten. Dit heeft vaak te maken met de grote kerende hoogten en zware belastingen die hier spelen. Ook is deze economisch een aantrekkelijke optie.

Om een damwand in te brengen zijn er verschillende uitvoeringsmethoden. De keuze tussen deze methoden is afhankelijk van de beperkingen die de bouwlocatie stelt en het toegestane trillingsniveau.
Een overzicht van de verschillende methoden wordt hieronder gegeven:

- heien
- trillen
- drukken
- heien, trillen, drukken eventueel in combinatie met spuiten of fluïderen
- heien, trillen, drukken eventueel in combinatie met voorboren
- heien, trillen, drukken eventueel in combinatie met voorboren en vullen van de geboorde gaten met bentoniet

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Het inbrengen van damwandplanken geeft meestal trillingshinder. In de praktijk treden er ter plaatse van de sloten tussen de damwandelementen nogal eens lekkages op. Dit gebeurt wanneer de sloten tijdens het installeren iets vervormen, waardoor er speling optreedt, en planken uit het slot lopen. Lekkage kan leiden tot grondwaterverlaging in de omgeving, wat tot gevolg zakking van belendingen kan hebben. Een stalen damwand bestaat uit relatief 'slap' materiaal. Hierdoor kan er aan de bovenkant vervorming achter de damwand optreden, wat kan leiden tot maaiveldzakking en schade aan belendingen door het volgen van de maaiveldzakking.

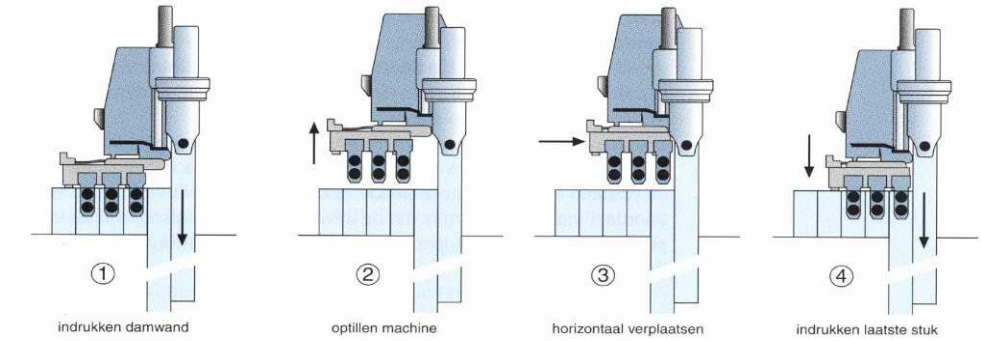
Trillen
Het intrillen van damwanden is de meest effectieve methode om damwandplanken te installeren. Bij het trillen van damwanden wordt een sinusvormige verticale belasting op de kop van het damwandelement uitgeoefend door middel van een trilblok. Bovendien werkt de massa van het trilblok als een statische belasting op het damwandelement. Het trilblok brengt de damwand plank in trilling en de plank draagt de trillingen over aan de grond. Door met water verzadigd zand in trilling te brengen treedt een aanzienlijke verhoging van de waterspanning op. Hierdoor vermindert de schuifweerstand zodat de in te trillen damplank zakt.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Door trillen kunnen deformaties ontstaan als gevolg van verdichting van losgepakt zand. Trillingen kunnen ook leiden tot directe schade in nabij het werk gelegen bebouwing.

Heien
Het heien van damwandplanken is aanmerkelijk minder efficiënt dan trillen. Bij het heien wordt herhaaldelijk een zeer hoge, pulsachtige belasting op de kop van een damwand element aangebracht. Dit kan gebeuren door middel van de vrije val van een heiblok, dat door middel van dieselolie dan wel hydraulisch aangedreven wordt. Bij het heien kan bij een voldoende hoge spanningsgolf tijdelijk de grondweerstand langs de schacht en bij de punt worden overschreden. Het damwandelement zal dan een blijvende zakking vertonen.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Door heien kunnen deformaties ontstaan als gevolg van verdichting van losgepakt zand. Trillingen kunnen ook leiden tot directe schade in nabij het werk gelegen bebouwing.

Drukken
Als wordt verwacht dat trillingen en/of geluidshinder een ernstig probleem vormen voor de omgeving, kan besloten worden de planken trillingsvrij in de grond te drukken. Hierbij zijn een tweetal druktechnieken te onderscheiden, de enkelvoudige en de meervoudige. Bij de enkelvoudige methode klemt de drukmachine zich vast in reeds in de grond gebrachte damwandplanken en ontleent daarvan ook de reactiekracht, nodig voor het inbrengen van de volgende plank. De machine verplaatst zich zelfstandig over het scherm. Bij de meervoudige methode worden de drukmachines gemonteerd aan een kraan met makelaar. De keuze tussen deze twee systemen is o.a. afhankelijk van de benodigde drukkracht, de werkruimte en de kosten (meervoudige systeem is goedkoper door de snellere productie).



Figuur 4.4. Drukken van damwandplanken met het enkelvoudig systeem [COB, 2000].

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Voor zover bekend vrij van ongewenste gebeurtenissen.

Spuiten, fluïderen en voorboren
Tijdens het installeren van stalen damwandplanken kunnen trillingen schade toebrengen aan bebouwing en infrastructuur in de nabije omgeving. Om het risico voor schade te verminderen, kunnen maatregelen worden genomen. Trillingen worden veroorzaakt door de puntweerstand en de zijdelingse wrijving van het in te brengen element. Deze kunnen worden beïnvloed door ervoor te zorgen dat de wateroverspanning in de grond hoog blijft en/of door de wrijvingseigenschappen en de cohesie (tijdelijk) te verlagen. Hiervoor bestaan verschillende methoden:

- met behulp van water: spuiten en fluïderen
- door middel van boren; losboren van de grond, al of niet met injectie van bentonietspoeling, of voorboren en de voorgeboorde gaten vullen met cement-bentoniet

Deze methoden kunnen zowel bij installeren door middel van trillen, heien of drukken worden toegepast.

Spuiten en fluïderen
Het verschil tussen spuiten en fluïderen komt tot uitdrukking in het debiet en de druk:
- spuiten gebeurt met relatief lage druk en veel water;
- fluïderen gebeurt met een relatief hoge druk en weinig water.

Voorspuiten geschiedt met een spuitlans, die met de hand vanaf het maaiveld wordt gestuurd en waarbij als regel veel water onder betrekkelijk lage druk in de grond wordt gespoten. Door het spuiten kan de grondwrijving en ook de slotwrijving drastisch worden gereduceerd. Dit bevordert de kwaliteit van de damwandconstructie. Voorspuiten heeft grote negatieve consequenties voor de stijfheid en sterkte van de grond.

Bij fluïderen wordt water via een spuitlans ter hoogte van de voet van de plank in de grond geïnjecteerd onder een relatief hoge druk en een laag debiet. Fluïderen is zeer effectief bij het trillend installeren en indrukken van damwandplanken. Bij heien is fluïderen minder effectief en daardoor af te raden omdat de spuitmonden verstopt kunnen raken.

Voorboren
Voorboren kan op twee manieren worden gedaan:
- door de grond los te boren met de avegaar van een schroefboorstelling, eventueel vermengd met een bentonietsuspensie.
- door ter plaatse van de in het werk te maken slotverbindingen gaten van een bepaalde diameter voor te boren en vol te persen en vol te persen met een cement-bentoniet mengsel tijdens het terugtrekken van de avegaar.

<u>Invloed op schade aan belendingen in de omgeving</u>
Bij spuiten en voorboren ontstaat grondontspanning wat bij een kleine afstand tot de bebouwing kan leiden tot deformatie van de ondergrond.

Trekken
Veel damwanden en combiwanden hebben een tijdelijke functie. Verwijderen na afloop van de bouwperiode is meestal aantrekkelijk uit oogpunt van kostenbesparing en het vermijden van blijvende obstakels in de ondergrond. Dit zal niet altijd mogelijk of gewenst zijn vanwege aspecten zoals bereikbaarheid van de damwand/combiwand en kans op schade voor de omgeving. De gebruikelijke methode om damwanden te verwijderen is trillen in combinatie met statisch trekken. Door het trillen worden wateroverspanningen opgebouwd en vindt mogelijk enige herschikking van korrels in het contactvlak wand-grond plaats. Hierdoor neemt het contact wand-grond en daarmee de weerstand tegen verwijderen af. Na enige tijd is de weerstand zover afgenomen dat de plank in beweging komt.

<u>Invloed op schade aan belendingen in de omgeving</u>
Bij het trekken van een damwand is er kans op zakkingen in de omgeving door verdichting van het zand en doordat er volume uit de grond wordt verwijderd. Indien de wand een waterscheidende laag doorsnijdt is er het risico dat na verwijderen van de damwand een met zand gevulde spleet achterblijft en er een lekweg ontstaat waar kwel uittreedt. Het risico van spleetvorming zal toenemen naarmate de afsluitende laag dunner is en/of het stijghoogteverschil over de laag groter is.

4.3.2 Combiwand

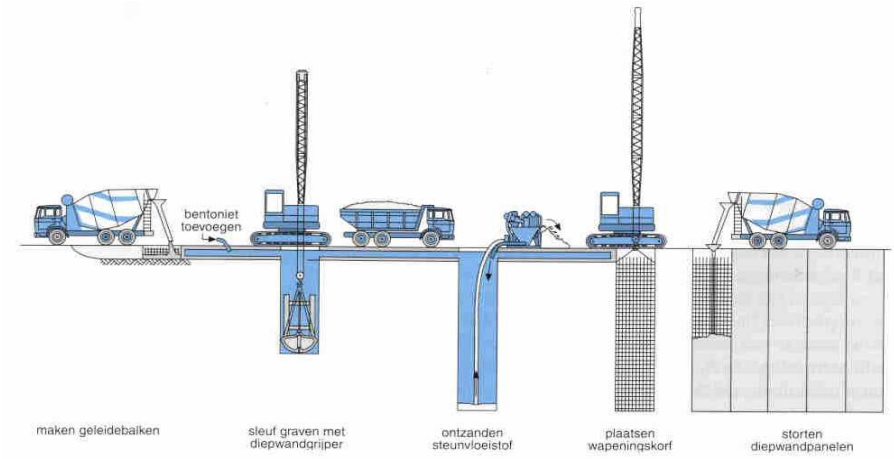
Combiwanden zijn te beschouwen als een bijzondere vorm van een damwand. Ze bestaan uit stalen buispalen, de primaire elementen, waartussen damwandprofielen worden aangebracht. Op de buispalen zijn damwandsloten gelast.

<u>Invloed op schade aan belendingen in de omgeving</u>
Voor een combiwand gelden dezelfde kenmerken als bij een damwand, met als verschil dat een combiwand minder gevoelig is voor vervorming vanwege zijn grotere stijfheid.

4.3.3 Diepwand

Een diepwand is een door ontgraving in de grond vervaardigde, al dan niet gedeeltelijk geprefabriceerde, betonnen wand. Een diepwand bestaat uit betonnen panelen die geluidsarm en trillingsvrij worden gevormd. Het is hierdoor mogelijk om dicht langs belendingen te werken. Harde grondlagen kunnen zonder problemen worden gepasseerd. Diepwanden zijn vrijwel altijd van gewapend beton.

Bij het maken van diepwanden kunnen de volgende fasen worden onderscheiden:
- voordat wordt begonnen met het ontgraven van de ruimte (sleuf) waar de diepwanden in worden gemaakt, worden ter weerszijden van het te graven traject, geleidebalken aangebracht;
- vervolgens start het ontgraven van de sleuf. De ontgraving wordt met behulp van een steunvloeistof (vaak een bentonietsuspensie) stabiel gehouden;
- wanneer de sleuf op diepte is gemaakt, wordt de in de sleuf aanwezige steunvloeistof vervangen door een gezuiverde spoeling en kan wanneer dit gebeurd is een wapeningskorf in de sleuf worden aangebracht;
- de sleuf wordt vervolgens van onderaf met beton gevuld, waarbij de steunvloeistof wordt verdrongen en aan de bovenzijde van het paneel wordt afgepompt.
- ter plaatse van de voegen van de panelen worden speciale voorzieningen aangebracht ten behoeve van de waterdichtheid.



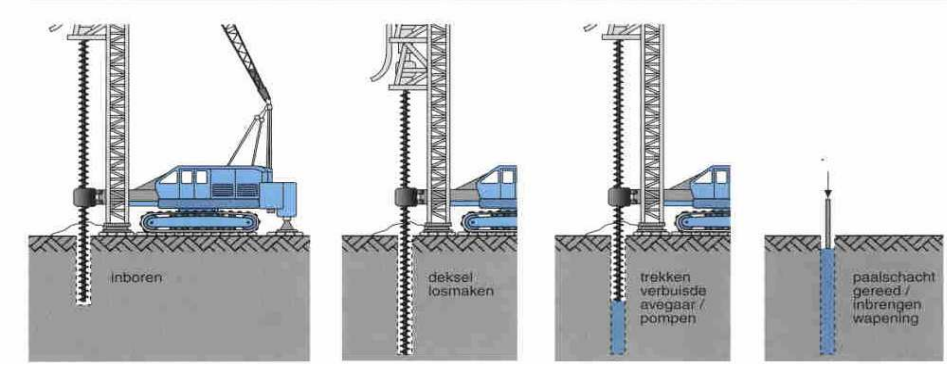
Figuur 4.5. Schematisering van het diepwandproces [COB, 2000].

<u>Invloed op schade aan belendingen in de omgeving</u>
Door het ontgraven en aanbrengen van beton kan er ontspanning van de grond optreden, waardoor in daarvoor gevoelige gronden zettingen op kunnen treden. Een verder aandachtspunt bij diepwanden is de stabiliteit van de sleuf, er moet voorkomen worden dat de grond rond de omgraving in de sleuf glijdt. Diepwandvoegen zijn nooit 100% waterdicht te krijgen. Er is een kans op lekkage als er problemen optreden bij de uitvoering van de wand.

4.3.4 Boorpalenwand

Een boorpalenwand is opgebouwd uit een rij niet-grondverdringende in de grond gevormde palen van beton, cementbentoniet of geïnjecteerde grond die enigszins overlappend naast elkaar zijn geplaatst. Voor grond- en waterkerende wanden worden eerst primaire palen geboord. Deze worden gevuld met een cement-bentonietsuspensie. Als de primaire palen enige dagen zijn opgestijfd en een ongeveer gelijke sterkte hebben gekregen als de omringende grond, worden de tussenliggende palen gemaakt. De secundaire palen worden gewapend. Voor dit type wand worden vooral avegaarpalen en buisschroefpalen toegepast; voor palen van grote diameter meestal boorpalen.

Bij dit type paal wordt een avegaar op diepte geboord, wordt hij getrokken en wordt tegelijkertijd beton gestort. Direct daarna wordt de wapeningskorf trillend ingebracht. Deze methode is minder geschikt in de nabijheid van belendingen vanwege de ontspanning van de omliggende grond tijdens de uitvoering. De uitvoering kan ook verbuisd plaatsvinden. Hierbij wordt tegelijkertijd een buis om de avegaar heen de grond ingebracht, waardoor er geen of nauwelijks ontspanning van de omliggende grond optreedt.



Figuur 4.6. Schematische weergave van het maken van een verbuisde schroefpaal [COB, 2000].

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Door de grond los te boren kan er ontspanning van de grond optreden. Dit is echter minder dan bij een diepwand, omdat het om een kleinere hoeveelheid grond gaat. Ook kan deze ontspanning worden gereduceerd door verbuisd te boren. Wanden die opgebouwd zijn uit gewapende boorpalen zijn, zeker op grote diepten, niet altijd voldoende waterkerend. De mate waarin de palen elkaar overlappen bepaalt de kans op lekkage.

Ondersteuning

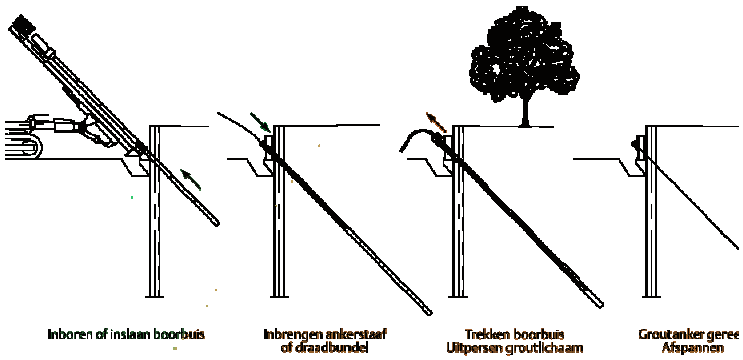
Om de buigende momenten en de verplaatsing te beperken wordt de wand van de bouwput vaak gestempeld of verankerd. Stempelen vind plaats tussen de wanden van de bouwput (binnen de bouwput) en verankeren vind zich plaats achter de wanden (buiten de bouwput). De keuze tussen de twee hangt van verschillende factoren af zoals bijvoorbeeld de breedte van de bouwkuip, de diepte van de bouwkuip etc.

4.3.5 Verankering

Bij verankeringen moet een horizontale trekkracht op de grond worden overgebracht.
Hiervoor kunnen de volgende systemen worden toegepast:

- ankerschotten of ankerwanden
- schroefankers
- schroefinjectieankers
- groutankers
- ankerpalen

Bij bouwputten wordt zelden gebruik gemaakt van ankerschotten. Deze worden vaak toegepast bij kademuren. Ook schroefankers worden weinig toegepast vanwege hun beperkte houdkracht.



Figuur 4.7. Schematisering inbrengen van een groutanker [productblad Groutankers BAM grondtechniek].

Installatie groutanker
Een mantelbuis wordt op diepte gebracht waarna deze van binnen wordt gereinigd en gevuld met grout. Daarna wordt de ankerstang in de mantelbuis geplaatst. De bovenkant wordt met een injectiekap afgesloten. Vervolgens wordt de mantelbuis getrokken en de grout tegelijkertijd onder hoge druk geïnjecteerd. Als de mantelbuis tot de ontwerplengte van het groutlichaam getrokken is, wordt de druk verlaagd. Over het traject van de vrije ankerlengte wordt de grout met geringe overdruk geïnjecteerd.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Er is een kans op zakking van funderingen door tijdelijke ontspanning van de grond onder het funderingsvlak bij installatie van ankers. Ook kan het draagvermogen van de paalfunderingen van belendingen in de nabijheid negatief worden beïnvloedt. Bij falen (te 'slap' of bezwijken) van één of meerdere ankers kan er ernstige vervorming optreden van de wand.

4.3.6 Stempelraam

Een stempelraam is een constructie van gordingen en stempels van staal of beton, die in een bouwkuip worden geplaatst voor de stabiliteit van de wanden en soms ook om vervormingen van de wanden te beperken. Soms moeten meerdere stempellagen worden gebruikt om de deformaties en buigende momenten in de damwanden te beperken. De afmetingen van het stempel, vaak een stalen buispaal, zijn afhankelijk van de stempelkracht en de lengte van het stempel. Bij grote overspanningen worden wel tussenopleggingen aangebracht die fungeren als knikverkorters.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Bij falen (te 'slap' of bezwijken) van één of meerdere stempels kan er ernstige vervorming optreden van de wand.

4.4 BOUWPUTONDERDEEL: BOUWPUTBODEM

Om een constructie in den droge te realiseren aan te leggen beneden de grondwaterstand zijn er twee soorten oplossingen.

1. Het verlagen van de grondwaterstand beneden het ontgravingniveau.
2. Zorgen voor een rondom gesloten bouwput met een adequate bouwputbodem.

Geohydrologisch open bouwput

Er is sprake van een (geohydrologisch) open bouwput, wanneer de bemaling invloed kan hebben op het bestaande grondwaterpeil van de omgeving buiten de bouwput.

Een bemaling is een kunstmatige verlaging van de grondwaterstand zodanig dat bepaalde bouwwerkzaamheden op een veilige wijze in den droge kunnen worden uitgevoerd. Er moet daarvoor een hoeveelheid grondwater aan de bodem worden

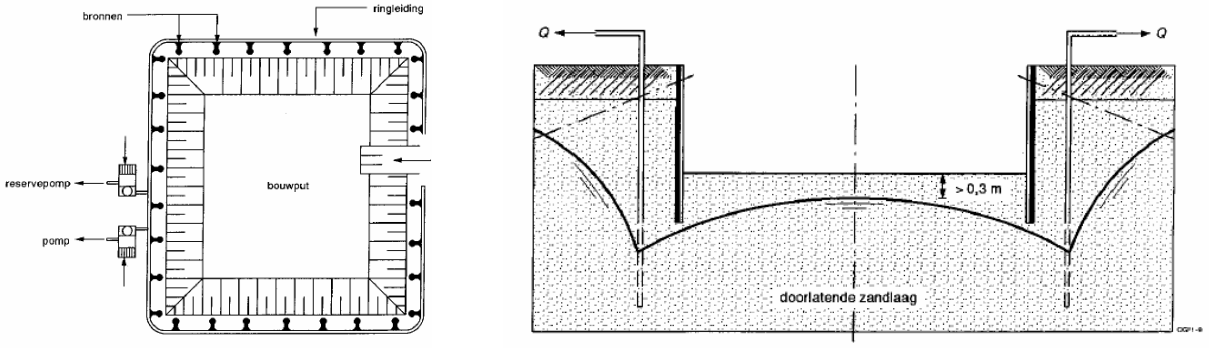
onttrokken. In de geohydrologie wordt onderscheid gemaakt tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het grondwater in een watervoerend pakket. Onder de freatische grondwaterstand wordt verstaan het niveau waarop het grondwater wordt aangetroffen bij een ontgraving.

4.4.1 Freatische bemaling

Als het over freatische bemaling gaat, betekent dit het verlagen van de grondwaterstand in een relatief doorlatend pakket, waarbij de vrije waterspiegel, het freatisch vlak, wordt verlaagd.

Voor het bemalen van het freatisch vlak zijn er meerdere mogelijkheden.

- een open bemaling, hierbij wordt water weggepompt door middel van een (klok)pomp die in een bouwput wordt gehangen.
- bronbemaling (vacuüm), bij een vacuümbemaling zal door het creëren van vacuüm in de filters het water worden opgezogen en via een gemeenschappelijke zuigleiding worden afgevoerd.
- bronbemaling (onderwaterpomp), als er dieper dan 6 meter bemaald moet worden, gaat men over naar bronbemaling met een onderwaterpomp. De bemalingsput wordt voorzien van een onderwaterpomp, die zich bevindt onderin de filterputten.



Figuur 4.8. Schematisering van een freatische bemaling [Elsevier opleiding en advies, Grondmechanica en funderingstechniek, 2005].

Retourbemaling (bij een retourbemaling wordt het water door middel van putten weer in de grond gebracht) kan worden toegepast om grondwaterstandverlaging ten gevolge van de bemaling in de omgeving te beperken.

<u>Invloed op schade aan belendingen in de omgeving</u>
Doordat de freatische grondwaterstand in de omgeving wordt beïnvloed kan maaiveldzakking optreden, wat vervolgens weer kan leiden tot schade aan bebouwing en infrastructuur en waardoor de negatieve kleef op paalfunderingen kan toenemen. Verlaging van het freatisch vlak wordt in oude steden vaak niet toegestaan vanwege de kans op droogstand van houten paalfunderingen.

4.4.2 Spanningsbemaling

Wanneer er onder klei- of veenlagen sterk watervoerende lagen zijn, kan de spanning in het grondwater zo groot zijn, dat de stijghoogte (onder stijghoogte wordt verstaan de hoogte, tot waar het grondwaterniveau stijgt in een peilbuis, die in een watervoerend pakket is geplaatst) boven het freatisch vlak uitkomt.

Bij het ontgraven van een bouwput in een dergelijk terrein kan de dikte van de boven de zandlaag gelegen klei zo gering worden, dat de kans bestaat op een evenwichtsverstoring.

Het evenwicht bestaat uit een opwaartse kracht van waterdruk en een neerwaartse kracht van het gewicht van de grond en het water. Dit evenwicht dient voldoende gewaarborgd te zijn, anders bestaat de kans, dat de bouwputbodem openbarst of er ontstaan wellen. Door een bronbemaling (vaak met onderwaterpomp door de diepte waar de laag zich bevindt) in de zandlagen onder de waterafsluitende laag te plaatsen kan dit worden ondervangen. De bouwput zelf kan met een open bemaling worden droog gehouden.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Verlagingen van de stijghoogte van het spanningswater in het watervoerend pakket veroorzaken verhoging van de effectieve spanningen en daardoor zettingen in de zone juist boven het watervoerend pakket. Minder goed op palen gefundeerde gebouwen zullen als gevolg van de geactiveerde negatieve kleef een zakking kunnen ondergaan.

Geohydrologisch gesloten bouwput

Er is sprake van een (geohydrologisch) gesloten bouwput wanneer een constructieve wand wordt aangebracht tot in een dieper gelegen kleilaag om een praktisch 'waterdichte' bouwput te realiseren. Wanneer een afsluitende laag binnen bereikbare diepte ontbreekt, zijn er kunstmatige oplossingen op ontgravingsniveau van de bouwput mogelijk, zoals onderwaterbeton of chemische injectie.

4.4.3 Natuurlijke bodemafsluiting

Bij een natuurlijke bodemafsluiting worden de wanden rondom de bouwput doorgezet tot in een van nature sterk waterremmende laag. Om dit te kunnen realiseren zal de waterremmende laag wel aan enkele eisen moeten voldoen:
- de waterremmende laag moet van voldoende dikte zijn
- de waterremmende laag moet op een bereikbare diepte liggen
- de wand moet voldoende ver in de remmende laag penetreren
- de waterremmende laag moet vrij zijn van perforaties en lekkages

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Er bestaat een kans dat de waterremmende laag opbarst als gevolg van een evenwichtstoornis (door het afgraven van de bovenliggende grond). Hierdoor kan het grondwater in de omgeving de bouwput binnen stromen waardoor er zettingen kunnen plaatsvinden. Ook kan er sprake zijn van lekkage door de vloer, als gevolg van een onvoldoende aansluiting tussen de wand en de waterremmende laag, waardoor er welvorming kan optreden. Er kan ook lekkage door de waterremmende laag plaatsvinden doordat de laag niet voldoende homogeen is en er bijvoorbeeld zand inzit.

4.4.4 Onderwaterbetonvloer

Als er geen waterremmende laag aanwezig is, kan er gekozen worden voor een kunstmatige horizontale begrenzing. Een veel voorkomende oplossing is de onderwaterbetonvloer. Na het gereedkomen van de verticale wanden en ontgraving van de bouwput wordt het beton onder water gestort. Na het verharden van het beton wordt de bouwput vervolgens droog gepompt. Om de opwaartse waterdruk tegen de onderkant van de vloer te weerstaan wordt de vloer vaak verankerd met behulp van palen of ankers. De vloer kan ook onverankerd worden toegepast bij een voldoende lage opwaartse waterdruk (bijvoorbeeld bij zeer ondiepe putten) waardoor het eigengewicht van de vloer toereikend is.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Er kan sprake zijn van lekkage door de vloer, als gevolg van een onvoldoende aansluiting tussen de wand en de onderwaterbetonvloer, waardoor er welvorming kan optreden. Ook bestaat er een kans op welvorming langs de palen.

4.5 BOUWPUTONDERDEEL: PAALFUNDERING CONSTRUCTIE

Om de belasting vanuit de constructie aan de ondergrond over te dragen moet de constructie gefundeerd worden. Er zijn twee manieren om een constructie te funderen, op staal (hier wordt in dit onderzoek niet verder op ingegaan) en op palen. De funderingwijze die wordt gekozen is afhankelijk van de belastingen op de constructie en de diepte van de draagkrachtige laag. Palen brengen de belastingen vanuit de constructie over naar de draagkrachtige zandlaag, die zich onder de slappe toplagen bevindt. In de literatuur [SBR, 1996] worden meer dan vijftig paalsystemen onderscheiden. In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van een vaak voorkomende opdeling in hoofdklassen, namelijk grondverdringende palen, beperkt grondverdringende palen en grondverwijderende palen.

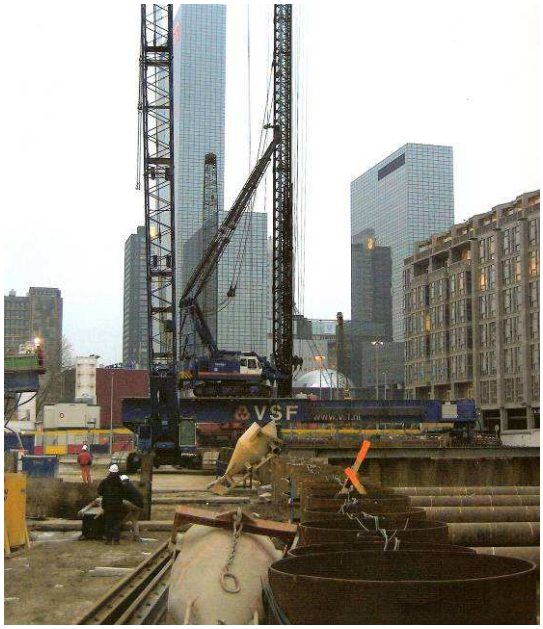
4.5.1 Grondverdringend

Onder volledige grondverdringing wordt verstaan dat tijdens het inbrengen van een paal een volume grond, gelijk aan het volume van de paal, zijdelings wordt weggeperst. Veel grondverdringende palen worden heiend ingebracht.

4.5.2 Beperkt grondverdringend

Open stalen buispalen en stalen profielen worden beperkt grondverdringende palen genoemd vanwege het feit dat het oppervlakte van de paal een gering oppervlakte heeft en er dus minder grond verdrongen wordt.

<u>Invloed op schade aan belendingen in de omgeving</u>
Bij geheide grondverdringende palen in losgepakt zand treedt verdichting in de bouwput en onder de punt van de wand op waardoor de wand verticaal kan zakken. Ook treden er trillingen op die voor schade aan de belendingen kan zorgen. Hierdoor kan grond in de omgeving ook gaan zakken. Ook kan door verticale zakking van de wand de actieve korreldruk toeneemt en hierdoor een grotere vervorming van de wand optreden. Een ander effect is de toename van wateroverspanning in zand en klei. Hierdoor neemt de passieve weerstand af en zal de wand moeten vervormen om voldoende weerstand te mobiliseren. Bij het gebruik van een traverse om de heistelling te plaatsen worden de wanden verticaal belast. Als de verticale draagkracht kleiner is dan deze belasting kan de wand ontoelaatbaar zakken.



Figuur 4.9. Heien vanaf traverse [Geotechniek, april 2007].

4.5.3 Grondverwijderend

Bij grondverwijderende palen wordt er grond verwijderd waar vervolgens een paal voor in de plaats komt. Een voorbeeld hiervan is een boorpaal die gemaakt wordt door een gat in de grond te boren, dat gesteund wordt met bentonietspoeling. Met behulp van een stortpijp wordt het gat van onderaf gevuld met beton.

Invloed op schade aan belendingen in de omgeving
Bij de installatie van de palen kan ontspanning van de grond optreden waardoor de bouwputwand iets horizontaal kan gaan verplaatsen. Een aandachtspunt verder is het gevaar voor welvorming als de palen door een watervoerende laag worden aangebracht (bij gladde, geprefabriceerde palen is dit minder). Ook hierbij is het gevaar van het zakken van de wand door het aanbrengen van de palen vanaf een traverse.

5 METHODE VAN RISICOANALYSE

In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op de keuze voor de methode van risicoanalyse die in dit onderzoek gebruikt is om een risicomodel te realiseren.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de analyse van de risico's. Eerst moeten de risico's in de omgeving worden geïdentificeerd en vervolgens wordt van een deel van de risico's een inschatting gemaakt (zie figuur 3.2). In paragraaf 5.1 wordt er een toelichting gegeven op welke manier de risico's tijdens dit onderzoek zijn geïdentificeerd. Vervolgens wordt er, in paragraaf 5.2, ingegaan op de keuze van de methode van risicoclassificatie. Deze keuze volgt uit een programma van eisen dat is opgesteld aan de hand van gesprekken met diverse betrokken partijen. Hierin worden de eisen *(wensen)* aan een model gegeven en hieruit volgt welke methode hier bij aansluit.

5.1 RISICO-IDENTIFICATIE

Er zijn vele technieken mogelijk om risico's te identificeren, zoals te lezen is in paragraaf 3.4.1. Om risicomanagement van nut te laten zijn tijdens een project is het van belang dat de risico-identificatie erg grondig en gedetailleerd is [Bajaj et al., 1997]. Als een risico niet wordt geïdentificeerd kan deze niet worden gecontroleerd [Toakley en Ling, 1991]. Hieruit blijkt het belang van de eerste fase, als deze onvolledig is betekent dit, dat dit ook in de volgende stappen doorwerkt. Er wordt beweerd dat de grote voordelen van risicomanagement eerder uit de risico-identificatie fase komen dan uit de fase van risicoanalyse [Uher, 1999].
Om deze fase zo volledig mogelijk te maken is er in dit onderzoek gebruik gemaakt van een combinatie van verschillende technieken.

Er is gekozen om gebruik te maken van een boomstructuur om zo op een gestructureerde manier de ongewenste gebeurtenissen te achterhalen en deze op een overzichtelijke manier weer te geven. Hierbij is er de keuze tussen een foutenboom en een gebeurtenissenboom. Er is voor een *foutenboom* gekozen omdat er tijdens dit onderzoek enkel wordt gekeken naar één gevolg van de ongewenste gebeurtenissen, namelijk schade aan bebouwing. Enkel dit gevolg is van belang, wat de overige gevolgen van de ongewenste gebeurtenissen zijn, is voor dit onderzoek niet relevant. Wanneer combinaties van de gebeurtenissen meerdere gevolgen kunnen hebben, dan kan beter een gebeurtenissenboom gebruikt worden [www.risman.nl].
De foutenboom heeft een tweeledige functie, ten eerste als een middel om risico's te identificeren en ten tweede als een helder communicatiemiddel naar de betrokken partijen waarop alle risico's overzichtelijk weergegeven zijn.

Met behulp van een *literatuurstudie* is vervolgens de foutenboom 'ingevuld'. Door vakliteratuur (onderwijsboeken, projectrapporten etc.) door te nemen, is er gekeken naar het uitvoeringsproces van de verschillende bouwputonderdelen, om zo de ongewenste gebeurtenissen die tot schade leiden, te achterhalen.
Bij de gebruikmaking van risico's die geïdentificeerd zijn op basis van literatuur (historische data) moet er echter worden gewaakt voor 'hindsight' [Bajaj et al., 1997]. Hiermee wordt bedoeld dat er geen nieuwe risicobronnen worden geïdentificeerd en er moet hierbij in gedachte worden gehouden dat elk project uniek is.
De opgestelde foutenboom is vervolgens voorgelegd aan twintig geotechnische adviseurs (ervaring van de groep variërend van minder ervaren tot zeer ervaren) met een *vragenlijst* eraan gekoppeld. Hierbij is gevraagd of deze de foutenboom kunnen controleren op juistheid en volledigheid. Op deze manier wordt het gevaar ondervangen van risico-identificatie door één persoon. De ervaring van één persoon kan gelimiteerd

zijn, bijvoorbeeld als deze alleen maar ervaring heeft met risicoloze projecten, dan zal de risico-identificatie positief uitvallen en andersom [Bajaj et al. 1997].
Wanneer de risico-identificatie afgerond is en de ongewenste gebeurtenissen in de omgeving, die tot schade aan bebouwing leiden, bekend zijn wordt er hieruit een selectie gemaakt welke risico's verder geanalyseerd worden.

5.2 RISICOCLASSIFICATIE

Nadat de risico's geïdentificeerd zijn is hieruit een selectie gemaakt welke risico's verder geanalyseerd worden. Er is een selectie gemaakt vanwege het feit dat niet alle risico's wegens de tijdsduur van dit onderzoek te modelleren zijn. Deze selectie is terug te vinden in paragraaf 6.4. De kans op voorkomen van een ongewenste gebeurtenis (zie definitie risico paragraaf 3.1) is namelijk afhankelijk van een combinatie van een groot aantal invloedsfactoren. Het is niet mogelijk gezien de duur van dit onderzoek om van elk van de ongewenste gebeurtenissen deze invloedsfactoren te achterhalen en deze in een model te verwerken. In paragraaf 6.4 wordt er verder ingegaan op de selectiecriteria en de gekozen risico's.

Het risicoafweging-model, om een ongewenste gebeurtenis verder te modelleren, is ontwikkeld vanuit een programma van eisen dat is opgesteld aan de hand van gesprekken met diverse betrokken partijen. Aan de hand van deze eisen wordt duidelijk hoe het model eruit moet gaan zien en welke methode van risicoanalyse gebruikt kan worden.

5.2.1 Programma van eisen

Aan de hand van gesprekken met diverse betrokken partijen zijn er wensen naar voren gekomen. Deze wensen zijn in dit onderzoek vertaald naar een programma van eisen. Hierin staat vermeld waaraan een risicoafweging-model moet voldoen.

Eisen ten behoeve van einddoel model

1. Het model moet een aanzet zijn tot het ontwikkelen van een manier van denken over risico's en het belang van risicoafweging op het ontwikkelen van een bouwput; met het model moet in een vroegtijdig stadium de risico's onderkend worden. Een adviseur moet, voordat er ook maar iets ontworpen wordt, 'gedwongen' worden om na te denken over de invloed (consequenties) van een mogelijk bouwputontwerp op de omgeving.
2. Het model moet een globale inschatting van de aanwezige risico's geven. Deze inschatting zou kunnen bestaan uit een indeling in verschillende risicoklassen. Er moet met behulp van een gebiedskaart van de omgeving van het project, enkele basisgegevens en het model een overzicht gemaakt kunnen worden van de ligging van de risicozones.
3. Het model moet ondersteuning bieden tijdens de afweging van verschillende uitvoeringsalternatieven, door aan te geven wat de consequenties van een alternatief zijn. Het model biedt enkel ondersteuning, de adviseur moet zelf een keuze maken.
4. Het model moet bruikbaar zijn als communicatiemiddel naar derden toe; met behulp van het model moet een opdrachtgever kunnen worden overtuigd van de gevolgen in de omgeving bij de keuze voor een bepaald bouwputonderdeel.

Gebruikseisen

5. Het model moet praktisch bruikbaar zijn.
6. Het model moet gebruiksvriendelijk en eenvoudig te hanteren zijn in de toepassing en uitvoering; een beginnend adviseur moet het model kunnen begrijpen en deze kunnen toelichten aan een ondeskundig opdrachtgever.
7. Het model moet te 'controleren' zijn. Een adviseur moet weten hoe het antwoord tot stand komt om zo inzicht te krijgen in de werking van het model.
8. Het model moet in een relatief korte tijd (ca. een uur) te gebruiken zijn.

9. Het model moet per project toe te passen zijn.

10. Het model moet per specifiek geval aan kunnen geven wat de consequentie is van een bepaalde uitvoeringsmethode. Hiermee wordt bedoeld dat er per geval specifieke invoergegevens kunnen worden ingevoerd en dat dit leidt tot een indicatie van het risico op de specifieke locatie.

Inhoudelijke eisen

11. In het model moeten de relaties van de factoren, die leiden tot het risico, overzichtelijk getoond worden.
12. In het model moet de onderlinge afhankelijkheid van de factoren, die leiden tot het risico, te zien zijn. Het moet duidelijk zijn wat het effect is van een factor op het eindresultaat.
13. Om rekening te houden met de onzekerheid van de beschikbare gegevens, moet er in het model een spreiding zitten in de invoerwaardes (parameters).
14. Het model moet de mogelijkheid hebben om kennis van ervaringsexperts hierin te verwerken.

5.2.2 Keuze methode van risicoanalyse

Uit het programma van eisen volgen duidelijke eisen met betrekking tot de voorspellingskracht van het model. Bij gesprekken die hebben geleid tot dit programma van eisen zijn woorden gevallen zoals een 'grote stappen, gauw thuis model' en een 'vlugge risicoscan'. De voornaamste eis is dan ook dat het model een globale inschatting (indicatie) geeft van de aanwezige risico's. Als uit het model blijkt dat er een aanzienlijke kans is op optreden van schade, zal er verder onderzoek plaats vinden.
In het onderzoek van Delft Cluster [2003] wordt er ingegaan op de keuze voor kwalitatieve of kwantitatieve risicoanalyse:

'Of een risicoanalyse kwalitatief dan wel kwantitatief moet worden uitgevoerd en welke methode daarvoor wordt geselecteerd, is afhankelijk van de gewenste voorspellingskracht. De keuze voor een bepaalde methode/techniek hangt af van de vraagstelling, de hoeveelheid beschikbare informatie, de complexiteit, de beschikbare tijd en het beschikbare geld'.

Kwalitatief	**Kwantitatief**
wanneer * tbv verkrijgen van indicatie van belangrijkste risico's en van overzicht	*wanneer* * onderzoek naar haalbaarheid van raming of planning * in geval van lastige besluitvorming * onderbouwing van post onvoorzien
voordelen * snel, begrijpelijk en duidelijk beeld voor alle betrokkenen	*voordelen* * duidelijk over omvang van risico * duidelijk over effect van maatregelen
nadelen * minder informatie over prioriteitsstelling	*nadelen* * kost veel tijd en inspanning * specialistenwerk * door presentatie van harde cijfers ontstaan van schijnbare zekerheid

Tabel 5.1. Overzicht voor-/ en nadelen van kwalitatieve en kwantitatieve analysemethoden [DelftCluster, 2003].

Aan de hand van het programma van eisen wordt hieronder een toelichting gegeven voor de keuze van de methode van risicoanalyse en hoe deze methode gemodelleerd wordt. Het programma van eisen is onderverdeeld in drie groepen en bij elke groep is gekeken welke methode hierbij aansluit.

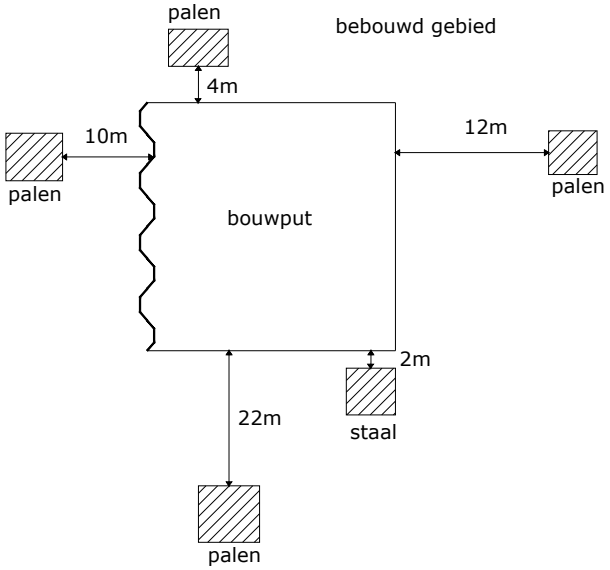
Als er gekeken wordt naar de *eisen ten behoeve van het einddoel* kan er op basis van het onderzoek van DelftCluster [2003] worden gesteld dat een kwalitatieve risicoanalyse

op de meeste punten overeenkomt hiermee. Deze geeft namelijk een indicatie van de belangrijkste risico's en een overzicht hiervan, aansluitend bij eis 2. Verder wordt er vermeldt dat deze een snel, begrijpelijk en duidelijk beeld geeft voor alle betrokkenen, wat aansluit bij eis 4.

Echter kwalitatieve technieken hebben vooral betrekking op het opsporen van (de bronnen van) risico's en veel minder op de afweging en beheersing van die risico's. Als het model moet dienen als ondersteuning tijdens de keuze tussen verschillende alternatieven (eis 3) zal er een afweging in het model moeten plaatsvinden. Ook wordt er in het programma van eisen gevraagd naar een inschatting van de risico's, bijvoorbeeld op basis van risicoklassen (eis 2). Er moet dus een aanvulling op de kwalitatieve analyse worden gevonden.

Deze aanvulling wordt gevonden met behulp van een kwantitatieve techniek, een Bayesiaans Netwerk (zie paragraaf 3.4.3). Een Bayesiaans netwerk bestaat uit een kwalitatief deel en een kwantitatief deel. Het kwalitatieve deel omvat een grafische afbeelding (het netwerk) met de relaties tussen de verschillende variabelen. Het kwantitatieve deel omvat de toewijzing van conditionele kansen aan alle variabelen in kanstabellen. Deze tabellen beschrijven de invloed die voorgaande variabelen hebben op onderliggende variabelen. De uitkomst van de doorrekening van het model bestaat uit de kansverdeling over alle variabelen die opgenomen zijn in het netwerk [DelftCluster, 2003]. De uitkomst bestaat dus uit de kans dat een bepaald risico optreedt. Dit kan als ondersteuning dienen om verschillende alternatieven tegen elkaar af te wegen en hiermee wordt duidelijk wat de consequentie is van een bepaald alternatief, conform eis 3.

De *gebruikseisen* zijn gericht op de gebruiksvriendelijkheid van het te ontwikkelen model. Het model moet praktisch bruikbaar zijn (eis 5), eenvoudig te begrijpen en te hanteren zijn (eis 6) en binnen een relatief korte tijd te gebruiken zijn. Verder is er de eis dat het model per specifiek geval moet aan kunnen geven wat de consequentie is van een bepaalde uitvoeringsmethode (eis 10). Deze eis kan worden toegelicht met onderstaande figuur.



Figuur 5.1. Een vereenvoudigd voorbeeld van een projectlocatie.

Het model moet per specifiek geval (bijvoorbeeld het gebouw, gefundeerd op staal, op 2 meter afstand van de bouwput) inzicht geven in wat de consequentie is van een uitvoeringsmethode (bijvoorbeeld het trillen van een damwand). Wat verder nog een belangrijke eis is, is dat het model te controleren moet zijn (eis 7). Hiermee wordt bedoeld dat de adviseur moet kunnen zien hoe het antwoord tot stand komt.

Zoals al eerder toegelicht bestaat een Bayesiaans Netwerk uit een grafische weergave met hierbij alle variabelen en hun kansverdeling visueel toegelicht. Hierdoor is het voor een adviseur te controleren: 'Als ik deze variabele verander, dan is dit het gevolg op het eindresultaat'. Door de weergave in netwerken, is het model goed te begrijpen voor minder deskundige mensen. Hiermee wordt voldaan aan de eisen 4 (model moet als communicatiemiddel bruikbaar zijn) en 6 (beginnend adviseur moet het model kunnen toelichten aan een ondeskundig opdrachtgever). Een Bayesiaans Netwerk kan gemaakt worden in speciaal hiervoor geschikte software. Als het model éénmaal gemaakt is, kan dit eenvoudig gebruikt worden en is het in relatief korte tijd te begrijpen. Ook kan dit model per project opnieuw ingevuld worden (eis 9) en is het mogelijk om in korte tijd een groot aantal variaties door te rekenen. Verder is een belangrijk kenmerk van een Bayesiaans Netwerk dat het eenvoudig is om geobserveerde kenmerken 'als bewijs' in te voeren. Hiermee wordt bedoeld dat in plaats van een kansverdeling over de waarden van de variabelen, de geobserveerde waarde wordt vastgelegd. Op die manier kan het netwerk in elke specifieke situatie worden gebruikt, aangezien de locale omstandigheden als 'bewijs' ingevoerd kunnen worden, waarna het netwerk opnieuw wordt doorgerekend. Dit sluit aan bij eis 10.

Bij de *inhoudelijke eisen* wordt er o.a. ingegaan op de visuele eigenschappen van het model. De relaties tussen de factoren (en hun onderlinge afhankelijkheid), die leiden tot het risico, moeten overzichtelijk worden getoond (eis 11 en 12). Ook moet het duidelijk zijn wat het effect is van een invloedsfactor op het eindresultaat (eis 12). Bij een Bayesiaans Netwerk is er de mogelijkheid om de (onderlinge) afhankelijkheid van de variabelen in een kwalitatief netwerk te modelleren (zie figuur 3.6, blz. 26). Hiermee is ook te zien wat het effect is van een factor op het eindresultaat.
Aangezien een Bayesiaans Netwerk een methode is om probabilistische theorie toe te passen, wordt hiermee voldaan aan de eis om rekening te houden met onzekerheid van de beschikbare gegevens (eis 13 onzekerheid invoerwaardes).
Omdat tijdens het construeren van het model vooral aandacht wordt geschonken aan de causale relaties tussen de variabelen, kan een Bayesiaans Netwerk zowel intuïtieve (dus subjectieve) als analytische opvattingen omvatten. En hiermee wordt voldaan aan de laatste eis, aangaande de verwerking van de kennis van ervaringsexperts.

Hieronder is een tabel weergegeven, waar de verschillende voor- en nadelen van een Bayesiaans Netwerk gegeven. Ook staat hier aangegeven wat de voor- en nadelen van een MonteCarlo simulatie en het kwantitatief doorrekenen van fouten- en gebeurtenissenbomen zijn.

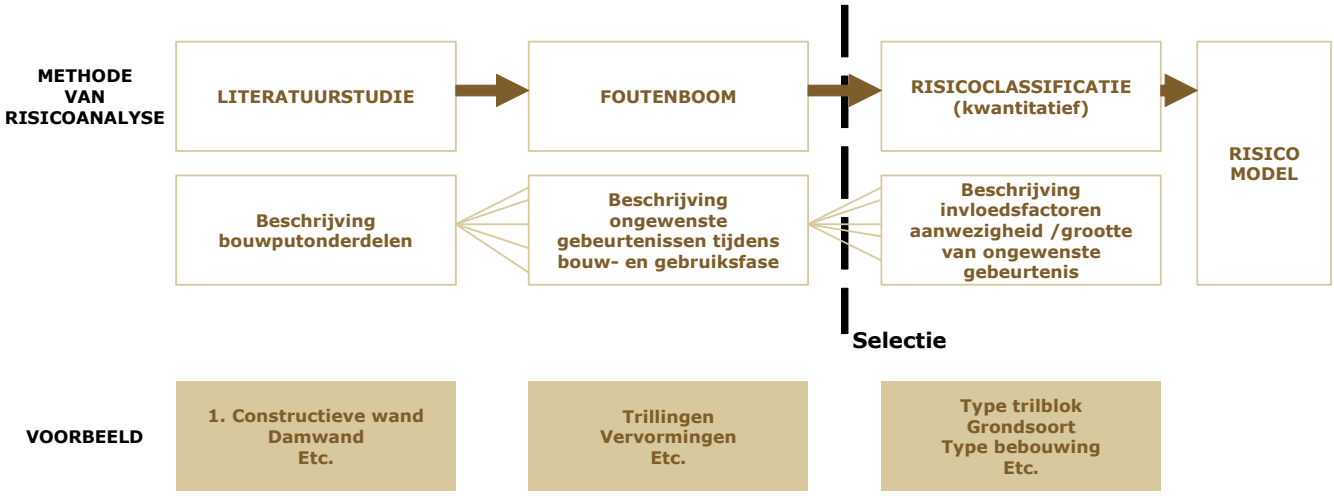
Kwantificerings techniek	Argumenten voor	Argumenten tegen
MonteCarlo Simulaties	* Tools eenvoudig toepasbaar	* Vooral voor procestijd (kritieke pad) en kostenanalyses maar niet voor relationele netwerken oorzaakgevolg.
Foutenboom/ Gebeurtenissen-boom	* Gehele risico uiteen te rafelen	* Afhankelijkheden lastig te modelleren.
Bayesiaanse Netwerken	* Meer relaties tussen variabelen mogelijk; * Slechts gevoel nodig voor probabilistische afhankelijkheden van gebeurtenissen; * Eén expertmening voldoet al; * Invulling netwerkrelaties zowel door intuïtieve als analytische modellen mogelijk; * Geen compleet uitgewerkt fysisch model noodzakelijk, vuistregels en ervaringsregels zijn ook goed; * Op korte termijn al een werkend model; * Voortzetting modeluitbouw mogelijk; * Het netwerk kan leren; * Aanpassing aan lokale specifieke omstandigheden mogelijk; * Gebruik model leidt snel tot uitspraak over risico's; * Goed te begrijpen voor niet-deskundigen;	* Vooral bij groot aantal afhankelijke variabelen wordt kanstabel enorm omvangrijk; * Aanpassen kanstabellen tijdrovend; * Aantal toestanden per variabele beperkt vanwege omvang model; * Idee van relationele samenhang nodig; * Minder geschikt voor analytische berekeningen; * Deskundige specialisten kost het tijd om zich in te werken in het redeneren met kans-modellen, omdat zij gewend zijn aan fysische modellen; * Controle door risico deskundige nodig.

Tabel 5.2. Argumentatie bij de keuze voor een kwantificeringstechniek [DelftCluster, 2003].

Wat voornamelijk van belang is geweest bij de keuze voor een Bayesiaans Netwerk is de mogelijkheid om de afhankelijkheden van de variabelen te modelleren en de begrijpelijkheid (en bruikbaarheid als communicatiemiddel) van een Bayesiaans Netwerk door de grafische afbeelding met de relaties tussen de verschillende variabelen.

5.3 ONTWIKKELEN RISICOMODEL

Nadat de keuze voor de methode van risicoanalyse is gemaakt kan de verdere structuur van het onderzoek vormgegeven worden.



Figuur 5.2. Stappen om tot de ontwikkeling van een risicomodel te komen.

Eerst zijn de verschillende bouwputonderdelen beschreven (links in de figuur) en is er met behulp van deze informatie door middel van een foutenboom gezocht naar de ongewenste gebeurtenissen, die tot schade aan bebouwing leiden (hoofdstuk 6). Deze gebeurtenissen zijn gekoppeld aan de verschillende bouwputonderdelen. Vervolgens wordt er een selectie gemaakt uit deze ongewenste gebeurtenissen (zie paragraaf 6.4).

Van deze geselecteerde ongewenste gebeurtenissen worden de factoren, die invloed hebben op de *aanwezigheid en de grootte* van deze gebeurtenissen, beschreven. In het model worden deze factoren en hun onderlinge relaties gemodelleerd om op deze manier tot een risico-inschatting te komen.

In hoofdstuk 8 wordt verder ingegaan op de bouw van het model.

6 IDENTIFICATIE ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN

In dit hoofdstuk wordt er met behulp van een foutenboom gezocht naar de ongewenste gebeurtenissen, die tot schade aan bebouwing leiden. Er kan op deze manier op een overzichtelijke manier worden gezocht. In paragraaf 6.4 wordt er een selectie gemaakt uit deze ongewenste gebeurtenissen, waar verder in het onderzoek dieper op in wordt gegaan. De foutenboom is terug te vinden in bijlage 1.

De ongewenste gebeurtenissen worden ingedeeld in twee groepen:
- trillingen bij de bouw van de bouwput
- vervorming van de grond (wat leidt tot zakken of rijzen van de belendingen).

De informatie die vermeld staat in dit hoofdstuk is voornamelijk afkomstig uit het handboek Ondergronds bouwen – Deel 2 Bouwen vanaf het maaiveld [COB 2000]. Additionele informatie is afkomstig uit Inleiding Ondergronds Bouwen [COB 2002] en CUR 166 Damwandconstructies [CUR, 2005].

6.1 TRILLINGEN BIJ BOUW BOUWPUT

Bij het installeren van damwanden en heipalen zullen trillingen ontstaan. Afhankelijk van het soort bebouwing in de omgeving (en de afstand tot de trillingsbron), de manier van inbrengen (heien of trillen) en de trillingsfrequentie kan dit tot schade leiden. Trillingen kunnen op twee manieren tot schade leiden, namelijk directe schade (door het meetrillen van onderdelen van het gebouw) en indirecte schade (zakken van belendingen door verdichting van de grond veroorzaakt door trillingen). Hier wordt er ingegaan op directe schade.

Intrillen / inheien damwand & combiwand
Het intrillen van een damwand kan op twee manieren plaatsvinden,namelijk met een laagfrequent (15-25 Hz) en een hoogfrequent (30-40 Hz) trilblok. Voor directe schade aan bebouwing is er een grotere kans op het meetrillen van onderdelen van een gebouw bij het gebruik van een laagfrequent trilblok. Dit komt omdat de eigenfrequentie van vloeren meestal ligt tussen de 9 en 23 Hz. Er zal hierdoor eerder resonantie (onderdeel gaat met de trillingen meetrillen) optreden, wat leidt tot vermoeiing van het onderdeel. Heien is ook laagfrequent.

Uittrillen damwand / combiwand
Bij het uittrillen van een damwand is een trilblok met grotere capaciteit nodig, omdat het contact tussen de grond en de damwand (kleef) moet worden overwonnen. Hierdoor kan het voorkomen dat het uittrillen van de damwand grotere trillingen veroorzaakt dan intrillen doordat er zwaarder getrild wordt met een langere duur.

Heien palen
Het inheien van grondverdringende palen (bijvoorbeeld prefab betonpalen en vibropalen) vanaf het maaiveld of in de bouwput kunnen tot trillingen leiden. De grootte van de palen (lengte en diameter) bepaalt welk type heiblok hiervoor nodig is en bepaalt hiermee ook in combinatie met de grondopbouw de trillingsintensiteit.

6.2 EFFECT VAN VERVORMING VAN DE GROND BIJ FUNDERING OP STAAL

Vervorming van de grond bestaat uit twee vormen, zakken van de grond (meest voorkomend) of zwellen van de grond. Deze gebeurtenissen kunnen allebei leiden tot schade aan belendingen. In deze paragraaf wordt er ingegaan op de ongewenste gebeurtenissen die kunnen leiden tot vervormingen van de grond.

6.2.1 Zakking maaiveld

Zakking van het maaiveld kan meerdere oorzaken hebben, en kan ook het gevolg zijn van een combinatie van meerdere ongewenste gebeurtenissen. Of zakking van het maaiveld leidt tot schade aan belending is voornamelijk afhankelijk van de funderingswijze van de belendingen. Is een belending op staal gefundeerd dan wordt er van uitgegaan dat deze de zakking zal volgen, is een belending op palen gefundeerd dan zal het effect van de zakking van het maaiveld minder grote gevolgen hebben. Bij een belending die op palen gefundeerd is, kan er schade optreden als de laag waarin de palen gefundeerd zijn beïnvloedt wordt, waardoor de draagkracht van de paalfundering afneemt en dit tot zakken van de belending kan leiden.

<u>Verdichting door trillingen</u>

Trillingen kunnen afhankelijk van de grondopbouw leiden tot verdichting van de grond. In het bijzonder in los tot matig vastgepakt zand kunnen hierdoor ongewenste situaties als verzakking en verlies van draagkracht van naburige funderingen ontstaan. Verdichting van zand ontstaat doordat de korrels ten opzichte van elkaar verschuiven. Bij iedere heen- en weergaande beweging kunnen de korrels herschikken en daarbij een iets dichtere pakking aannemen. Globaal kan worden gesteld dat significante verzakkingen verwacht kunnen worden in een zone gelijk aan de halve lengte van het in te brengen object.

Intrillen / inheien damwand & combiwand
Bij het intrillen van een damwand kan verdichting optreden, afhankelijk van de grondopbouw. Bij het gebruik van een hoogfrequent trilblok is de trillingsversnelling groter, waardoor de verdichting van de grond groter is. Ook is er bij intrillen sprake van een continu trilling, terwijl er bij heien sprake is van een herhaald kortdurende trilling. De grootste kans op verdichting ontstaat dan ook bij het gebruik van een hoogfrequent trilblok.

Uittrillen damwand / combiwand
Hetzelfde verschijnsel kan optreden bij het uittrillen van de damwand.

<u>Grondontspanning</u>

Grondontspanning, waarbij de spanningstoestand van de grond verandert, kan leiden tot herschikken van de grondkorrels (en dus verminderen van de stijfheid van de grond), wat leidt tot zakking van het maaiveld.

Volumeverwijdering
Door het verwijderen van een damwand of een ingebracht anker kan maaiveldzakking ontstaan doordat het verlies aan volume opgevuld wordt met de omringende grond.
Bij het trekken van een damwand is er kans op zakkingen in de omgeving doordat er volume uit de grond wordt verwijderd. Ook kan er aan de plank vastklevende grond worden meegetrokken (waarschijnsel dat optreedt in cohesieve grond). Het trekken van damwanden leidt tot een horizontale ontspanning van de grond; de ruimte die eerst werd ingenomen door de damwand, wordt gevuld door de naastgelegen grond. De grond zal 'toestromen' uit de richting waar de opspanning het grootst is.
Bij het verwijderen van ingebrachte ankers kan zakking optreden doordat dit volume opgevuld moet worden.

Uitspoelen zand door constructieve wand
Ten gevolge van het niet goed op elkaar aansluiten van de verschillende wandsecties, kan er water door de wand heen komen (lekkage van de wand). Met dit water kan ook zand de bouwput binnenspoelen, wat leidt tot ontgronding wat snel tot het maaiveld reikt.

Voorboren en spuiten t.b.v. installatie damwand
Door middel van spuiten en voorboren kan er gezorgd worden voor een tijdelijke verlaging van de wrijvingseigenschappen en cohesie. Hierdoor kan een damwand makkelijker worden ingebracht met minder trillingen. Bij spuiten moet rekening worden gehouden met het feit dat grond mee omhoog spoelt. Dit geeft een afname van de dichtheid van het zand, wat kan leiden tot extra zakking in de omgeving. Bij voorboren moet ervoor worden gewaakt dat door het loswoelen van de grond niet de draagkracht van de bestaande funderingen wordt aangetast. Dit is vooral van belang bij een kleine afstand tot de bebouwing.

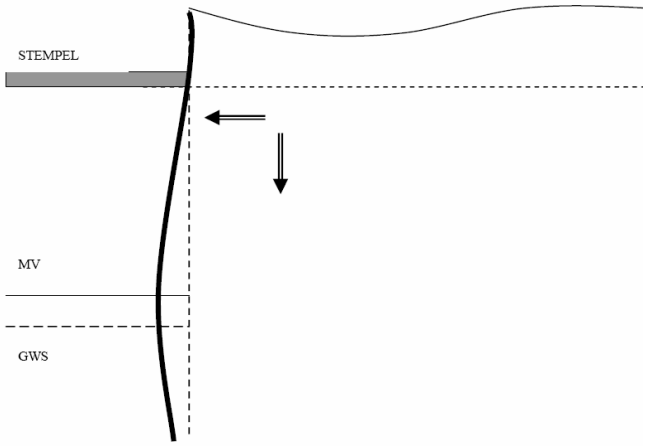
Ontgraven ten behoeve van installatie boorpalenwand / diepwand
Door het ontgraven en aanbrengen van beton kan er ontspanning van de grond optreden, waardoor in daarvoor gevoelige gronden zettingen op kunnen treden. Bij een boorpalenwand kan door de grond los te boren er ontspanning van de grond optreden. Dit is echter minder dan bij een diepwand, omdat het om een kleinere hoeveelheid grond gaat. Ook kan deze ontspanning worden gereduceerd door verbuisd te boren.

Sleufinstabiliteit diepwand
Een aandachtspunt bij de aanleg van diepwanden is de stabiliteit van de sleuf. Hierbij kan het voorkomen dat door ontgraving de grond langs de wand de neiging heeft in de sleuf te glijden (macrostabiliteit). Verder kan het voorkomen dat grondkorrels in de sleuf vallen (vooral bij grove, goed doorlatende lagen), wat in het ergste geval kan leiden tot een totaal stabiliteitsverlies. Deze gevallen kunnen beide leiden tot zakkingen van het maaiveld.

Vervormingen wand

Door het vervormen van de wand, zowel horizontaal als verticaal, ontstaan vervormingen achter de wand. Deze oorzaak is doorgaans de belangrijkste bron van verplaatsingen in de omgeving van een bouwkuip.

Horizontale verplaatsing wand
Door het uitbuigen van de wand of horizontaal verplaatsen ontstaan er vervormingen achter de wand. Dit ontstaat vaak als er begonnen wordt met het ontgraven van de bouwput, omdat er aan één kant geen weerstand meer is tegen de gronddruk aan de andere kant. De stijfheid van de wand is bepalend voor de grootte van de vervormingen achter de wand. Achter elke grondkerende constructie, ongeacht hoe stijf deze ook is, vinden vervormingen plaats. De vervormingen kunnen worden beperkt door het toepassen van ankers en/of stempels, het toepassen van een stijve wand en het toepassen van een wand die zo lang is dat er een grote mate van inklemming optreedt, waardoor de momenten en dus ook de doorbuiging kleiner zijn.



Figuur 6.1. Vervormingen van de wand [Brassinga et al., 2003].

Falen ondersteuning
Falen van de ondersteuning kan op twee manieren gebeuren. Een anker of stempel kan bezwijken, waardoor de wand door de gronddruk horizontaal verplaatst. Het kan ook gebeuren dat door het bezwijken van één element er een sneeuwbaleffect ontstaat en er meerdere elementen bezwijken, waardoor er nog een grotere verplaatsing plaatsvindt.

Als een element (anker of stempel) te licht gedimensioneerd is, kan er ook verplaatsing van de wand plaatsvinden. Dit wordt ook falen genoemd.

Te kleine wandstijfheid
Als gevolg van een te kleine wandstijfheid, vindt er vervorming van de wand voor. Hierdoor kan er aan de bovenkant vervorming achter de wand optreden, wat kan leiden tot maaiveldzakking en schade aan belendingen door het volgen van de maaiveldzakking.

Te geringe inbeddingsdiepte
Bij een wand waar de inbeddingdiepte te klein is, kan de wand horizontaal verplaatsen. Daarentegen als een wand voldoende lang wordt uitgevoerd ontstaat er hierdoor een grote mate van inklemming, waardoor de verplaatsing kleiner is.

Afname passieve weerstand door heien in bouwput
Bij geheide grondverdringende palen in losgepakt zand treedt verdichting in de bouwput en onder de punt van de wand op, waardoor de wand verticaal kan zakken. Door de verticale zakking van de wand kan de actieve korreldruk toenemen en hierdoor kan een grotere vervorming van de wand optreden. Een ander effect is de toename van wateroverspanning in veen en klei. Hierdoor neemt de passieve weerstand af en zal de wand moeten vervormen om voldoende weerstand te mobiliseren.

Ontspanning grond door avegaar- en boorpalen in bouwput
Bij de installatie van grondverwijderende palen kan ontspanning van de grond in de bouwput optreden waardoor de bouwputwand iets horizontaal kan gaan verplaatsen.

Ontlasten grond door ontgraving
Ontgraving in samenhangende grond kan leiden tot een afname van de horizontale korrelspanningen. Onder invloed van de 'normale' horizontale korrelspanningen buiten de put, zal er een nieuw evenwicht worden gezocht door de grond. Grondkerende wanden zullen als gevolg van deze herdistributie van korrelspanningen, in toenemende mate onder spanning komen en als gevolg daarvan verder vervormen.

Verticale verplaatsing wand
Door het zakken van de wand, hier verticale verplaatsing van de wand genoemd, kan er afschuiving van de grond achter de wand plaatsvinden. Verticale verplaatsing kan ook zorgen voor een verplaatsing van de ankers. Dit kan dan weer leiden tot horizontale verplaatsing van de wand.

Bovenbelasting op/achter de wand
Bij het gebruik van een traverse om de heistelling te plaatsen worden de wanden verticaal belast. Als de verticale draagkracht kleiner is dan deze belasting kan de wand ontoelaatbaar zakken. Ook kan de wand zakken door te zwaar materieel langs de wand of tijdelijke grondopslag langs de wand.

Verdichting pakking zand onder de wand
Bij geheide grondverdringende palen in losgepakt zand treedt verdichting in de bouwput en onder de punt van de wand op, waardoor de wand verticaal kan zakken.

<u>Grondwaterstandsverlaging buiten de bouwput</u>

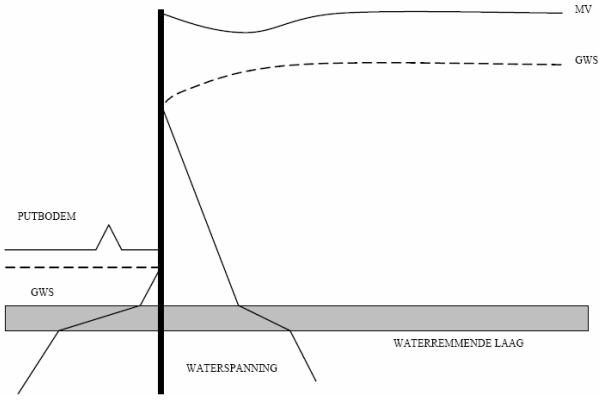
Grondwaterstandsverlaging buiten de bouwput kan verstrekkende gevolgen hebben op gebouwen in de nabijheid van de bouwput. Door verlaging van de grondwaterstand vermindert de waterspanning in de ondergrond en treedt een verhoging van de effectieve spanning op, waardoor slappe lagen kunnen samendrukken en zakking optreedt van op staal gefundeerde gebouwen.

Bemaling
Door een bemaling toe te passen kan het grondwater worden verlaagd en kan de bouwput in den droge worden ontgraven. Hierbij kan het freatische grondwater worden verlaagd of het spanningswater. Verlaging van het freatisch vlak wordt in oude steden vaak niet toegestaan vanwege de kans op droogstand van houten paalfunderingen. Om opbarsten van de bouwput te voorkomen, kan men gebruik maken van een spanningsbemaling. Verlagingen van de stijghoogte van het spanningswater in het watervoerend pakket veroorzaken verhoging van de effectieve spanningen en daardoor zettingen in de zone juist boven het watervoerend pakket. Minder goed op palen gefundeerde gebouwen zullen als gevolg van de geactiveerde negatieve kleef een zakking kunnen ondergaan.

Lekkage wand
Lekkage van de wand kan leiden tot grondwaterverlaging in de omgeving, wat tot gevolg zakking van belendingen kan hebben. Bij de verschillende grond- en waterkerende constructies kan dit optreden. Bij een damwand door lekkage ter plaatse van de sloten tussen de damwandelementen. Dit gebeurt wanneer de sloten tijdens het installeren iets vervormen, waardoor er speling optreedt, en planken uit het slot lopen. Bij diepwandvoegen, die in de praktijk nooit 100% waterdicht te krijgen zijn. Er is een kans op lekkage als er problemen optreden bij de uitvoering van de wand. Wanden die opgebouwd zijn uit gewapende boorpalen zijn, zeker op grote diepten, niet altijd voldoende waterkerend. De mate waarin de palen elkaar overlappen bepaalt de kans op lekkage.

Lekkage waterremmende laag binnen bouwput
Lekkage aan de onderkant kan in meerdere gevallen voorkomen. Er kan sprake zijn van lekkage door de vloer, als gevolg van een onvoldoende aansluiting tussen de wand en de onderwaterbetonvloer of een onvoldoende aansluiting tussen de wand en de waterremmende laag, waardoor er welvorming kan optreden. Dit laatste kan ook plaatsvinden doordat de laag niet voldoende homogeen is en er bijvoorbeeld zand inzit.
Ook bestaat er een kans op welvorming langs de palen. Een aandachtspunt hierbij is het gevaar voor welvorming als de palen door een watervoerende laag worden aangebracht. Dit is vooral het gevaar bij het aanbrengen van grondverwijderende palen, bij gladde, geprefabriceerde palen is dit minder.
Verder kan lekkage ontstaan door onderloopsheid als gevolg van een potentiaalverschil tussen de waterstand buiten de bouwput en in de bouwput. Dit is het gevolg van een te korte wand. Een oorzaak van deze te korte stroomafstand kan zijn het uit het slot lopen van een damwand.

Opbarsten bouwputbodem
Er bestaat een kans dat de waterremmende laag opbarst als gevolg van een evenwichtstoornis (door het afgraven van de bovenliggende grond). Hierdoor kan het grondwater in de omgeving de bouwput binnen stromen waardoor er zettingen buiten de bouwput kunnen plaatsvinden. Tevens een effect is dat door het opbarsten er een vervorming plaatsvindt van de passieve wig, welke kan leiden tot bezwijken van de wand. Ook een onderwaterbetonvloer kan opbarsten, als deze onvoldoende sterkte heeft om de opwaartse druk te keren.



Figuur 6.2. Opbarsten bouwputbodem [Brassinga et al., 2003].

6.2.2 Zwellen grond in bouwput

In plaats van zetting van de grond kan ook zwellen van de grond in de bouwput optreden. In dit geval is er sprake van een volumevergroting van de grond, waardoor deze omhoog komt.

Ontlasten grond door ontgraving
Tijdens de uitvoering van de ontgraving neemt de ontlasting van de grond toe en bereikt direct na het op diepte komen de eindwaarde. Een ontlasting zal leiden tot een verlaging van de waterspanning. Hierdoor blijven de korrelspanningen in eerste instantie ongewijzigd, zodat de grond aanvankelijk een grote schuifsterkte behoudt. De onderdruk in het poriënwater zorgt ervoor dat water en/of lucht wordt aangezogen. Daardoor komt een (omgekeerd) consolidatieproces op gang. De afname van de onderdruk heeft een volumevergroting tot gevolg, waardoor de grond zal zwellen. Bij een diepe ontgraving in cohesieve samendrukbare lagen kan dit leiden tot het rijzen van de bouwput en ook de grond in de nabijheid van de bouwput.

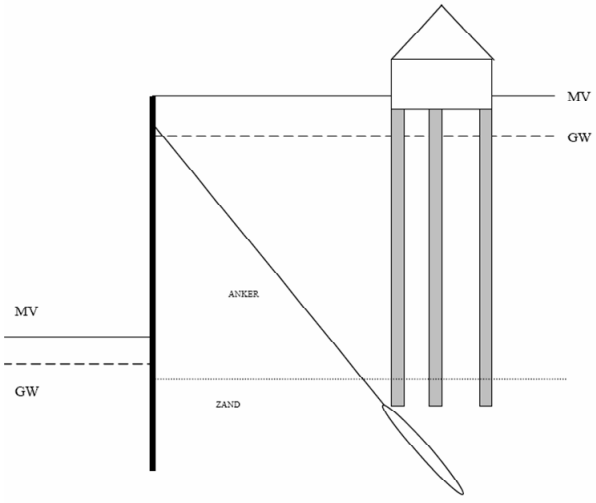
6.3 EFFECT VAN VERVORMING VAN DE GROND BIJ FUNDERING OP PALEN

6.3.1 Afname draagkracht paalfundering

Een fundering op palen is minder gevoelig voor vervormingen van de ondergrond dan een fundering op staal. Echter er kan wel degelijk schade optreden. Dit kan voorkomen in twee gevallen, als een paalfundering onvoldoende veiligheid heeft tegen een toename van de negatieve kleef en als de laag waar de paalfundering zijn draagkracht aan ontleent wordt beïnvloedt.

Grondwaterstandsverlaging buiten de bouwput
Door verlaging van de grondwaterstand vermindert de waterspanning in de ondergrond en treedt een verhoging van de effectieve spanning op, waardoor slappe lagen kunnen samendrukken. Paalfunderingen met een te lage veiligheid kunnen hierdoor gaan zakken. Dit komt doordat er bij deze paalfundering nog geen rekening werd gehouden met negatieve kleef (dit treedt op doordat zakkende, inklinkende grond aan de paal gaat hangen en een extra belasting gaat vormen). Dit geldt vaak voor oudere paalfunderingen (voor 1945). Ook kunnen houten paalfunderingen droog komen staan, wat leidt tot paalrot.

Installatie ankers onder paalpuntniveau belendingen
Door de installatie van ankers kan er een tijdelijke ontspanning van de grond ontstaan. Bij belendingen in de nabijheid is er een kans op afname van het draagvermogen van de paalfunderingen als het anker te dicht bij de fundering wordt geplaatst of de palen op te geringe afstand passeert. Hierdoor wordt het draagvermogen van de paalfundering negatief beïnvloedt. Normaal gesproken is een afstand van minimaal 2 maal de diameter van de paal nodig om geen ontoelaatbare verstoring te veroorzaken, indien langs de palen wordt gegaan met de ankers. Onder de palen moet minimaal 4 maal de equivalente diameter van de paal gesommeerd met het invloedsgebied van de ankers afstand worden gehouden.



Figuur 6.3. Ankerinstallatie onder paalfundering [Brassinga et al., 2003].

Installatie wand onder paalpuntniveau belendingen
Door de installatie van de wand onder het paalpuntniveau van de belendingen kan de draagkrachtige laag waar de palen hun draagvermogen aan ontlenen negatief worden beïnvloedt. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen bij het intrillen van een damwand (wat tot verdichting kan leiden) of bij het verwijderen van grond ten behoeve van de aanleg van een diepwand / boorpalenwand.

6.3.2 Horizontale gronddruk op paalfundering

Als gevolg van de vervorming van een grondkerende wand na het ontgraven van een bouwput kunnen horizontale belastingen optreden op paalfunderingen in de nabijheid van de wand. Dergelijke belastingen leiden tot buigende momenten in de palen en verplaatsing van de palen. Als de palen dit buigende moment niet op kunnen nemen, kan dit leiden tot paalbreuk en zakking van de belendingen.

6.4 SELECTIE ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN

Met behulp van een foutenboom is er gezocht naar de ongewenste gebeurtenissen die tot schade leiden aan bebouwing in de nabijheid van de bouwput. Deze gebeurtenissen komen voort uit de methodes die er zijn om een bouwput aan te leggen. Na de eerste fase van risico-identificatie (m.b.v. een foutenboom) volgt een fase van risicoclassificatie (zie figuur 3.2). Echter niet alle risico's kunnen worden geclassificeerd in de tijdsbestek van dit onderzoek. Dit komt omdat het inschatten van de kans van optreden van een ongewenste gebeurtenis afhankelijk is van een groot aantal invloedsparameters. Deze invloedsparameters zijn onderling afhankelijk en een (ongunstige) combinatie van deze parameters bepaalt de grootte van de kans op optreden van de gebeurtenis.
Omdat het niet mogelijk is alle ongewenste gebeurtenissen te modelleren met behulp van een Bayesiaans Netwerk, moet er een selectie worden gemaakt.

Er is in dit onderzoek gekozen om de ongewenste gebeurtenissen *trillingen bij bouw bouwput* (inclusief *verdichting door trillingen*) en *grondwaterstandsverlaging buiten de bouwput door bemaling* verder te modelleren. Deze selectie is gemaakt op basis van de mate van voorkomen van een ongewenste gebeurtenis. In de praktijk zijn er veel gevallen bekend van schade aan belendingen door trillingen. Dit komt omdat er vaak uit economische overwegingen wordt gekozen voor een constructieve wand die wordt ingebracht met behulp van een hei- of trilblok, waarbij er trillingen ontstaan. Ook zijn er veel gevallen bekend waarbij er schade is ontstaan door waterstandsverlaging in de omgeving. Omdat deze gebeurtenissen veelvuldig voorkomen, is er hierom de keuze gemaakt om deze verder in kaart te brengen.

7 SCHADEMECHANISMEN

In hoofdstuk 6 wordt toegelicht dat er gefocust wordt op de ongewenste gebeurtenissen 'trillingen bij bouw bouwput' en 'grondwaterstandsverlaging buiten de bouwput door bemaling'. Voordat er verder ingegaan wordt op het ontstaan van de Bayesiaanse Netwerken, is er eerst nog een literatuurstudie gedaan naar deze schademechanismen om zo een dieper inzicht te verkrijgen. Voor een verklaring van de gebruikte symbolen in dit hoofdstuk, zie symbolenlijst blz. 120.

7.1 ALGEMEEN

Bij de afweging, welk bouwputtype geschikt is voor de gekozen bouwlocatie, is de bebouwing in de omgeving één van de belangrijkste factoren waarmee rekening gehouden moet worden. De uitvoering van elk onderdeel van de bouwput heeft invloed op de bebouwing in de omgeving. De twee hoofdmechanismen die tot schade aan de bebouwing leiden zijn trillingen en vervormingen (zettingen) van de ondergrond.

Onder schade aan een bouwwerk wordt een verandering van de eigenschappen of van de positie van (een onderdeel van) een bouwwerk verstaan, met één of meer van de volgende gevolgen [SBR, 2002]:

- een verlies van functie, zoals het bezwijken van dragende onderdelen;
- een vermindering van de integriteit van het onderdeel of van het bouwwerk als geheel met betrekking tot zijn dragende functie, waarbij sprake is van een significante vermindering op de korte of langere termijn (vermindering van de verwachte levensduur);
- een vermindering van de economische waarde of van de gebruikswaarde, zoals bij scheurvorming in afwerklagen of betegeling.

7.2 TRILLINGEN

Dit gedeelte vormt een samenvatting van hoofdstuk 5.8 uit CUR 166 Damwandconstructies, derde en vierde druk [CUR, 1997;2002] en SBR-Richtlijn A Schade aan gebouwen [SBR, 2002].

Tijdens het installeren van damwandelementen en heipalen door middel van een hei- en/of trilblok kunnen trillingen in de bodem en in nabijgelegen gebouwen ontstaan. De voortplanting van trillingen door de bodem is een complexe materie. Er zijn veel zaken van invloed zoals de slagkracht, de frequentie, de bodemeigenschappen, en de eigenschappen van het gebouw.

In de Nederlandse bouwpraktijk wordt bij de beoordeling van trillingen meestal gebruik gemaakt van de in 2002 verschenen SBR-trillingsrichtlijnen. Deze richtlijnen bestaan uit 3 delen:

- SBR-Richtlijn A (schade aan gebouwen);
- SBR-Richtlijn B (hinder voor personen);
- SBR-Richtlijn C (storing aan apparatuur).

De SBR-Richtlijn A geeft grenswaarden ten aanzien van schade voor de trillingssterkte op het funderingsniveau en de draagconstructie. Als de trillingssterkte kleiner is dan deze grenswaarden, zal alleen in zeer bijzondere omstandigheden schade kunnen ontstaan.

Bepaling grenswaarde v_r
De bepaling van de grenswaarde is afhankelijk van de manier van inbrengen (heien/trillen en de frequentie hiervan), de funderingswijze en constructiewijze van het gebouw.
In de SBR-Richtlijn A worden gebouwen onderverdeeld in 3 categorieën:

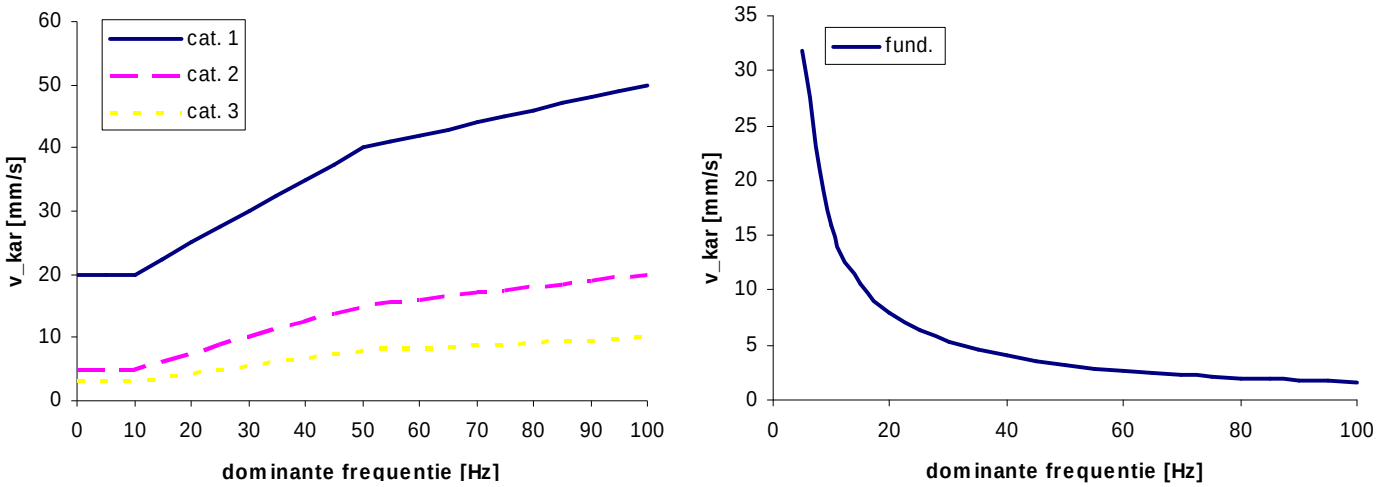
- categorie 1: in goede staat verkerende draagconstructies, beton of staal;
- categorie 2: in goede staat verkerende draagconstructies, metselwerk;
- categorie 3: in slechte staat verkerende gebouwen of monumentale gebouwen.

Voor de beoordeling van de mogelijke schadelijke invloed van trillingen op de fundering en de daarop rustende constructie, kunnen trillingsgevoelige (funderingen op staal op verdichtbaar bodemmateriaal en funderingen op palen die gevoelig zijn voor verhoogde negatieve kleef) en niet-trillingsgevoelige funderingen worden onderscheiden.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende typen trillingsbronnen:

- incidenteel voorkomende kortdurende trillingen (bv. door een explosie);
- herhaald kortdurende trillingen (bv. door heiwerkzaamheden), deze trillingen komen zo vaak voor dat vermoeiingseffecten in bouwmaterialen kunnen optreden;
- continue trillingen; hierbij kunnen resonanties en/of vermoeiingseffecten in bouwmaterialen optreden (bv. door inbrengen damwanden met een trilblok).

In de onderstaande figuur staan de karakteristieke grenswaarden ter voorkoming van schade.



Figuur 7.1. Karakteristieke grenswaarde in mm/s ter voorkoming van schade bij heien / trillen [SBR, 2002].

In de figuur is te zien dat de grenswaarden bij cat. 1 t/m 3 toenemen als de frequentie toeneemt. Door trillingen met een lage frequentie is er een grotere kans dat een gebouw in resonantie komt met het eigen trillingsgetal (de eigen frequentie van vloeren ligt meestal tussen 9 en 23 Hz).
Bij de grenswaarde bij zettingen worden de grenswaarden juist lager naarmate de frequentie toeneemt. Dit komt omdat door trillingen met een hoge frequentie er een grotere kans op verdichting door trillingen is.
Verder is er te zien dat voor kwetsbare gebouwen (vaak gebouwen in slechte onderhoudsstaat) de toelaatbare niveaus aanmerkelijk lager zijn dan voor gebouwen die in goede staat verkeren.

Om nu tot de rekenwaarde van de grenswaarde (V_r) te komen moet de karakteristieke waarde van de grenswaarde V_{kar} worden gedeeld door de partiële veiligheidsfactor (γ_t) die het type trilling in rekening brengt (zie tabel 7.1).

$$V_r = \frac{V_{kar}}{\gamma_t} \qquad (7.1)$$

V_r = de rekenwaarde van de grenswaarde [mm/s]
V_{kar} = de karakteristieke waarde van de grenswaarde [mm/s]
γ_t = de partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt [-]

(Voor de grenswaarde voor trillingsgevoelige funderingen mag een partiele veiligheidsfactor gelijk aan 1.0 worden aangehouden).

herhaald kortdurend - heien	1,5
continu - trillen	2,5

Tabel 7.1. Partiële veiligheidsfactor γ_t die het type trilling in rekening brengt [SBR, 2002].

Bepaling trillingssterkte
Om de trillingsintensiteit te voorspellen tijdens de installatie van damwandplanken en/of heipalen zijn er verschillende methodes mogelijk. Eén hiervan is het bepalen van de trillingsintensiteit op basis van meetresultaten voor een aantal kenmerkende bodemprofielen. Dit empirisch model gaat uit van eenvoudige modellen voor de emissie en transmissie van trillingen. De parameters zijn op basis van meetresultaten en literatuurgegevens bepaald. Hiermee bestaat de mogelijkheid de trillingsintensiteit te berekenen op een bepaald afstand tot het punt, waar een element door heien of trillen wordt ingebracht. De meetresultaten, die zijn gebruikt voor het opstellen van de berekeningsmethode betreffen uitsluitend het inheien of intrillen van stalen damwandelementen. Een ander nadeel van deze methode is dat het bodemprofiel op locatie niet altijd overeenkomt met één van de karakteristieke bodemprofielen.

In de in dit onderzoek gebruikte berekeningsmethode worden de optredende trillingen bepaald met behulp van een drietal componenten:

1. de bronsterkte, te kenmerken door een trillingsintensiteit van de bodem op zekere afstand van de bron, u_o in mm/s. Voor deze afstand wordt hier in overleg met de CUR 166 [1997] 5 m aangehouden;
2. de trillingsoverdracht door bodem;
3. de trillingsoverdracht van de bodem naar de fundering van een gebouw.

Het feit dat de berekening gebaseerd is op een eenvoudig empirisch model, waarvan de parameters zo goed mogelijk aan waarnemingen in de praktijk zijn aangepast, betekent dat er ook enige spreiding ten opzichte van de berekende resultaten te verwachten is. De te verwachten spreiding is in de berekening expliciet gemaakt. Enkele componenten in de berekening (C_{of}) zijn als deterministisch beschouwd, andere (u_o) hebben een zekere spreiding en zijn gekarakteriseerd door gemiddelde variatiecoëfficiënt en kansverdelingsfunctie.

Bronsterkte u_o
De bronsterkte is afhankelijk van het type in te brengen damwandelement (buispaal, damplank), van de afmetingen, van de methode van inbrengen (heien of trillen) en van de grondslag ter plaatse.
Ten aanzien van de grondslag ter plaatse is op basis van geologische informatie een onderverdeling van Nederland aangegeven in 7 karakteristieke bodemprofielen (voor sonderingen zie bijlage 6).

Uit tabel 7.2 kan de referentiesnelheid in horizontale en verticale richting worden bepaald (niet van alle bodemprofielen zijn gegevens bekend). Trillingsgolven in verticale richting zijn vaak maatgevend op de korte afstand. Verder weg van de trillingsbron zijn dit de trillingsgolven in horizontale richting.

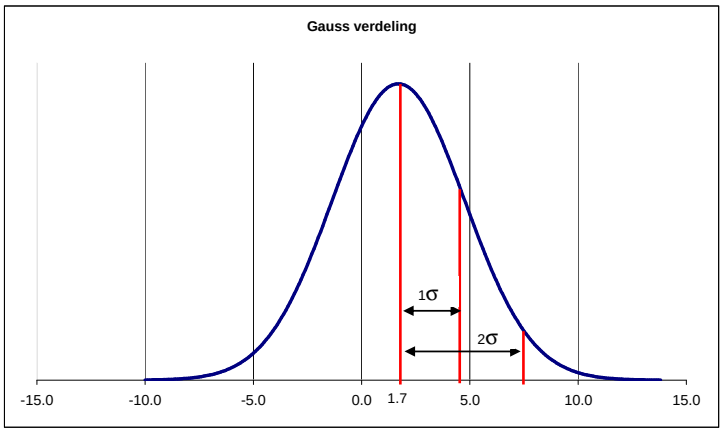
	Trillen						Heien					
Bodemprofiel	u_0 (mm/s)		V_o		α (m-1)		u_0 (mm/s)		V_o		α (m-1)	
	vert.	hor.	vert.	hor.	vert.	hor.	vert.	hor.	vert.	hor.	vert.	hor.
Amsterdam (1)	1.1	1.6	0.9	1.5	0	0	0.03	-	0.6	-	0.03	-
Eindhoven (2)	1.9	2.6	1.1	0.8	0	0	-	-	-	-	-	-
Groningen (3)	1.7	0.9	1.8	0.5	0	0	-	-	-	-	-	-
Den Haag (4)	1.9	2.6	1.1	0.8	0	0	-	-	-	-	-	-
Maasvlakte (5)	-	-	-	-	-	-	0.04	-	0.6	-	0	-
Rotterdam (6)	1.1	1.6	0.9	1.5	0	0	0.017	0.026	0.6	0.6	0.03	0.03
Tiel (7)	1.1	1.6	0.9	1.5	0	0	-	-	-	-	-	-

Tabel 7.2. Overzicht parameters voor inheien / intrillen elementen [CUR 166, 1997].

u_0 = referentiesnelheid op r_0 = 5m afstand [mm/s]
α = dempingsconstante [m^{-1}]
V_o = variatiecoëfficiënt [-]

Om een voorbeeld te geven van de kansverdeling van de bronsterkte u_o is deze uitgewerkt voor het bodemprofiel Groningen (3) in verticale trillingsrichting. In afwijking van de CUR 166 [1997] is uitgegaan van een normale verdeling (in plaats van een lognormale verdeling).

μ (gem.) = 1.7 mm/s
V_o = 1.8
σ (standaardafwijking) = 1.7 * 1.8 = 3.06



Figuur 7.2. Voorbeeld kansverdeling bronsterkte u_o

Dit betekent dat 50% van de waarden van de bronsterkte kleiner zijn dan 1.7 mm/s, 86% kleiner dan 5.0 mm/s en 97% kleiner dan 7.5 mm/s. De waarden voor de bronsterkte kunnen niet negatief zijn.

Bij trillen moet u_0 (afkomstig uit de tabel 7.2) worden verrekend indien de slagkracht van het trilblok groter is dan 350 kN. Voor een grotere slagkracht geldt:

$$u_{0,cor} = u_0 + 0{,}002(F - 350) \quad (7.2)$$

F = de slagkracht van het trilblok in kN

Bij heien wordt de verwachtingswaarde van de bronsterkte verkregen met:

$$u_{0,cor} = u_0 * \sqrt{0.8 * E_{pot} * 1000} \quad (7.3)$$

Hierbij is aangenomen dat ten hoogste 80% van de potentiële energie van de heihamer daadwerkelijk in de grond terechtkomt.

E_{pot} = de potentiële energie van het heiblok in kNm

Trillingsoverdracht door de bodem naar de fundatie
Naarmate de afstand tot de trillingsbron groter is zal het trillingsniveau over het algemeen afnemen. De afname van de trillingen met de afstand kan worden opgedeeld in de volgende componenten:
- geometrische demping (demping over de afstand);
- materiaaldemping (demping door materiaal in de bodem).

Deze afname kan wordt meegenomen door de bronsterkte te verrekenen met de overdrachtsfactor $C_{of.}$

$$C_{of} = 0.7 * \sqrt{\frac{x_0}{x}} \exp[-\alpha(x - x_0)] \quad (7.4)$$

x_0 = de referentieafstand gelijk aan 5 m
x = de afstand tot de bron [m]
α = dempingsfactor, zie tabel 7.2 [m^{-1}]

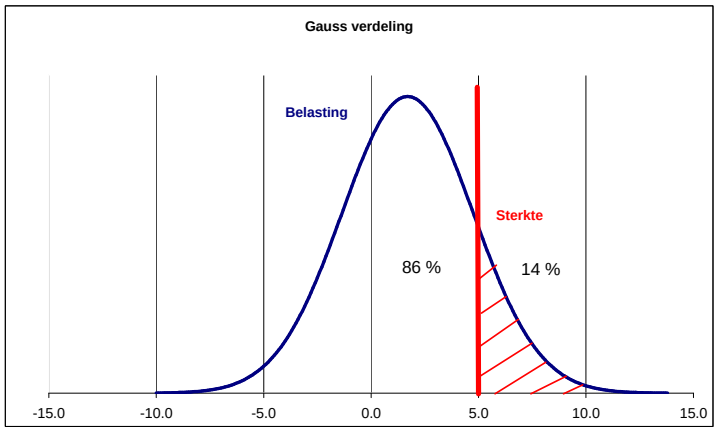
Hierbij is aangenomen dat de fundatie de trillingen met een factor 0.7 reduceert (volgens de CUR 166 4e druk, 2002).

Het totale trillingsniveau in het gebouw kan dan worden berekend met:

$$v_{max} = u_{0,cor} * C_{of} \quad (7.5)$$

V_{max} = trillingsniveau in het gebouw [mm/s]
$u_{0,\,cor}$ = de verwachtingswaarde van de bronsterkte v_o [mm/s]
C_{of} = trillingsoverdracht door de bodem naar de fundatie [-]

Overschrijding toetsingscriterium
Als de trillingsterkte v_{max} groter of gelijk is aan de grenswaarde (uit de SBR-Richtlijn A) is er sprake van een overschrijding van het toetsingscriterium en is er een kans op schade. Hierbij wordt echter niks gezegd over de grootte van de schade. Als de trillingssterkte v_{max} kleiner is dan de grenswaarde v_r, zal alleen in zeer bijzondere omstandigheden schade kunnen ontstaan (volgens SBR-A [2002] is de kans op schade minder dan 1%).



Figuur 7.3. Voorbeeld overschrijding toetsingscriterium (met 14%).

In de figuur hierboven wordt het toetsingscriterium in 14% van de gevallen overschreden, als het gemiddelde van de trillingsintensiteit v_{max} 1,7 mm/s is met een variatiecoëfficiënt van 0,6 en de grenswaarde v_r 5,0 mm/s.

7.3 VERVORMINGEN

Door uitvoeringswerkzaamheden tijdens de aanleg van de bouwput en ongewenste gebeurtenissen die optreden tijdens de gebruiksfase ontstaan er vervormingen in de omgeving. Als er bebouwing in de nabije omgeving van de bouwput staat kan dit leiden tot schade.

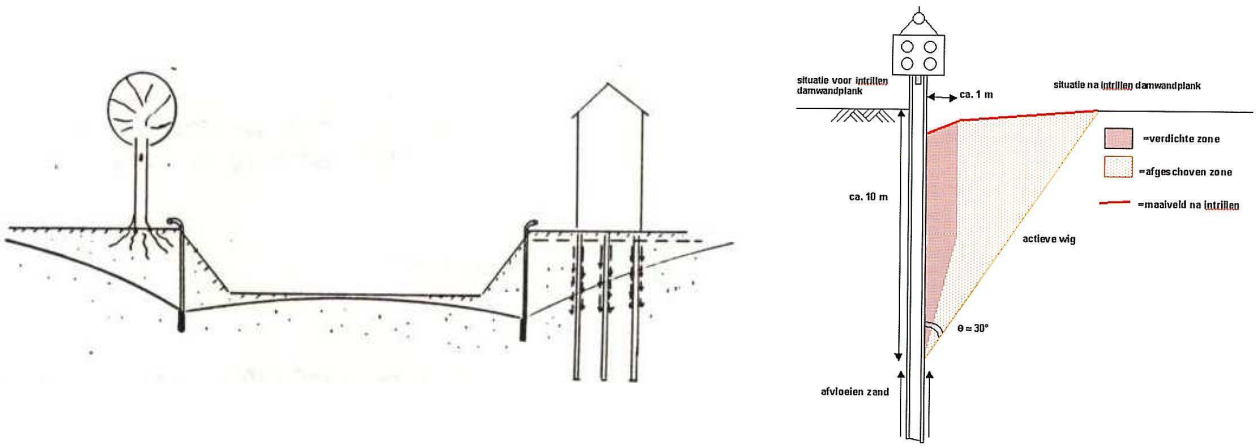
Bij vervormingen spelen twee factoren die samen bepalen of er schade is en hoe groot deze schade is:

- de mate waarin de vervormingen van de grond tot zakking van de bebouwing leidt;
- de mate waarin zakking van de bebouwing tot schade aan de bebouwing leidt.

Vervormingen kunnen ontstaan door de volgende ongewenste gebeurtenissen:

1. grondverdichting door trillingen
2. grondontspanning
3. vervormen constructieve wand
4. waterstandverlaging

In dit onderzoek wordt er gefocust op verdichting door trillingen en de gevolgen van waterstandverlaging.



Figuur 7.4. Beïnvloeding van de omgeving door verlagen grondwaterstand en intrillen damwand [Elsevier, 2003 en Geotechniek, oktober 2003].

7.3.1 Verdichting door trillingen

Het principe achter zettingen door trillingen is relatief eenvoudig. Doordat de grond in trilling wordt gebracht kunnen de gronddeeltjes zich beter rangschikken met als gevolg dat de grond consolideert. De mate waarin zich zettingen voordoen hangt logischerwijs dus af van de grootte en aard van de trilling aan de ene kant en de grondsoort aan de andere kant [Bles, 2003]. Een methode van de verdichting door trillingen is opgesteld door Hergarden en van Tol [2001]. In deze methode is de verdichting een functie van het versnellingsniveau. Als de versnellingsamplitude lager is dan een bepaalde grenswaarde treedt geen verdichting op, daarboven wel.
De volumerek, die plaats vindt ten gevolge van verdichting, kan worden bepaald volgens:

$$\varepsilon_{vol} = \Delta D_r * \frac{e_{max} - e_{min}}{1 + e_0} \tag{7.6}$$

ε_{vol} = volumerek
ΔD_r = verandering in relatieve dichtheid
e_{max} = maximum poriëngetal
e_{min} = minimum poriëngetal
e_0 = initieel poriëngetal

De maaiveldzakking door de volumerek i is te bepalen door aan te nemen dat het effect hiervan zich onder een hoek van 30° spreidt. Met deze aanname treedt, ten gevolge van de volumerek in element i, maaiveldzakking over een breedte:

$$B_i = 2z \tan 30° \tag{7.7}$$

waarin
z = afstand in meter van maaiveld tot element i

De bijdrage aan de maaiveldzakking volgt dan uit:

$$\Delta z_i = \frac{\varepsilon_{vol} * A_i}{B_i} \tag{7.8}$$

Δz_i = de zakking maaiveld als gevolg van verdichting in element i
ε_{vol} = volumerek
A_i = oppervlak van element i
B_i = invloedsbreedte op maaiveldniveau

De totale maaiveldzakking volgt dan uit een sommatie van de bijdragen aan de maaiveldzakking voor alle elementen i.

e_o kan bepaald worden door de onderstaande vergelijking:

$$D_r = \frac{e_{max} - e_0}{e_{max} - e_{min}} \Leftrightarrow e_0 = e_{max} - D_r(e_{max} - e_{min}) \tag{7.9}$$

D_r = initiële relatieve dichtheid van de grond

Als er uitgegaan wordt van de volgende (gebruikelijke) waarden, e_{max} = 0.82 en e_{min} = 0.49 dan blijft enkel D_r onbekend.

De relatieve dichtheid van de grond is gerelateerd aan de conusweerstand en de effectieve verticale spanning middels onderstaande vergelijking [Lunne et al., 1983]:

$$D_r = \frac{1}{2.91} \ln \frac{q_c}{61\sigma'^{0.71}_v} * 100\% \quad (7.10)$$

q_c	= conusweerstand van de grond	[kN/m$^{2]}$
σ'_v	= verticale spanning van de grond	[kN/m^2]

Om de volumerek te bepalen moet nu enkel nog ΔD_r bekend zijn. ΔD_r kan bepaald worden met behulp van onderstaande vergelijking [Hergarden en van Tol, 2001]:

$$\Delta D_r(\eta, t) = [\exp(-\alpha_{Barkan} * \eta_0) - \exp(-\alpha_{Barkan} * \eta_{max})] * [1 - \exp(-\beta * t)] \quad (7.11)$$

η_0	= drempelwaarde voor de versnelling genormeerd met g	[mm/s^2]
η_{max}	= de versnelling van de trilling als gevolg van heien of trillen genormeerd met g	[mm/s^2]
α_{Barkan}	= 'coefficient of vibratory compaction'	[-]
β	= tijdsafhankelijke coëfficiënt, een factor die beschrijft hoe snel de einddichtheid wordt bereikt	[-]
t	= tijd	[s]

Het laatste gedeelte van deze uitdrukking beschrijft het verloop met de tijd. In normale gevallen zal de totale trillingsduur zo lang zijn dat praktisch gesproken de eindwaarde wordt bereikt. De laatste term wordt dan ongeveer 1 en de formule vereenvoudigt tot:

$$\Delta D_r(\eta, t) = [\exp(-\alpha_{Barkan} * \eta_0) - \exp(-\alpha_{Barkan} * \eta_{max})] \quad (7.12)$$

De empirische parameter α_{Barkan} hangt af van het spanningsniveau en sterkte van de grond. Bij een hoogspanningsniveau en hoge sterkte geldt α_{Barkan} = 3. Bij een lage spanning en lage sterkte kan α_{Barkan} = 5 worden gebruikt.

Ten slotte dient de drempelwaarde voor de versnelling nog te worden bepaald. De drempelwaarde van de versnelling is de kleinste versnelling, waarbij zich nog zettingen kunnen voordoen. Als de werkelijke versnelling (η_{max}) dus lager is zullen zich geen zettingen voordoen. De grenswaarde voor de versnelling η_0 kan worden bepaald met de onderstaande vergelijking:

$$\eta_0 = \frac{\ln(1 - D_r)}{-\alpha_{Barkan}} \quad (7.13)$$

De trillingsversnelling (η_{max}) kan via de pieksnelheid eenvoudig worden bepaald met behulp van de volgende vergelijking:

$$\eta_{max} = v * 2\pi * f \quad (7.14)$$

waarin:

η_{max}	= de trillingsversnelling	[mm/s^2]
v	= de snelheidsamplitude	[mm/s^2]
f	= de frequentie van het heiblok/trilblok	[Hz]

7.3.2 Grondwaterstandverlaging

Dit gedeelte vormt een compilatie van de hoofdstukken 1, 3, 8 en 9 van de cursus Grondmechanica en funderingstechniek, CGF 1, van Elsevier opleiding en advies [2003] over grondwater en de samendrukking van grond.

Grondwaterstandverlaging kan worden veroorzaakt door meerdere oorzaken zoals bemaling van de bouwput, lekkage van de wand, onderloopsheid etc. Bij deze studie wordt er gekeken naar de beïnvloeding van de omgeving door de bemaling. In dit geval wordt er gesproken van een (geohydrologisch) open bouwput. Hierbij kan de bemaling invloed hebben op het bestaande grondwaterpeil van de omgeving buiten de bouwput. Als gevolg van bemaling vermindert de waterspanning in de ondergrond en neemt de effectieve spanning toe. Hierdoor zal het maaiveld gaan zakken. Gebouwen kunnen in meer of mindere mate met het maaiveld meezakken en lopen daardoor mogelijke schade op.

Om de zakking van het maaiveld op een bepaalde afstand te kunnen bepalen moet eerst bekend zijn wat de grondwaterstandverlaging is op een bepaalde afstand. Dit kan vervolgens worden omgezet in een spanningsverandering op die afstand, die te koppelen is aan een maaiveldzakking.

Om de verlaging van de freatische grondwaterstand en/of de stijghoogte als functie van de afstand tot de bouwput te berekenen kan er gebruik worden gemaakt van de formule van de Glee. Deze formule geldt voor een radiale, stationaire grondwaterstroming naar een volkomen pompput in het geval, dat er voeding plaatsvindt uit onder- en/of bovenliggende aangrenzende watervoerende lagen, waarin een constante grondwaterpotentiaal blijft gehandhaafd.

Formule van de Glee:

$$\Delta h_W = \frac{Q_0}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right) \tag{7.15}$$

Δh_w	= de verlaging van de grondwaterstijghoogte	[m]
Q_o	= het debiet van de bemaling	[m^3/dag]
kD	= het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket	[m^2/dag]
K_o	= Bessel-functie	
r	= de afstand tot het geschematiseerde centrum van een ronde bouwput	[m]
λ	= de spreidingslengte $= \sqrt{kD \cdot c}$	[m]
c	= de weerstand van het afdekkend pakket	[dagen]

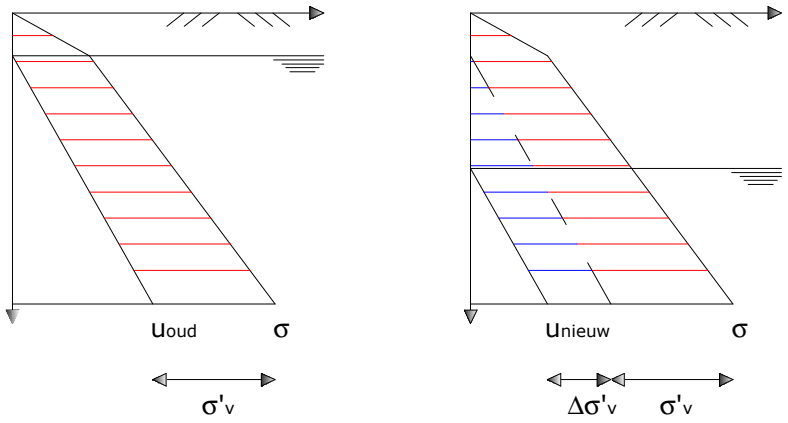
In de praktijk zullen de berekeningen en de daarvoor gebruikte vereenvoudigingen van de randvoorwaarden en berekeningsparameters over het algemeen niet geheel overeenkomen met de werkelijke hydrologische omstandigheden. Toch zullen dergelijke benaderende berekeningen een goede indicatie geven omtrent de benodigde pompcapaciteit en de verlaging op een bepaalde afstand.

Om het debiet van de bemaling te berekenen wordt er gebruikt gemaakt van dezelfde formule, alleen wordt hier de gewenste verlaging (in het fictieve geschematiseerde centrum van de bouwput) ingevuld. Deze is afhankelijk van de stijghoogten ter plaatse.

$$Q_0 = \frac{\Delta h_W \cdot 2\pi \cdot kD}{K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right)} \tag{7.16}$$

Bij een bodemprofiel kan vervolgens de kD- en de c-waarde geschat worden en de gewenste verlaging worden ingevuld. Met deze gegevens kan vervolgens de verlaging op een bepaalde afstand bepaald worden.

Door verlaging van de grondwaterstand vermindert de waterspanning in de ondergrond en treedt een verhoging van de effectieve spanning op, waardoor slappe lagen kunnen samendrukken.



Figuur 7.5. Toename effectieve spanning door waterstandsverlaging.

Bij het uitvoeren van een zettingsberekening wordt de totale zetting berekend door de zetting van de afzonderlijke samendrukbare lagen op te tellen. De berekening van de zetting van elke afzonderlijke laag wordt uitgevoerd voor de verandering van de effectieve spanning in het midden van de laag. De op een bepaald tijdstip te verwachten totale samendrukking wordt verkregen door optelling van de primaire en secundaire samendrukking. Als eindzetting wordt aangehouden de zetting op tijdstip 10^4 dagen (ongeveer 30 jaar).

Om de zetting, of eigenlijk de rek van een grondlaag, als gevolg van waterstandsverlaging, te berekenen wordt er in dit onderzoek gebruik gemaakt van de gecombineerde formule van Koppejan:

$$\varepsilon_v^{\,C} = h * \left(\frac{1}{C'_p} U(t) + \frac{1}{C'_s} \cdot \log\frac{\Delta t}{t_d}\right) \cdot \ln\left(\frac{\sigma'_v + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_v}\right) \qquad (7.17)$$

$\varepsilon_v^{\,C}$	= rek van de grondlaag	[m]
h	= laagdikte	[m]
C'_p	= primaire samendrukkingsconstante	[-]
U(t)	= consolidatiegraad	[-]
C'_s	= secundaire samendrukkingsconstante	[-]
Δt	= tijdstip op een gegeven moment	[dagen]
t_d	= tijdstip bij begin belasten	[dagen]
σ'_v	= effectieve verticale korrelspanning in het midden van de grondlaag	[kN/m^2]
$\Delta\sigma'_v$	= toename effectieve spanning	[kN/m^2]

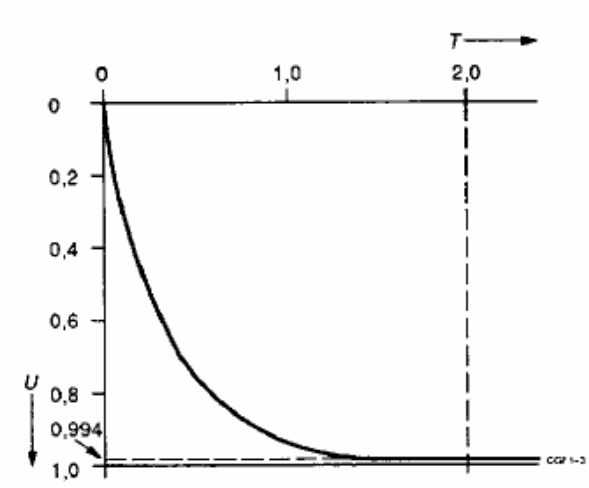
Het eerste gedeelte van deze formule bevat de primaire samendrukking. Dit verschijnsel wordt beschreven met de consolidatietheorie van Terzaghi, die geldt voor volledig met water verzadigde grond. De aanname bij deze theorie is, dat zowel het korrelmateriaal als water niet samendrukbaar is. Het gevolg is, dat de samendrukking van de grond alleen kan optreden, doordat de korrels een dichtere pakking gaan innemen. Dit kan alleen plaatsvinden, als het water, aanwezig tussen de korrels, wordt uitgeperst om tot samendrukking te kunnen komen. Hiervoor is tijd nodig.
Zand is goed doorlatend en dan speelt dit geen rol. Bij slecht doorlatende gronden, zoals klei en veen, is hiervoor geruime tijd nodig. Onmiddellijk na het aanbrengen van de belasting, of in dit geval waterstandsverlaging, kan nog geen water zijn uitgestroomd en

heeft het korrelskelet nog geen samendrukking ondergaan. De belastingsverhoging wordt gelijk opgenomen door het water. Deze overspanning van het water is de oorzaak van het uitpersen van water en op dat moment begint de samendrukking. Tijdens deze samendrukking neemt door het uitpersen van het water de waterspanning af en de effectieve spanning toe. Deze tijdsafhankelijke samendrukking van grond onder uitdrijving van overspannen poriënwater heet consolidatie.

De verhouding tussen samendrukking op tijdstip *t* en de uiteindelijke samendrukking op het tijdstip $t = \infty$ wordt gedefinieerd als de consolidatiegraad *U*; *U* is dan een functie van de tijd. Het verband tussen de consolidatiegraad *U* en de tijd kan worden weergegeven door middel van tijdfactor *T*.

$$T = c_v \cdot t / (\alpha \cdot h)^2 \qquad (7.18)$$

T	= tijdfactor	[-]
c_v	= consolidatiecoëfficiënt	[m^2/dag]
t	= tijdstip	[dagen]
α	= factor voor één- (α=1) of tweezijdige afstroming (α=0.5)	[-]
h	= laagdikte	[m]



U	T
0,1	0,008
0,2	0,031
0,3	0,071
0,4	0,126
0,5	0,197
0,6	0,287
0,7	0,403
0,8	0,567
0,9	0,848
0,994	2,0
1,0	∞

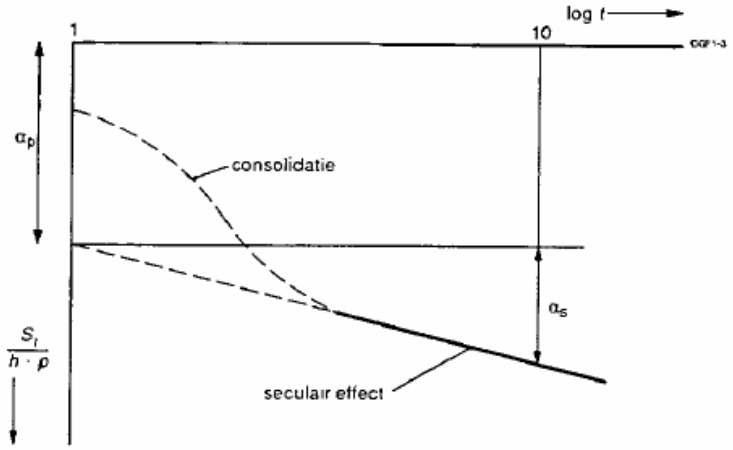
Figuur 7.6. Verloop consolidatiepercentage [Elsevier, 2003].

Deze lijn kan worden benaderd met de formule:

$$U = \sqrt[6]{\frac{T^3}{T^3 + 0.5}} \qquad (7.19)$$

Het einde van het consolidatieproces wordt bereikt, als de wateroverspanning geheel is verdwenen.

Het tweede gedeelte van de formule bevat de secundaire samendrukking. Bij het uitvoeren van een samendrukkingsproef op klei en veen blijkt, dat na 100% consolidatie de samendrukking gewoon doorgaat. Zelfs na jaren wordt geen eindwaarde bereikt. Keverling Buisman noemt dit het seculair effect.
Dit seculair effect of de secundaire samendrukking betreft de fase, waarin een zeer langzaam en langdurig kruipproces optreedt.



Figuur 7.7. Verloop secular effect [Elsevier, 2003].

Om nu de zetting te kunnen berekenen zijn er aannames gedaan voor de parameters volumieke gewicht γ, en γ_{sat} , de samendrukkingsconstanten C'_p, C'_s en de consolidatiecoëfficiënt c_v met behulp van tabel 1 van de NEN 6740.
In de figuur hieronder staan enkele parameters vermeldt.

	γ [kN/m³]	γsat [kN/m³]	Cp [-]	Cs [-]	cv [m²/s]
Klei	14	14	7	80	7,9 * 10-8
Veen	12	12	5	20	31,7 *10-8

Tabel 7.3. Waarden van grondeigenschappen [NEN 6740, 1993].

Er moet dan enkel nog een aanname worden gedaan over één (α = 1) - of tweezijdige (α = 0.5) afstroming. Op deze manier kan er op een gekozen tijdstip *t* worden bepaald wat de consolidatiegraad *U* is bij een bepaalde laagdikte.

Op deze manier kan het eerste gedeelte van de formule berekend worden.

$$\left(\frac{1}{C'_p} U(t) + \frac{1}{C'_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{t_d}\right) \tag{7.20}$$

Het tweede gedeelte van de formule, is afhankelijk van de afstand tot de bouwput. Des te verder van het (geschematiseerde) centrum van de bouwput, des te kleiner de waterstandsverlaging. Dit betekent dat hier een minder grote toename is van de effectieve spanning, waardoor de zetting van de slappe lagen dus ook minder is.

$$\ln\left(\frac{\sigma'_v + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_v}\right) \tag{7.21}$$

σ'_v = effectieve verticale korrelspanning in het midden van de grondlaag [kN/m^2]
$\Delta\sigma'_v$ = toename effectieve spanning [kN/m^2]

Op deze manier zijn alle gegevens bekend die nodig zijn om de verlaging op een bepaalde afstand om te zetten in de zetting van de samendrukbare laag op die afstand.

8 MODELLERING MET BAYESIAANSE NETWERKEN

Uit hoofdstuk 5 is gebleken dat een Bayesiaans Netwerk op de meeste punten aansluit bij het tijdens dit onderzoek opgestelde programma van eisen voor de keuze van een geschikte modelleringstechniek. Vervolgens is er aan het eind van hoofdstuk 6 een selectie gemaakt voor het verder uitwerken van de ongewenste gebeurtenissen 'schade aan belendingen door bemaling' en 'schade aan belendingen door trillingen'.
In dit hoofdstuk wordt er eerst toegelicht wat een Bayesiaans Netwerk is, wat de theorie hierachter is en hoe een netwerk is opgebouwd. Vervolgens wordt er uitgelegd hoe deze techniek is toegepast op de twee geselecteerde ongewenste gebeurtenissen.

8.1 THEORETISCHE ACHTERGROND BAYESIAANS NETWERK

De achtergrondinformatie in dit hoofdstuk over Bayesiaanse Netwerken is afkomstig uit Wickmann [1990], Lee [1997], Rouanet et al. [1998] en Cowell et al. [1999]. Voor voorbeelden over de praktische toepassing van de Bayesiaanse Netwerken op het gebied van geotechniek is er informatie afkomstig van DelftCluster [2003] en Bles [2003].

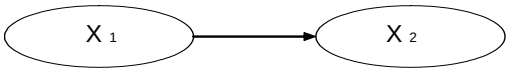
Een Bayesiaans Netwerk of 'Bayesian Belief Network ' (BBN) is een methode om probabilistische theorie toe te passen bij het redeneren met onzekerheden. Deze methode biedt de mogelijkheid om gezamenlijke kansdichtheidsfuncties toe te kennen aan een set stochastische variabelen, die worden geordend volgens een diagram ('belief network') die de afhankelijkheden tussen de verschillende variabelen aangeeft.
Een 'belief network' omvat dus twee onderdelen, namelijk een *kwalitatief* en een *kwantitatief* deel.

1. Het kwalitatieve deel bestaat uit een grafische afbeelding van de afhankelijkheden tussen de verschillende variabelen. In deze afbeelding worden de stochastische variabelen vertegenwoordigd door knopen en deze knopen zijn onderling verbonden door middel van pijlen die de knopen verbinden volgens de afhankelijkheid die bestaat tussen de variabelen.
2. Het kwantitatieve deel bestaat uit de toewijzing van conditionele kanstabellen aan elke knoop. Deze tabellen beschrijven de invloed die voorgaande knopen hebben op onderliggende knopen.

De relaties tussen de knopen in het netwerk en de invulling van de kanstabellen kan zowel analytisch tot stand komen (door middel van deterministische regels) als intuïtief (door middel van expertmeningen).

<u>Grafische weergave</u>

Een Bayesiaans Netwerk in de eenvoudigste vorm staat hieronder weergegeven.



Figuur 8.1. Bayesiaans Netwerk, bestaande uit twee variabelen.

In een Bayesiaans Netwerk zijn de volgende onderdelen te onderscheiden:

- knopen (de variabelen):
  - kinderknoop, afhankelijk van andere variabelen
  - ouderknopen, die de toestand in andere knopen beïnvloeden
  - wortelknoop, knoop zonder ouders
  - eindknoop, knoop zonder kinderen
- pijlen (de relaties).

Elke knoop heeft een kansverdeling, die in principe zowel continu als discreet kan zijn. Een continue (waardenbereik bevat oneindig veel elementen) kansverdeling is in de praktijk vrijwel nooit bekend. In dit onderzoek is alleen gebruik gemaakt van discrete (waardenbereik bevat eindig veel elementen) kansverdelingen. Hierdoor kunnen conditionele kanstabellen ook gemakkelijker worden ingevuld door experts.
Het ultieme voorbeeld van een discreet proces is de keuzemogelijkheid 'ja of nee', te representeren door 'waar of onwaar', of door '0 of 1'.
Een pijl duidt op een probabilistische afhankelijkheid, zodat de kans dat een betreffende variabele (in het voorbeeld X_2) in een bepaalde toestand verkeert, wordt bepaald door de kansverdeling over de toestanden van voorgaande variabelen (in het voorbeeld X_1). Deze afhankelijkheid wordt gerepresenteerd door een set van conditionele kansverdelingen in een kanstabel. In de kanstabel staan dus voorwaardelijke kansen. Een kanstabel wordt steeds groter naarmate een knoop meer ouders heeft, omdat dan meer combinaties van toestanden van die variabelen bestaan.

Het nut van de methode komt voort uit de mogelijkheid om de kans van een bepaalde toestand te berekenen op basis van projectspecifieke gegevens (bewijzen). Een belangrijk kenmerk van een Bayesiaans Netwerk is dat het eenvoudig is om geobserveerde kenmerken 'als bewijs' in te voeren. Hiermee wordt bedoeld dat in plaats van een kansverdeling over de waarden van de variabelen, de geobserveerde waarde wordt vastgelegd. Op die manier kan het netwerk in elke specifieke situatie worden gebruikt, aangezien de locale omstandigheden als 'bewijs' ingevoerd kunnen worden, waarna het netwerk opnieuw wordt doorgerekend (zie figuur 8.4).

De doorrekening van een BBN wordt uitgevoerd volgens het theorema van Thomas Bayes, waarmee kansen van een variabele uit het netwerk worden berekend aan de hand van de gegevens van andere variabelen uit het netwerk.

Bayes' Theorema

Door Thomas Bayes is al in 1763 een theorema ontwikkeld waarmee het mogelijk werd om voorwaardelijke kansen uit te rekenen. Omdat daar echter veel rekenwerk voor is vereist, is Bayes' Theorema pas sinds de opkomst van de computer populair geworden.
Het theorema wordt hieronder toegelicht.

Stel H_1, H_2 zijn onderling onafhankelijke en begrensde variabelen, en stel D is een variabele waarvan zowel de conditionele kansen $P(D|H_i)$ (kans op D, gegeven de toestand H_i) als de onconditionele kansen $P(H_i)$ bekend zijn. Dan kan de conditionele kans $P(H_i|D)$ als volgt berekend worden met Bayes' Theorema:

$$P(H_i|D) = \frac{P(D|H_i)P(H_i)}{\sum_i P(D|H_i)P(H_i)} \tag{8.1}$$

In deze vergelijking komt duidelijk de rol van de voorwaardelijke kansen uit de conditionele kanstabellen naar voren die al is besproken in de voorgaande paragraaf.

In het geval van het voorbeeld uit figuur 8.1 kan Bayes Theorema worden omschreven tot:

$$P(X_1|X_2) = \frac{P(X_2|X_1)P(X_1)}{\sum_i P(X_2|X_1 = x_i)P(X_1 = x_i)} \tag{8.2}$$

De gebeurtenis X_2 kan plaatsvinden onder de omstandigheid dat X_1 optreedt, maar ook als X_1 niet optreedt. Uitgaande van de voorwaardelijke kansen op X_2 gegeven de mogelijkheden wel X_1 en niet X_1, wordt de kans bepaald dat, uitgaande van de situatie

dat X_2 daadwerkelijk gebeurd is, het de omstandigheid X_1 was waaronder X_2 is opgetreden.

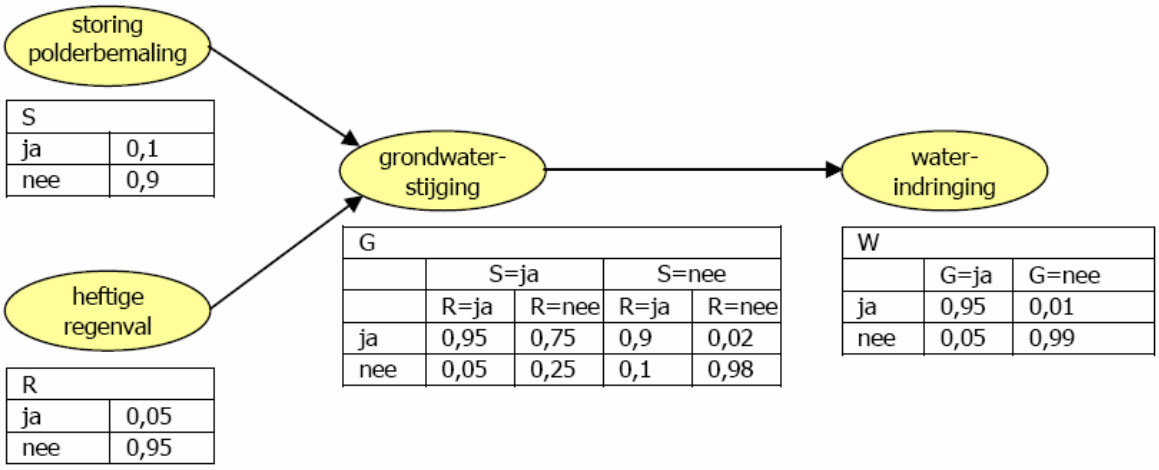
Stel dat uit observaties bekend is geworden dat X_2 gelijk is aan x_j dan kan voor elke toestand van X_1 als volgt de kansverdeling $P(X_1|X_2=x_j)$ worden uitgerekend:

$$P(X_1|X_2 = x_j) = \frac{P(X_2 = x_j|X_1)P(X_1)}{\sum_i P(X_2 = x_j|X_1 = x_i)P(X_1 = x_i)} \quad (8.3)$$

Met behulp van Bayes' Theorema kan op deze manier het gehele netwerk worden doorgerekend.

Om deze berekening duidelijk te maken is er een voorbeeld van het Bayesiaans Netwerk in figuur 8.2 met de hand doorgerekend. Deze berekening is in bijlage 2 terug te vinden.

Voorbeeld Bayesiaans Netwerk



S	
ja	0,1
nee	0,9

G	S=ja		S=nee	
	R=ja	R=nee	R=ja	R=nee
ja	0,95	0,75	0,9	0,02
nee	0,05	0,25	0,1	0,98

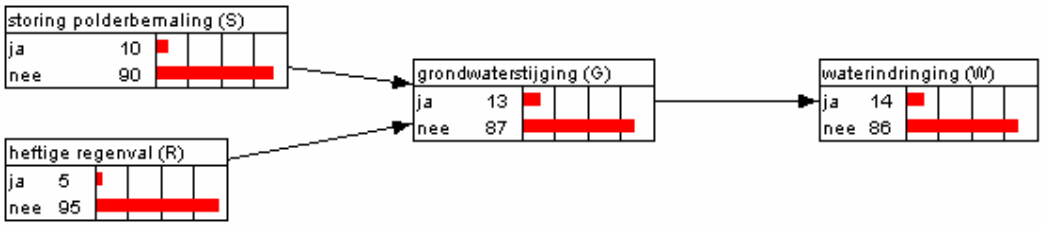
W	G=ja	G=nee
ja	0,95	0,01
nee	0,05	0,99

R	
ja	0,05
nee	0,95

Figuur 8.2. Voorbeeld Bayesiaans netwerk met conditionele kanstabellen [Brassinga et al., 2002].

De figuur 8.2 geeft een eenvoudig voorbeeld van een Bayesiaans netwerk. Het netwerk beschrijft de mogelijkheid tot indringing van water in de kelder van een huis. Vanwege scheuren in de vloer van de kelder, weet de eigenaar van het huis dat dit alleen mogelijk is als de grondwaterspiegel stijgt. Een stijging van de grondwaterspiegel kan het gevolg zijn van een heftige regenval. Anderzijds kan ook het uitvallen van de lokale polderbemaling leiden tot een verhoging van de grondwaterspiegel. Het diagram geeft ook de kansen aan van de verschillende toestanden van de variabelen, in de vorm van conditionele kanstabellen. De toestand van de variabele "grondwaterstijging" is beschreven in termen van conditionele kansen, d.w.z. de probabiliteit gegeven een bepaalde toestand van de voorlopers "heftige regenval" en "storing polderbemaling". Ook de variabele "waterindringing" is beschreven in termen van conditionele kansen.

Het toewijzen van conditionele kanstabellen, geeft het gevoel aan dat men heeft voor een bepaalde toestand van een variabele. Vandaar de naam 'belief network'.



Figuur 8.3. Uitwerking voorbeeld.

Als nu bekend is dat er in de afgelopen etmaal heftige regenval heeft plaatsgevonden kan dit als bewijs worden ingevoerd in het netwerk. Oftewel wordt de kans dat R=ja in dat geval gelijk gesteld aan 1.00 (100%). Op deze manier kan uitgerekend worden hoe groot de kans dan is dat de kelder onder water komt te staan. Doorrekening geeft aan dat de kans op W=ja dan gelijk komt te staan aan **0.86**.

Figuur 8.4. Uitwerking netwerk bij bewijs heftige regenval.

Voor een volledige uitwerking van het voorbeeld, zie bijlage 2.

8.2 INVULLEN CONDITIONELE KANSTABELLEN

In de voorgaande paragrafen is uitgelegd wat de theorie achter een Bayesiaans Netwerk is en is er een voorbeeld gegeven van een Bayesiaans Netwerk en hoe deze doorgerekend wordt. Het enige wat nu nog moet worden toegelicht is hoe de conditionele kanstabellen ingevuld kunnen worden.
De invulling van de kanstabellen, die gebruikt worden om het netwerk door te rekenen, kan zowel analytisch tot stand komen (door middel van deterministische regels) als intuïtief (door middel van expertmeningen).

1. Bij *intuïtieve* kanstabellen worden de kansen geschat door experts. De kanstabellen worden voorgelegd aan experts die de voorwaardelijke kansen schatten. Een voorbeeld hiervan zou kunnen zijn, het inschatten van de invloed van de deskundigheid van een aannemer op het succesvol afronden van een project (succesvol wordt hiermee bedoeld binnen de tijd en kosten die voor het project gebudgetteerd zijn). Deze zou hierbij van zijn ervaring op dat gebied gebruik kunnen maken om zo dit in te kunnen inschatten. Door deze kans in te laten schatten door meerdere experts kan de betrouwbaarheid van het antwoord vergroot worden.

2. Bij kanstabellen die *deterministisch* bepaald kunnen worden doet zich een probleem voor. Doordat elke variabele opgesplitst wordt in verschillende toestanden, kan er niet worden gerekend worden met de exacte invoer, maar alleen met de invoer van een waarde van een bepaald interval (zie figuur 8.5).

Twee toestanden:
Grondwaterstand onder maaiveld = 1,0 – 1,5m
Verlaging = 3,5 – 4,0m

Invoer:
Grondwaterstand onder maaiveld = 1,4m
Verlaging = 3,7m

Werkelijke uitkomst:
Nieuwe grondwaterstand onder maaiveld= 1,4 + 3,7 = 5,1 m

Uitkomst binnen Bayesiaans Netwerk:
Nieuwe grondwaterstand onder maaiveld = 1,25 + 3,75 = 5,0 m

Figuur 8.5. Voorbeeldberekening.

Dit zou opgelost kunnen worden door het aantal toestanden oneindig groot te maken, waardoor de berekeningen steeds nauwkeuriger worden, maar daardoor worden ook de conditionele kanstabellen erg groot. Dit kan ook niet worden opgelost door een berekening van de gemiddelde waarden van een bepaald interval, omdat dan wordt ontkend dat er meerdere antwoorden mogelijk zijn.
Om het toch mogelijk te maken om de kanstabellen 'objectief' in te vullen is er daarom gebruik gemaakt van een driehoeksverdeling. De berekening wordt dan twee keer uitgevoerd. Eén keer met minimale waarden, zodat een minimale uitkomst wordt verkregen en één keer met maximale waarden. Ook wordt het gemiddelde van die waarden bepaald. Nu kan met een driehoeksverdeling de kanstabel worden ingevuld.

Met behulp van een voorbeeld wordt dit toegelicht. De zetting van de grond wordt bepaald door verschillende parameters. Bij een *vastgesteld grondtype* waarbij de samendrukbare grond bestaat uit *veengrond* kan de zetting worden berekend als de *bemalingtijdsduur* en de *verlaging* ter plekke bekend zijn (voor verdere toelichting zie paragraaf 8.4.2).

Het model achter de knoop *zetting* (bij een vastgesteld grondtype en veengrond) bestaat uit de bemalingtijdsduur en de verlaging (de gedetailleerde berekening is terug te vinden in bijlage 4). De toestanden van de parameters en de knoop zetting zijn:

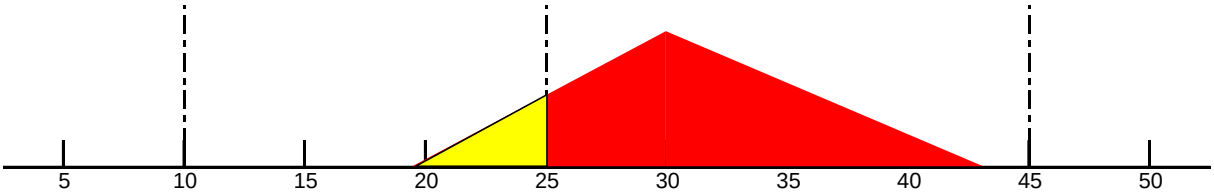
bemalingtijdsduur	verlaging [m]	zetting [mm]
< 1mnd	< 0,5	< 10 mm
1 mnd - 3mnd	0,5 - 1,0	10 - 25 mm
3mnd - 6mnd	1,0 - 1,5	25 - 45 mm
6 mnd - 12 mnd	1,5 -2,0	45 -95 mm
> 12mnd	2,0 - 2,5	> 95 mm
	2,5 - 3,0	
	3,0 - 3,5	
	> 3,5	

In de tabel hieronder wordt voor enkele toestanden de zetting gegeven (niet elke toestand wordt hier doorgerekend, omdat het slechts om een voorbeeld gaat en het anders te uitgebreid zou worden). Omdat de bemalingtijdsduur niet nul en oneindig kan zijn is aangenomen dat de minimum en maximum waarde 1 week en 1000 dagen is. Voor de verlaging wordt een minimum waarde aangehouden van 0,1 m en een maximum waarde van 4,0 m.
De minimum waarde van de zetting in de gele regel in de tabel is bepaald bij een bemalingtijdsduur van 1 week en een verlaging van 3 meter. De maximum waarde is bepaald bij een bemalingtijdsduur van 1 maand en een verlaging van 3,5 meter.

bemalingtijdsduur	verlaging [m]	min [mm]	max [mm]	gem [mm]
	0,1 - 0,5	0.7	6.4	3.6
	0,5 - 1,0	3.4	12.8	8.1
	1,0 - 1,5	6.7	19.0	12.9
1wk - 1 mnd	1,5 -2,0	10.0	25.2	17.6
	2,0 - 2,5	13.2	31.2	22.2
	2,5 - 3,0	16.4	37.2	26.8
	3,0 - 3,5	19.5	43.0	31.3
	3,5 - 4,0	22.6	48.8	35.7
	0,1 - 0,5	1.3	9.8	5.6
	0,5 - 1,0	6.4	19.5	13.0
	1,0 - 1,5	12.8	28.9	20.9
1 mnd - 3mnd	1,5 -2,0	19.0	38.3	28.7
	2,0 - 2,5	25.2	47.5	36.4
	2,5 - 3,0	31.2	56.5	43.9
	3,0 - 3,5	37.2	65.5	51.4
	3,5 - 4,0	43.0	74.2	58.6

Tabel 8.1. Voorbeeldberekening zetting.

Met behulp van de gegevens uit tabel 8.1 kan voor elke regel een driehoeksverdeling worden opgesteld. Hieronder is dit gedaan voor de gele regel. De hoogte van de driehoek is hierbij niet relevant. Het gaat om de verhouding tussen de gekleurde oppervlakken en het totale oppervlak van de driehoek.



Figuur 8.6. Driehoeksverdeling.

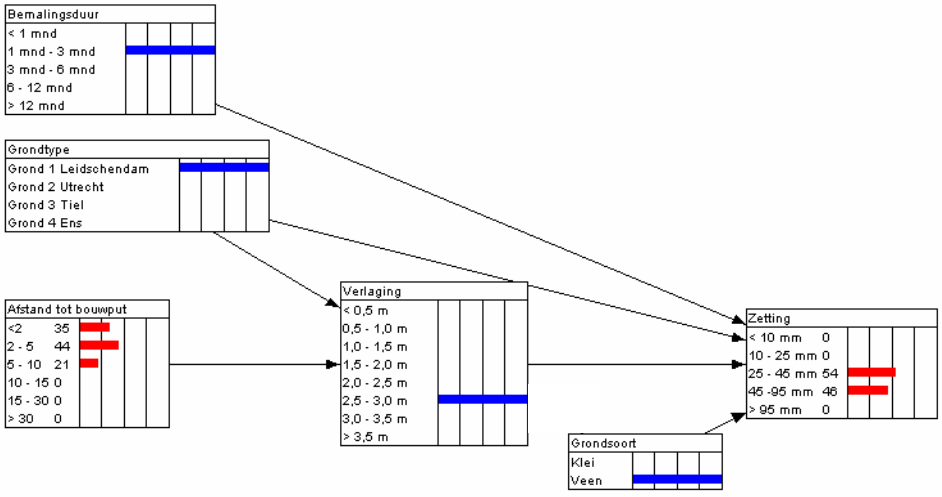
Hier is te zien dat 23% van de zetting in de categorie 10 – 25 mm valt en 77% in de categorie 25 – 45 mm. Voor de overige regels zijn de kansen terug te vinden in de conditionele kanstabel hieronder.

conditionele kanstabel zetting						
bemalingtijdsduur	verlaging [m]	< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
	< 0,5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0,5 - 1,0	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00
	1,0 - 1,5	0.27	0.73	0.00	0.00	0.00
< 1mnd	1,5 -2,0	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00
	2,0 - 2,5	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00
	2,5 - 3,0	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00
	3,0 - 3,5	0.00	0.23	0.77	0.00	0.00
	> 3,5	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00
	< 0,5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0,5 - 1,0	0.27	0.73	0.00	0.00	0.00
	1,0 - 1,5	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00
1 mnd - 3mnd	1,5 -2,0	0.00	0.31	0.69	0.00	0.00
	2,0 - 2,5	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00
	2,5 - 3,0	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00
	3,0 - 3,5	0.00	0.00	0.28	0.72	0.00
	> 3,5	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00

Tabel 8.2. Conditionele kanstabel voorbeeldberekening.

In het figuur hieronder is een voorbeeld gegeven van een Bayesiaans Netwerk. Hierbij zijn de knopen grondtype (Leidschendam), grondsoort (Veen), verlaging (2,5 – 3,0m) en bemalingtijdsduur (1mnd – 3mnd) als bewijs ingevoerd (de kans is 100%).

De uitkomst is overeenkomstig de rode regel van tabel 8.2.



Figuur 8.7. Voorbeeld Bayesiaans Netwerk bij de gegeven voorwaarden.

8.3 UITWERKING BAYESIAANSE NETWERKEN, ALGEMEEN

De ongewenste gebeurtenissen 'schade aan belendingen door het verlagen van de grondwaterstand' en 'schade aan belendingen door trillingen' zijn in dit onderzoek uitgewerkt in Bayesiaanse Netwerken. Om dit te realiseren is er de volgende aanpak gehanteerd.

1. Eerst is er onderzoek verricht naar de parameters die van invloed zijn op de aanwezigheid en grootte van de gebeurtenissen. Hierbij is ook gekeken naar de onderlinge afhankelijkheid van deze parameters. Deze fase heet de *kwalitatieve* analyse.
2. Met deze parameters kan vervolgens een model worden opgesteld. Dit model bestaat uit verschillende knopen en pijlen om de (probabilistische) afhankelijkheid van de knopen aan te geven. Door middel van verschillende kleuren is aangegeven welke rol de knopen in het netwerk spelen (zie figuren 8.9 en 8.16).

- Geel: Met behulp van deze knopen kunnen de projectgegevens ingevuld worden. Deze zijn onafhankelijk van andere knopen in het netwerk. Dit zijn de invoerparameters.
- Blauw: Alhoewel er nog weinig bekend is van het project kan er toch al wat gezegd worden van de toestand van deze knopen. Als er later iets bekend wordt van deze gegevens kan deze knoop worden aangepast.
- Oranje: De kansverdeling van deze knopen wordt bepaald met behulp van de gele en blauwe knopen.
- Rood: Dit is de eindknoop en de reden waarom het netwerk is opgesteld, de uiteindelijke grootheid die men wil weten. De kansverdeling over de toestanden wordt bepaald door de gele, blauwe en oranje knopen.

Er is zo veel mogelijk getracht om de invoerparameters aan de linkerkant van het netwerk te plaatsen. De uitkomst van het model is aan de rechterkant geplaatst. Op deze manier is er snel te zien wat het effect op het eindresultaat is als men de invoerparameters wijzigt.

3. Als dit model is opgesteld kunnen de kanstabellen waaruit de knopen bestaan worden ingevuld. De methode hiervoor is toegelicht in paragraaf 8.2. Dit is het *kwantitatieve* deel.

8.4 SCHADE AAN BELENDINGEN DOOR BEMALING GRONDWATER

Bij een (geohydrologisch) open bouwput kan de bemaling invloed hebben op het bestaande grondwaterpeil van de omgeving buiten de bouwput. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor de belendingen in de nabijheid van de bouwput. Behalve gebouwzakking en –schade zijn er meerdere nadelige gevolgen van bemaling onder andere:

- zakkingen van het maaiveld, waardoor de aansluiting van leidingen aan gebouwen kapotgaan;
- aantasting houten funderingsdelen;
- negatieve kleefbelasting op palen met als gevolg overbelasting van de palen [Elsevier, 2003].

Waarom wordt er dan toch vaak gekozen voor bemaling? Dit heeft te maken met het relatief gunstige kostenplaatje ten opzichte van andere mogelijke alternatieven om de bouwputbodem droog te houden.

Om nu een Bayesiaans Netwerk samen te stellen om de kans op schade door bemaling in te kunnen schatten, is er eerst een kwalitatieve analyse gedaan. Hierbij worden de invloedsfactoren geïdentificeerd en hun onderlinge relaties vastgesteld.

8.4.1 Kwalitatieve analyse schade door bemaling

Deze kwalitatieve analyse is tot stand gekomen met behulp van paragraaf 7.3.2.

De kans op schade aan bebouwing door waterstandsverlaging is afhankelijk van twee factoren:

1. de kans dat waterstandsverlaging leidt tot zakking van het maaiveld
2. de kans dat zakking leidt tot schade aan bebouwing

De eerste factor is afhankelijk van drie parameters:

- grootte van de waterstandsverlaging;
- grondopbouw;
- duur van de waterstandsverlaging.

Grootte van de waterstandsverlaging
De grootte van de waterstandsverlaging speelt een belangrijke rol bij de bepaling hoe groot de zettingen van de grond zijn. De daling van de waterspanning leidt immers tot een verhoging van de korrelspanning, wat weer leidt tot maaiveldzettingen (zie paragraaf 7.3.2). De grootte van de waterstandsverlaging wordt op de eerste plaats bepaald door de waterstanden ter plaatse van de bouwputlocatie en de aanlegdiepte van de bouwput. Bij een freatische bemaling (het verlagen van de freatische grondwaterstand) gaat het dan om het niveau van het grondwater ten opzichte van het maaiveld. Bij een spanningsbemaling (verlagen van spanningswater om opbarsten van de bouwputbodem te voorkomen) gaat het dan om de stijghoogten van het grondwater in de watervoerende pakketten. Des te dieper het aanlegniveau van de bouwput, des te groter de verlaging die nodig is om de bouwput in den droge aan te leggen. Bij situaties waar de grondwaterstand diep onder het maaiveld wordt aangetroffen gaat dit echter niet op. Deze situatie komt echter in Nederland niet vaak voor.
De invloed van de hoogte van de waterstanden is eenvoudig te bepalen. Des te hoger de waterstanden ter plaatse, des te groter de benodigde waterstandsverlaging.
Verder speelt de grondslag een grote invloed op de grootte van de verlaging. De grond bestaat uit weerstandbiedende en watervoerende lagen. Het doorlaatvermogen van de watervoerende lagen (kD) en de hydraulische weerstand van de weerstandbiedende lagen (c) bepalen het ontstane verhang van de verlagingslijn. Des te groter het doorlaatvermogen kD, des te groter de invloed van de waterstandsverlaging op de omgeving. Dit doorlaatvermogen is afhankelijk van de dikte van het watervoerend pakket en de horizontale doorlatendheidscoëfficiënt. De doorlatendheidscoëfficiënt wordt weer bepaald door de grofheid (korrelgrootte) van de grondslag.
De hydraulische weerstand tegen verticale grondwaterstroming (c) bepaalt de hoeveelheid verticale stroming door de weerstandbiedende laag. Een grote hydraulische weerstand betekent dat de waterstandsverlaging over een groter gebied invloed heeft.

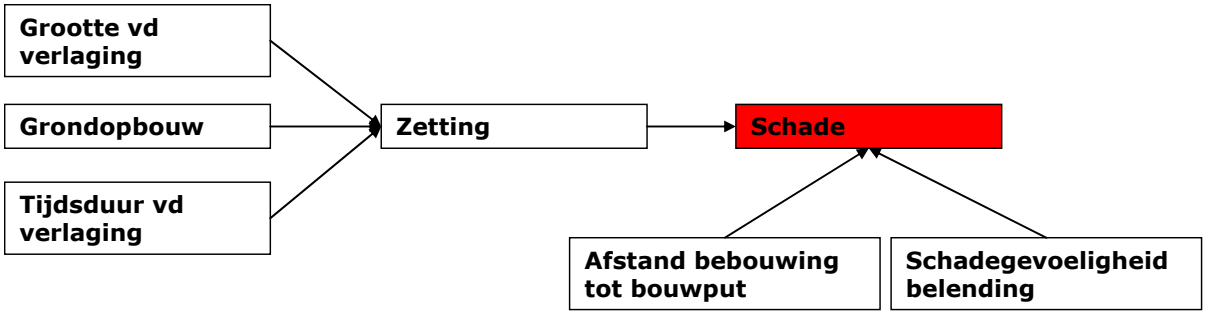
Grondopbouw
De grootste invloed op de grootte van de zettingen in de ondergrond wordt bepaald door de grondopbouw. De zettingen worden veroorzaakt door de cohesieve samendrukbare lagen, zoals klei en veen. De dikte en samendrukbaarheid van deze lagen bepaalt voor een groot deel hoe groot de zettingen zijn. Wat verder van invloed is, is de doorlatendheid van de grond. Deze bepaalt de snelheid van het consolidatieproces. Des te groter de doorlatendheid, des te sneller gaat het consolidatieproces, des te groter de samendrukking in een zekere tijdspanne.

Duur van de waterstandsverlaging
De duur van de waterstandsverlaging wordt bepaald door de bouwtijd. Gedurende de bouw van de constructie in de bouwput moet de bodem van de bouwput droog blijven. Des te langer de bouwtijd (wat vaak wordt bepaald door de grootte van het bouwproject), des te langer de duur van de verlaging.
De duur van de verlaging heeft invloed op de grootte van de zettingen. Des te langer de verlagingsduur, des te langer consolidatie op kan treden (zie paragraaf 7.3.2), wat betekent dat de zettingen groter worden.
De tweede factor, de kans dat zakking leidt tot schade aan bebouwing, is afhankelijk van twee parameters.

- de afstand van de bebouwing tot de rand van de bouwput;
- schadegevoeligheid van de bebouwing.

Afstand van de bebouwing
Als de waterstandsverlaging leidt tot zakking van het maaiveld, moet er worden bepaald in hoeverre dit kan leiden tot schade aan bebouwing. De factor die een grote invloed heeft op het optreden van schade bij bebouwing is de afstand van belendingen tot de rand van de bouwput. De optredende verlagingen zijn het dichtst bij de bouwput het grootst, en dit betekent dus dat de zakkingen hier ook het grootst zijn (grootste daling van de waterspanningen). Belendingen zullen hier dus ook het meeste hinder ondervinden van de waterstandsverlaging.

Schadegevoeligheid van de bebouwing
De gevoeligheid van bebouwing voor schade wordt voor een groot deel bepaald door de *funderingswijze*. Een gebouw wat gefundeerd is op staal zal de zettingen aan het maaiveld volgen. Een gebouw op palen, daarentegen, is gefundeerd in diepere zandlagen en zal minder schade ondervinden. Ook een gebouw op palen kan echter ook schade ondervinden van zakkingen. Als gevolg van een toename van de negatieve kleef kunnen de palen overbelast worden en kan het gebouw gaan zakken. Vooral gebouwen met een oudere fundering kunnen hier gevoelig voor zijn, omdat er vroeger geen rekening werd gehouden met negatieve kleefbelasting op palen.
Op de tweede plaats bepaalt de *grootte van een gebouw* de schadegevoeligheid. De invloed van de grootte van een gebouw op de schadegevoeligheid heeft twee kanten. Aan de ene kant kan gesteld worden dat een groter gebouw gevoeliger is voor zettingen dan een klein gebouw. Schade ontstaat door onregelmatige ondersteuning van het gebouw. Aan de andere kant is de hoekverdraaiing (bij hetzelfde zettingsverschil) bij een klein gebouw groter dan bij een groot gebouw. Hierdoor vindt de krachtafdracht van de constructie naar de grond op een andere manier plaats, waardoor er schade optreedt.
Op de derde plaats is de *staat van de bebouwing* van invloed op het optreden van schade. Een gebouw wat in slechte staat is, wat vaak al scheuren vertoont, is kwetsbaarder voor zakkingen. Dit gebouw is al eens belast, waardoor een deel van zijn weerstand tegen belasting weg is. Hierdoor zal er eerder schade optreden.
Wat verder nog van belang is, is het *materiaal waaruit het gebouw* bestaat. Een houten gebouw is beter in staat de zettingen te volgen, dan een gebouw met metselwerk. Dit gedraagt zich stijver en kan de zetting niet volgen wat eerder tot schade aan de bebouwing leidt.



Figuur 8.8. Resultaat kwalitatieve analyse schade door bemaling.

8.4.2 Totstandkoming BN Schade door bemaling

Met behulp van de geïdentificeerde invloedsparameters uit de kwalitatieve analyse wordt vervolgens een Bayesiaans Netwerk opgesteld. Om de conditionele kanstabellen in te kunnen vullen zullen enkele hiervan deterministisch worden bepaald en zal de kansverdeling van enkele tabellen worden ingeschat (intuïtief).

Met behulp van een geohydrologisch en een geotechnische specialist zijn er vier karakteristieke profielen opgesteld, die kunnen leiden tot zettingen van het maaiveld bij het bemalen van een bouwput. Deze zijn zo gekozen dat dit de 'meest kritieke' profielen zijn.

Bij elk van die profielen is vervolgens een sondering gezocht (zie bijlage 3).
Dit is gedaan om een gevoel te krijgen van de praktijksituatie, waarbij aan de hand van een sondering (in de buurt van de locatie van de bouwput) parameters worden gekoppeld. Hiermee wordt vervolgens een eerste indruk verkregen van de mogelijke verlagingen en zettingen. Later kan dit dan gedetailleerd berekend worden.

Omdat dit model zal worden gebruikt om een eerste indruk te krijgen van de risico's bij bemalen, wordt hier dezelfde werkwijze aangehouden.

Met behulp van de sonderingen, zijn voor elk profiel de volgende invoerparameters bepaald (deze zijn bepaald in overleg met experts):
- het doorlaatvermogen (kD) van het watervoerend pakket;
- de hydraulische weerstand (c) van de weerstandbiedende lagen;
- de ligging van de cohesieve laag.

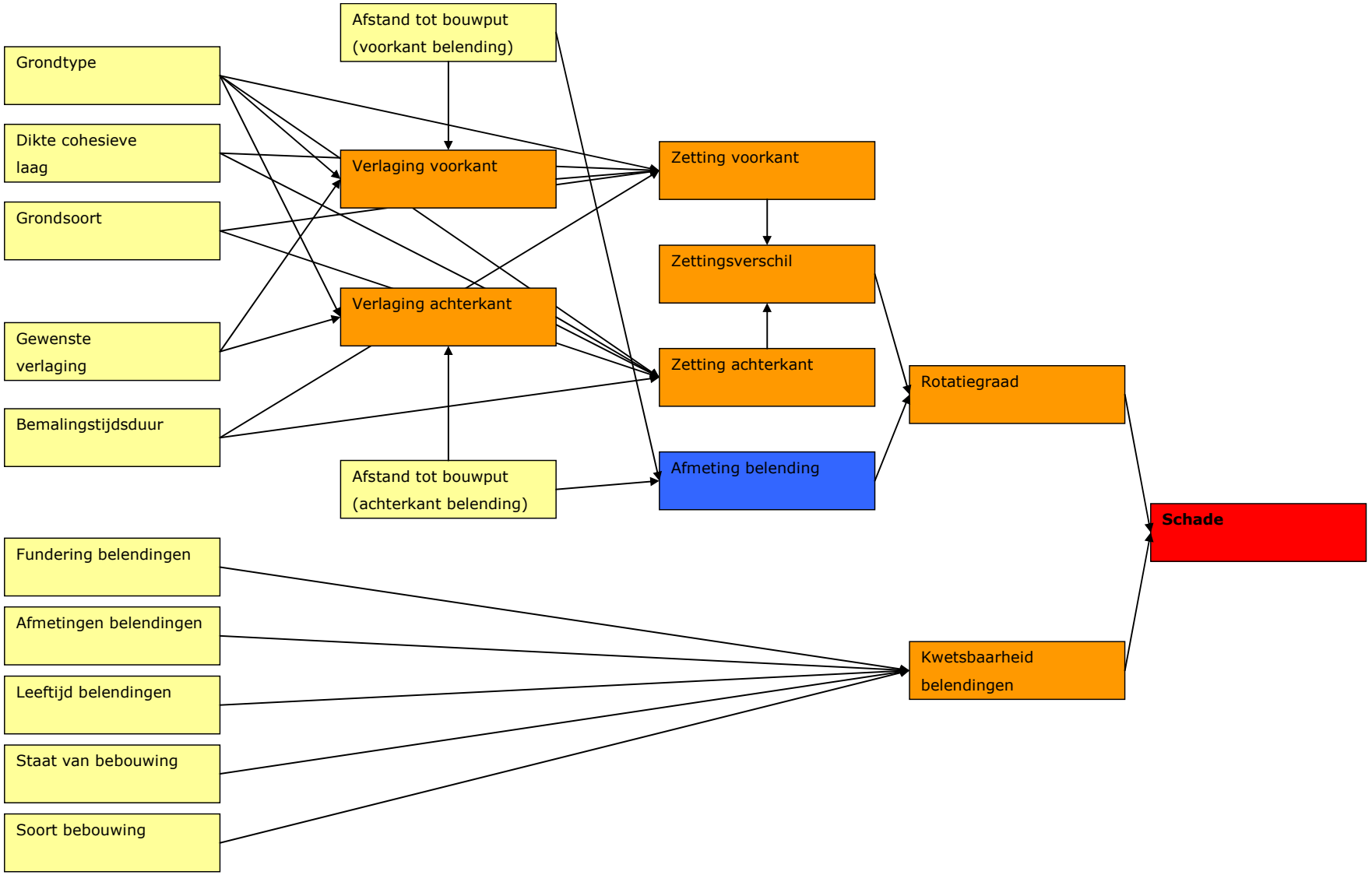
Deze invoerparameters zijn gekoppeld aan de karakteristieke profielen. Door in het netwerk het geschikte profiel te kiezen, wordt er automatisch voor de bijbehorende parameters gekozen. Deze invoerparameters zijn terug te vinden in bijlage 3.

In het model zijn de volgende parameters te kiezen:
- karakteristiek profiel;
- laagdikte van de cohesieve laag;
- grondsoort cohesieve laag;
- benodigde waterstandsverlaging;
- bemalingsduur.

Deze bovenstaande parameters kunnen gevarieerd worden (dus bijvoorbeeld een laagdikte van de cohesieve laag van 1 meter of 2 meter etc.) om zo meerdere variaties door te rekenen. In de bijlage 4 is een voorbeeldberekening gegeven.

Het model kan gebruikt worden om de kans op schade in te kunnen schatten bij verlaging van de grondwaterstand / stijghoogte tot zes meter.

In de volgende paragraaf wordt er stap voor stap uitgelegd hoe het Bayesiaans Netwerk 'Schade door bemaling' in elkaar zit.



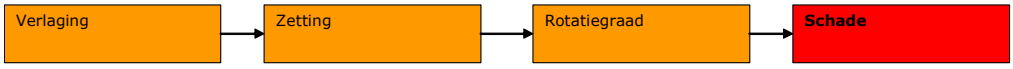
Figuur 8.9. Bayesian Belief Network 'Schade door bemaling'.

8.4.3 Bayesiaans Netwerk; Schade door bemaling

In de paragraaf 8.4.1 zijn alle parameters beschreven die invloed uitoefenen op de kans dat verlaging van de grondwaterstand leidt tot schade aan belendingen. In deze paragraaf wordt het netwerk uitgerafeld en wordt per maatgevende knoop een toelichting gegeven. In figuur 8.9 is het gehele netwerk te zien. In bijlage 5 wordt de totstandkoming van de kanstabellen, die achter de knopen in het netwerk zitten, toegelicht. Ook zijn de kanstabellen, die de invoer van het model zijn, hier terug te vinden.

Basisprincipe van het netwerk

In de onderstaande figuur 8.10 is het basisprincipe van het netwerk weergegeven. Op basis van deze knopen wordt de kans op schade aan belendingen bepaald.

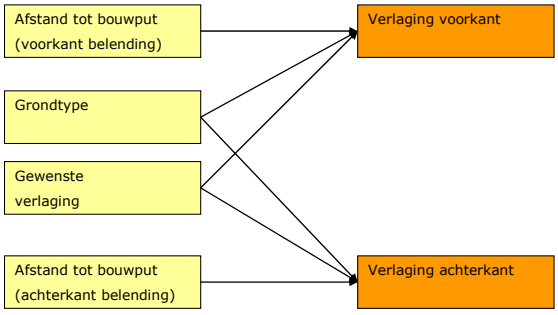


Figuur 8.10. Basisprincipe BN 'Schade door bemaling'.

Eerst wordt de verlaging bepaald op een afstand van de rand van de bouwput. Met behulp van deze verlaging kan vervolgens de zetting worden bepaald. Immers zoals in paragraaf 7.3.2 al behandeld, een verlaging van de grondwaterstand vermindert de waterspanning in de ondergrond en hierdoor neemt de effectieve spanning toe. Hierdoor zal het maaiveld gaan zakken. Als de zetting op afstand bekend is, is het van belang of de belending deze zetting volgt en zo ja hoeveel het gebouw roteert. Met behulp van de schadeklassen van Boscardin[1989] kan vervolgens de kans op schade worden ingeschat.

Verlaging

Om te bepalen hoeveel een gebouw roteert moet de zetting worden berekend aan de voorkant en de achterkant van een belending. Hiervoor moet eerst bekend zijn wat de verlaging aan de voor- en achterkant zijn. Deze verlaging is bepaald m.b.v. de formule van de Glee, zie vergelijking 7.15. Hiervoor moet bekend zijn hoeveel de gewenste verlaging in het centrum van de bouwput moet zijn. Met behulp van deze gewenste verlaging kan een onttrekkingsdebiet worden bepaald als de kD-waarde (het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket) en de c-waarde (de weerstand van het afdekkend pakket) bekend zijn. Door voor één van de grondtype (van de vier karakteristieke profielen) te kiezen, wordt er gekozen voor een vaste kD- en een c-waarde. Met behulp van de afstand tot de rand van de bouwput kan vervolgens de verlaging bepaald worden.

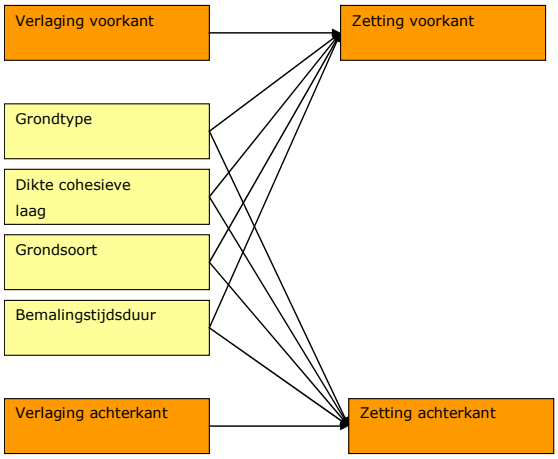


Figuur 8.11. Knoop verlaging.

Zetting van de grond

Als de verlaging op afstand bekend is, kan de zetting van de grond worden bepaald. In de werkelijkheid wordt de zetting van de grond bepaald door de zetting van alle

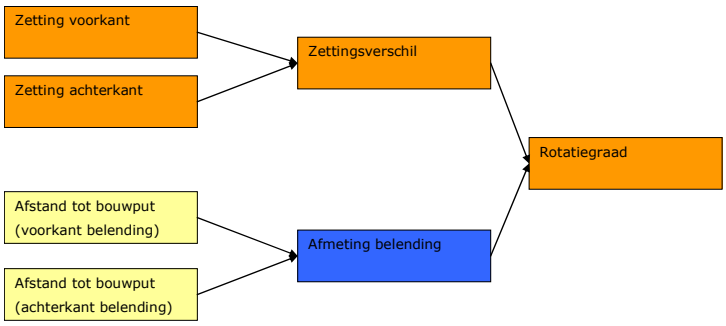
aanwezige grondlagen bij elkaar op te tellen. Echter voor dit model was het te gecompliceerd om elke aanwezige grondlaag hierin op te nemen. Dit heeft onder andere te maken met variërende dieptes en variërende eigenschappen van de verschillende lagen. Aangezien dit model dient om een eerste indruk te krijgen van de verwachte zettingen en om de kans op schade in te schatten, is er gekozen om de grondopbouw te schematiseren in één zandlaag en één cohesieve laag. De ligging van deze laag is te variëren door voor een bepaald grondtype te kiezen (voor de verschillende grondtypen met bijbehorende parameters zie bijlage 3). In het model kan er gekozen worden voor twee typen grond (klei of veen) waaruit de cohesieve laag bestaat. De bijbehorende zettingsparameters zijn terug te vinden in tabel 7.3. Verder kan de dikte van de cohesieve laag en de bemalingsduur gevarieerd worden. Om nu de zetting te kunnen berekenen wordt er gebruik gemaakt van de gecombineerde formule van Koppejan, zie vergelijking 7.17.



Figuur 8.12. Knoop zetting van de grond.

Rotatiegraad

Als de zetting aan de voor- en achterkant van de belending bekend is kan het zettingsverschil worden bepaald. Dit is simpel te berekenen door de zetting van de voorkant van de belending af te trekken van de zetting van de achterkant van de belending. Immers de zetting aan de voorkant is altijd groter, omdat deze dichter bij de rand van de bouwput staat, waar de verlaging groter is. De afmeting van de belending is bepaald door de afstand van de achterkant van de belending af te trekken van de afstand van de voorkant van de belending tot de rand bouwput. Als het zettingverschil en de afmeting van de belending bekend is, kan de rotatiegraad van het gebouw berekend worden door het zettingsverschil te delen door de afmeting van de belending.

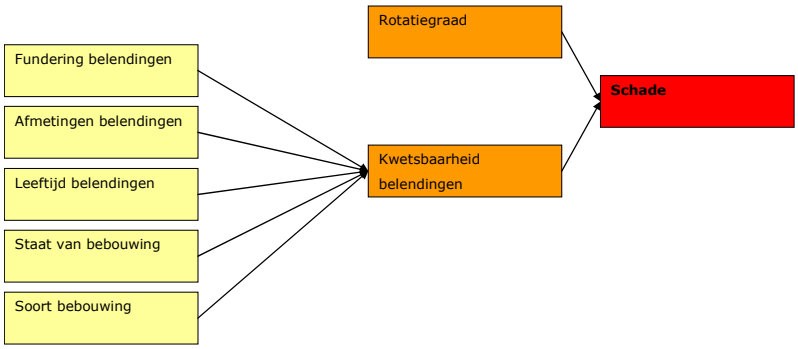


Figuur 8.13. Knoop rotatiegraad belending.

Zettingsschade

Nu de rotatiegraad bekend is kan de zettingsschade worden bepaald. Deze is afhankelijk van de kwetsbaarheid van de belending. Deze kwetsbaarheid of schadegevoeligheid, is

behandeld bij de kwalitatieve analyse, paragraaf 8.4.1. In het model is een indeling gemaakt in kwetsbaarheidsklassen op basis van enkele kenmerken van een belending. Klasse A is het meest kwetsbaar en klasse D het minst.



Figuur 8.14. Knoop zettingsschade.

Om de schade te bepalen is gebruik gemaakt van het onderzoek van Brassinga et al. [2002]. In dit onderzoeken heeft er ook een toekenning van schade aan belendingen plaats gevonden op basis van zettingsverschillen. De in dit onderzoek ontwikkelde kanstabel is letterlijk overgenomen in dit onderzoek.

8.4.4 Aannames (beperkingen van het model)

Om het Bayesiaans Netwerk te realiseren zijn er aannames gedaan. Zonder deze aannames zou het model te gecompliceerd worden. Wat hierbij ook gerealiseerd moet worden is dat het model dient om in een vroeg stadium iets te kunnen zeggen over schade aan belendingen. Hieruit zullen altijd nog gedetailleerde berekeningen volgen waarin in meer detail naar het project wordt gekeken. Aannames om het model eenvoudiger te maken zijn in deze situatie dus gerechtvaardigd.

Verlaging:

- Om het onttrekkingsdebiet te berekenen met de formule van de Glee is er uitgegaan van een bouwput met een lengte en breedte die gelijk aan elkaar zijn en de afmetingen zijn 20 x 20 meter.
- De verlagingslijn, waarmee de zettingen worden bepaald, is gebaseerd op 1 onttrekkingsput (1 bron). Deze bevindt zich in het midden van de bouwput. In de werkelijkheid wordt een bouwput bemalen met meerdere bemalingsfilters die op verschillende punten bij de bouwput worden geplaatst. Hierdoor zal de verlaging niet op alle afstanden van de bouwput precies gelijk zijn.
- Er wordt uitgegaan van stationaire stroming. Dit betekent dat het onttrekkingsdebiet en de verlaging op een bepaalde afstand van de bouwput niet veranderen in de tijd. Deze zijn constant.
- Bij het bemalen in het freatisch pakket (profiel 1 Leidschendam) blijft het stijghoogteniveau van het watervoerend pakket onder de waterremmende laag intact.
- Bij het bemalen in het pleistocene pakket (overige 3 profielen) blijft het freatisch niveau intact (op hetzelfde niveau) door nabij gelegen oppervlaktewater.
- Bij de berekening van zettingen in het model wordt er vanuit gegaan dat vanaf dag 0 de verlagingslijn is ingesteld. In werkelijkheid duurt dit enige tijd. Dit is gerechtvaardigd omdat dit de meest kwetsbare situatie is. Tevens stelt de verlagingslijn zich op korte afstand eerder in en gaat het vooral om de gebouwen in de nabijheid van de bouwput.
- Om de verlaging op afstand te reduceren kan er in de praktijk gebruik gemaakt worden van een retourbemaling. Deze vermindert de nadelige effecten van grondwaterstandsverlaging op een afstand van de bouwput. In het model is hier

geen rekening meegehouden, wat betekent dat de verlaging op grotere afstand van de bouwput (> 50 meter) in de werkelijkheid kleiner kan zijn.
- Er wordt uitgegaan van 4 karakteristieke bodemprofielen (deze zijn in overleg samengesteld) met variabele laagdikten en een vaste waterstandhoogte, namelijk 1,5 meter onder maaiveld. Aan elk van deze profielen is een vaste kD-waarde voor de watervoerende laag en een vaste c-waarde voor de waterremmende laag gekoppeld (gebaseerd op relatief ongunstige schattingen van experts met betrekking tot de reikwijdte van de bemaling). Verder bestaat een profiel uit één watervoerende laag en één waterremmende laag. In de werkelijkheid bestaat een grondprofiel vaak uit meerdere lagen met verschillende kD- en c-waarden en zijn er meerdere verlagingslijnen. Dit zou echter te gecompliceerd worden om in een model te verwerken.

Zetting van de grond:
- De samenstelling van de bodem wordt aangenomen uniform over de afstand te zijn. Dit betekent dus dat het bodemprofiel op 2 meter afstand hetzelfde is als op 30 meter afstand.
- Er wordt aangenomen dat de zettingen voortkomen uit de slappe, cohesieve (waterremmende) laag. Deze heeft één uniforme samenstelling die bestaat uit klei óf veen. De zettingsparameters (Cp, Cs en cv) zijn afkomstig uit tabel 1 NEN 6740 en schattingen van experts (zie tabel 7.3).
  De parameters zijn zo gekozen dat hieruit de grootste zettingen volgen, wat een conservatieve aanpak is. Uit de zandgrond zelf komt geen zetting.
- De grensspanning is gelijk aan de in-situ grondspanning. In de werkelijkheid kan de grond overgeconsolideerd zijn, waardoor de zettingen kleiner uitvallen.
- Om de zetting te kunnen berekenen voor verschillende laagdikten van de cohesieve laag is er in de formule van Koppejan (zie paragraaf 7.3.2) met een variërende laagdikte gerekend. Ook bij de berekening van de consolidatiegraad U is er rekening gehouden met een variërende laagdikte. De spanningsverandering is echter doorgerekend met een vaste laagdikte van het karakteristieke profiel. Ook is er bij de berekening van de consolidatie rekening gehouden met éénzijdige afstroming.
- De zetting van de belendingen is berekend haaks op de rand van de bouwput. Verder kan de zetting van de voorkant van de belending nooit kleiner zijn dan aan de achterkant van de belending. Immers de verlaging dichterbij de rand van de bouwput is groter dan verder van de bouwput weg.

Belending:
- Er wordt uitgegaan van een gebouw wat óf op palen óf op staal is gefundeerd. In werkelijkheid kan er ook schade ontstaan door zettingsverschillen tussen de verschillend gefundeerde delen van een gebouw. Ook kan een gebouw uit verschillende delen bestaan, bijvoorbeeld laag- en hoogbouw, wat zich anders gedraagt.

8.5 SCHADE AAN BELENDINGEN DOOR INSTALLATIE DAMWAND

Bij het installeren van een damwand door middel van trillen of heien ontstaan trillingen. Deze trillingen kunnen meerdere nadelige effecten hebben voor de omgeving:
- trillingen kunnen leiden tot schade aan bebouwing (of onderdelen daarvan);
- trillingshinder voor mensen in de omgeving;
- trillingshinder voor gevoelige apparatuur in een gebouw, zoals bijvoorbeeld computers etc;
- trillingen kunnen leiden tot zettingen van de grond die op hun beurt weer kunnen leiden tot schade aan bebouwing.

Deze trillingen ontstaan tijdens het installeren van de damwand en verspreiden zich door de grond naar de omgeving. Des te groter de afstand tot de trillingsbron, des te meer de trilling in sterkte afneemt.

Alhoewel er verschillende methodes zijn om de wand van een bouwput te construeren, wordt er toch vaak gekozen voor een (stalen) damwandconstructie vanwege het gunstige kostenplaatje.

Om nu een Bayesiaans Netwerk samen te stellen om de kans op schade door trillingen in te kunnen schatten, is er eerst een kwalitatieve analyse gedaan. Hierbij worden de invloedsfactoren geïdentificeerd en hun onderlinge relaties vastgesteld.

8.5.1 Kwalitatieve analyse schade door trillingen

Deze kwalitatieve analyse is tot stand gekomen met behulp van paragraaf 7.2.

Bij schade aan bebouwing door trillingen is er sprake van twee typen schade:
- de *directe* schade, veroorzaakt door het meetrillen van onderdelen van het gebouw;
- de *indirecte* schade, veroorzaakt door zakken van de bebouwing door verdichting van de grond als gevolg van trillingen.

Deze twee typen schade worden apart behandeld, maar zijn wel alle twee in het Bayesiaans Netwerk verwerkt.

Directe schade

De kans op directe schade aan bebouwing door trillingen is afhankelijk van twee factoren:
1. de kans dat er trillingen ontstaan die tot schade aan bebouwing leiden
2. de kans dat trillingen leiden tot schade aan bebouwing

De eerste factor is afhankelijk van vier parameters:
- installatiemethode;
- zwaarte van het inbrengmaterieel;
- grondopbouw;
- afstand van de bebouwing tot de trillingsbron.

Installatiemethode
Om een damwand te grond in te brengen zijn er verschillende methodes. De drie meest voorkomende methodes zijn intrillen van de damwand, inheien en indrukken. Bij dit onderzoek is er gekozen om te kijken naar de eerste twee methodes, intrillen en inheien. Dit zijn namelijk de twee methodes die voor de grootste trillingen zorgen (drukken is nagenoeg trillingsvrij). Wat van belang is bij deze methodes is de frequentie (aantal trillingen per seconde) van de trillingen die ontstaan door het installeren van de damwand. Bij heien ligt deze frequentie gemiddeld tussen de 10 en de 15 Hz en bij trillen tussen de 20-25 Hz (laagfrequent trillen) en de 35-40 Hz (hoogfrequent). Bij de directe schade geldt dat onderdelen van een gebouw eerder gaan meetrillen, resoneren, bij laagfrequente trillingen, waardoor schade ontstaat. Dus des te lager de frequentie, des te groter de kans op directe schade.
Wat verder van belang is, is het type trilling. De trilling kan kortdurend zijn (een enkele knal, bijvoorbeeld een explosie), herhaald kortdurend (bij heien) en continu (bij trillen). Bij een continu trilling wordt het gebouw voortdurend belast en is er een grotere kans op schade (door vermoeiing).

Zwaarte inbrengmaterieel
Om een damwand in te grond te brengen wordt er gebruikt gemaakt van een stelling met een hei- of trilblok. Des te zwaarder een blok is, des te groter de trillingen zijn die

gegenereerd worden. De zwaarte van een blok wordt bepaald door het type grond (losse tot zeer vaste grond), de lengte van de damwand en het type profiel. In dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat de zwaarte van het blok al is vast gesteld.

Grondopbouw
Hoe de grond is opgebouwd bepaalt hoe de trillingen worden overgedragen van de trillingsbron naar de bebouwing toe. De grond zorgt voor het dempen van de trilling. In de systematiek van de CUR 166 [1997] wordt er met behulp van 7 karakteristieke grondprofielen bepaald wat de bronsterkte is. Deze bronsterkte is afkomstig uit metingen die verricht zijn. Er is echter nog weinig bekend van de invloed van de grondopbouw op de overdracht van de trillingen en daarom wordt er in dit onderzoek gebruikt gemaakt van de CUR-systematiek om de grootte van trillingen te kunnen voorspellen.

Afstand van de bebouwing
Trillingen worden gedempt over de afstand. Des te verder een gebouw van de trillingsbron afstaat, des te kleiner de trillingen zijn. De kans op directe schade is dus groter wanneer een gebouw op een korte afstand van de trillingsbron staat.

Deze vier factoren bepalen tezamen de trillingsintensiteit op afstand.

De tweede factor, de kans dat trillingen leiden tot schade aan bebouwing, is afhankelijk van één parameter.

- het type gebouw (volgens de SBR, de gebouwcategorie).

Gebouwcategorie
De SBR deelt gebouwen in, in drie categorieën.
Categorie 1:

- In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.
- Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.

Categorie 2:

- In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk.
- In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren, zoals bijvoorbeeld scheidingsconstructies, die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

Categorie 3:

- Onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde.
- In slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen.

Des te lager de categorie van een gebouw, des te kleiner de grenswaarde is. Dit betekent dat bij een gelijkblijvende trillingsintensiteit de kans op schade groter is bij een lage gebouwcategorie. De categorieën zijn zo gemaakt dat ze rekening houden met het type bebouwing (gewapend beton, hout , metselwerk) en de staat van de bebouwing. Dit heeft te maken met het gedrag dat het gebouw vertoont onder belasting.

Indirecte schade

De kans op indirecte schade aan bebouwing door trillingen is afhankelijk van twee factoren:

1. de kans dat trillingen leiden tot zakking van het maaiveld
2. de kans dat zakking leidt tot schade aan bebouwing

De eerste factor is afhankelijk van drie parameters:

- grondopbouw;
- trillingintensiteit;
- installatiemethode.

Grondopbouw
De grondopbouw bepaalt in hoeverre een trillingsversnelling leidt tot verdichting van de grond. De lagen die zettingen geven zijn de zandlagen. De factor die hierbij van grote invloed is, is de relatieve dichtheid van de grond. Met de relatieve dichtheid wordt er bepaald wat de pakking is van de zandgrond, is de relatieve dichtheid laag dan wordt er gesproken over losgepakt zand en is deze hoog dan wordt er gesproken over dichtgepakt zand. Bij losgepakt zand, dus een lage relatieve dichtheid is de kans groter dat een trillingsversnelling leidt tot een dichtere pakking van het zand. Wat ook van belang is, is de ligging en de dikte van de zandlagen. Des te dikker de zandlaag is, des groter de consolidatie van het zandpakket (in verhouding).

Trillingsintensiteit
Bij de behandeling van de directe schade is vastgesteld dat de trillingssnelheid wordt bepaald door de installatiemethode, de zwaarte van het inbrengmaterieel, de grondopbouw en de afstand tot de trillingsbron. Des te zwaarder het gebruikte inbrengmaterieel en des te kleiner de afstand tot de bron, des te groter de trillingsintensiteit. Des te groter de trillingsintensiteit, des te groter de kans dat losgepakt zand een dichtere pakking aanneemt, waardoor de grond zakt.

Installatiemethode
Wat verder van belang is om te bepalen hoe groot de kans is op zakking van de grond is de frequentie van de trilling. Des te groter deze frequentie is, des te groter de kans dat de zandkorrels in beweging worden gebracht en een dichtere pakking aannemen. Deze frequentie wordt bepaald door de installatiemethode. Bij heien ligt deze frequentie gemiddeld tussen de 10 en de 15 Hz en bij trillen tussen de 20-25 Hz (laagfrequent trillen) en de 35-40 Hz (hoogfrequent). Bij trillen is er dus een grotere kans op het zakken van de grond als gevolg van damwandinstallatie.

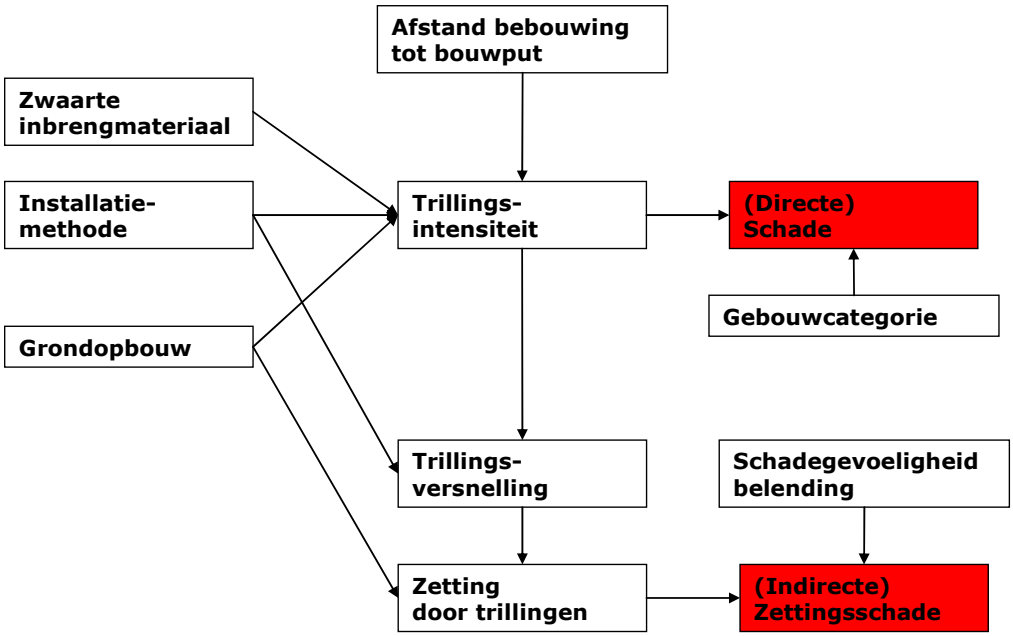
Deze twee factoren tezamen bepalen de trillingsversnelling.

De tweede factor, de kans dat zakking leidt tot schade aan bebouwing, is afhankelijk van één parameter.

- schadegevoeligheid van de bebouwing.

Schadegevoeligheid
De gevoeligheid van bebouwing voor schade wordt voor een groot deel bepaald door de *funderingswijze*. Een gebouw wat gefundeerd is op staal zal de zettingen aan het maaiveld volgen. Een gebouw op palen, daarentegen, is gefundeerd in diepere zandlagen en zal minder schade ondervinden. Ook een gebouw op palen kan echter ook schade ondervinden van zakkingen. Als gevolg van een toename van de negatieve kleef kunnen de palen overbelast worden en kan het gebouw gaan zakken. Vooral gebouwen met een oudere fundering kunnen hier gevoelig voor zijn, omdat er vroeger geen rekening werd gehouden met negatieve kleefbelasting op palen.
Op de tweede plaats bepaalt de *grootte van een gebouw* de schadegevoeligheid. De invloed van de grootte van een gebouw op de schadegevoeligheid heeft twee kanten. Aan de ene kant kan gesteld worden dat een groter gebouw gevoeliger is voor zettingen dan een klein gebouw.

Schade ontstaat door onregelmatige ondersteuning van het gebouw. Aan de andere kant is de hoekverdraaiing (bij hetzelfde zettingsverschil) bij een klein gebouw groter dan bij een groot gebouw. Hierdoor vindt de krachtafdracht van de constructie naar de grond op een andere manier plaats, waardoor er schade optreedt.
Op de derde plaats is de *staat van de bebouwing* van invloed op het optreden van schade. Een gebouw wat in slechte staat is, wat vaak al scheuren vertoont, is kwetsbaarder voor zakkingen. Dit gebouw is al eens belast, waardoor een deel van zijn weerstand tegen belasting weg is. Hierdoor zal er eerder schade optreden.
Wat verder nog van belang is, is het *materiaal waaruit het gebouw* bestaat. Een houten gebouw is beter in staat de zettingen te volgen, dan een gebouw met metselwerk. Dit gedraagt zich stijver en kan de zetting niet volgen wat eerder tot schade aan de bebouwing leidt.



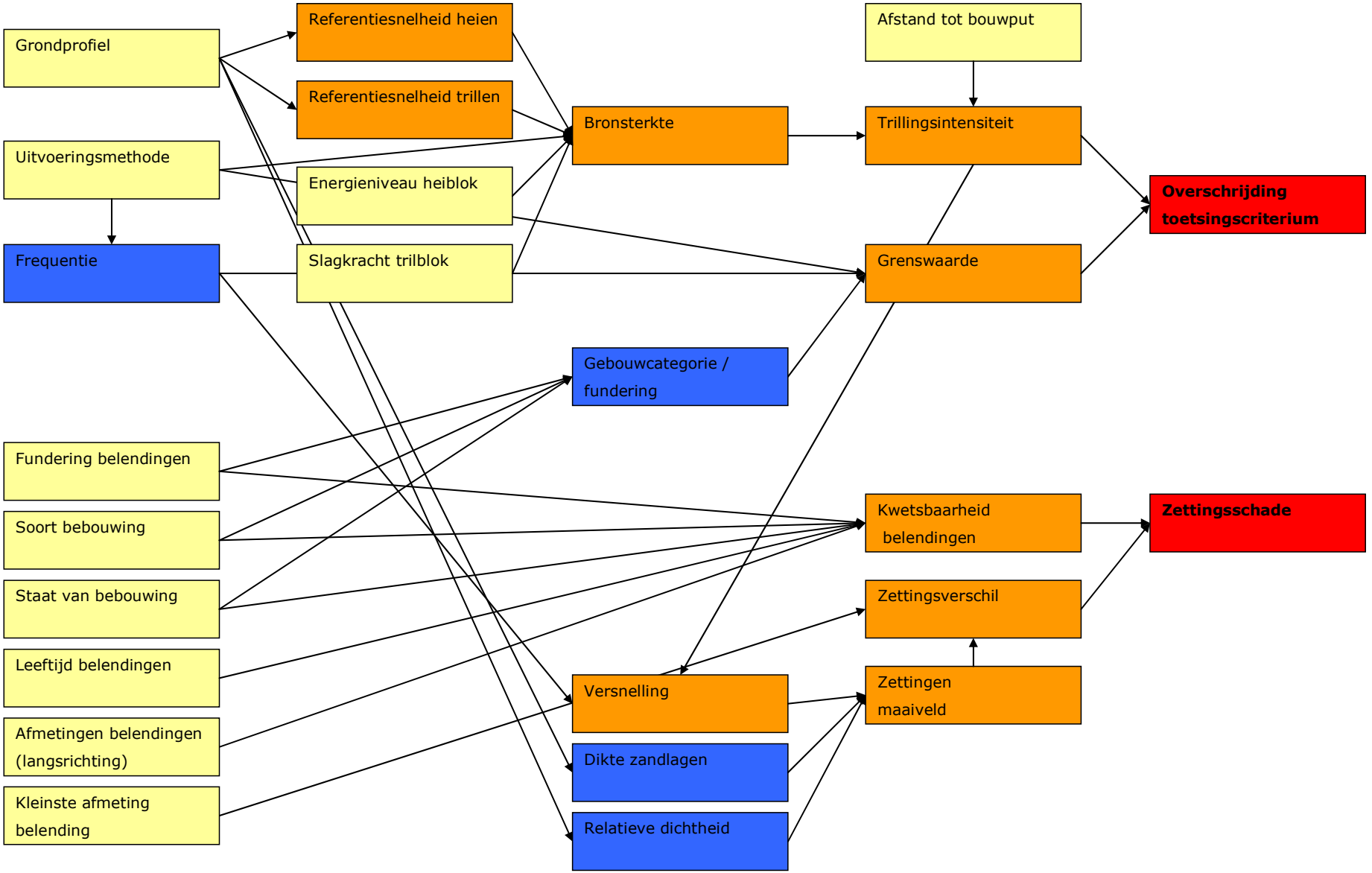
Figuur 8.15. Resultaat kwalitatieve analyse schade door trillingen.

8.5.2 Totstandkoming BN Schade door trillingen

Met behulp van de geïdentificeerde invloedsparameters uit de kwalitatieve analyse wordt vervolgens een Bayesiaans Netwerk opgesteld. Om de conditionele kanstabellen in te kunnen vullen zullen enkele hiervan deterministisch worden bepaald en zal de kansverdeling van enkele tabellen worden ingeschat (intuïtief).

Het netwerk is opgebouwd rond zeven karakteristieke profielen (zie bijlage 6). Deze profielen zijn afkomstig uit de CUR 166 [1997]. Aan de hand van deze profielen kan er een trillingsterkte op een bepaald punt van de trillingsbron worden voorspeld. Door te kijken welk van deze profielen het beste aansluit bij het grondprofiel op de projectlocatie, kan er een trillingspredictie worden gedaan. Door nu in het model in te voeren wat voor type gebouw er in de omgeving staan kan er gekeken worden naar de te verwachte schade.

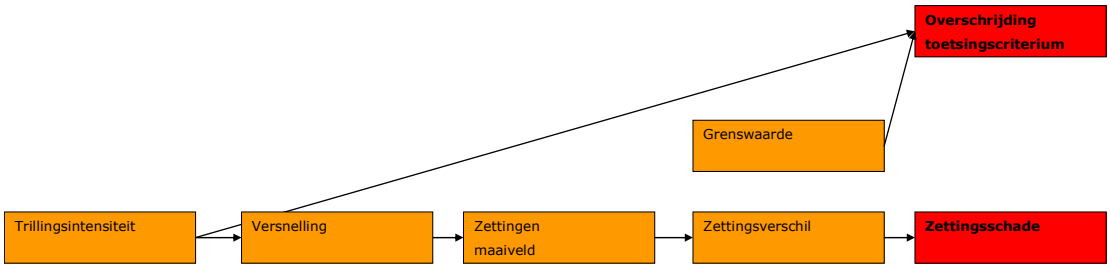
Het model dient om een eerste indruk te krijgen van de risico's bij het installeren van een damwand. Er zullen echter altijd nog controleberekeningen moeten volgen.
In de volgende paragraaf wordt er stap voor stap uitgelegd hoe het Bayesiaans Netwerk 'Schade door trillingen' in elkaar zit.



Figuur 8.16. Bayesian Belief Network 'Schade door trillingen'.

8.5.3 Bayesiaans Netwerk; Schade door trillingen

Op basis van de factoren vermeldt in paragraaf 8.5.1 is een Bayesiaans Netwerk (BN) opgesteld. Zoals daar al is behandeld bestaat schade aan bebouwing door trillingen uit twee types, de schade door de trillingen zelf (direct) en de schade door zetting van de grond als gevolg van verdichting door trillingen (indirect). In het Bayesiaans Netwerk zijn beide types schade meegenomen. De voorspelling van de directe schade is uitgewerkt met behulp van de CUR 166 [1997] en de SBR A [2002]. Hierbij wordt er gesproken over een overschrijding van het toetsingscriterium als de trillingsintensiteit de grenswaarde overschrijdt. De modellering van de indirecte schade is gedaan met behulp van het model van Hergarden en van Tol [2001]. Hierbij is de trillingsversnelling een bepalende factor voor de zettingen van de ondergrond. In de figuur hieronder is het basisprincipe van het netwerk te vinden.

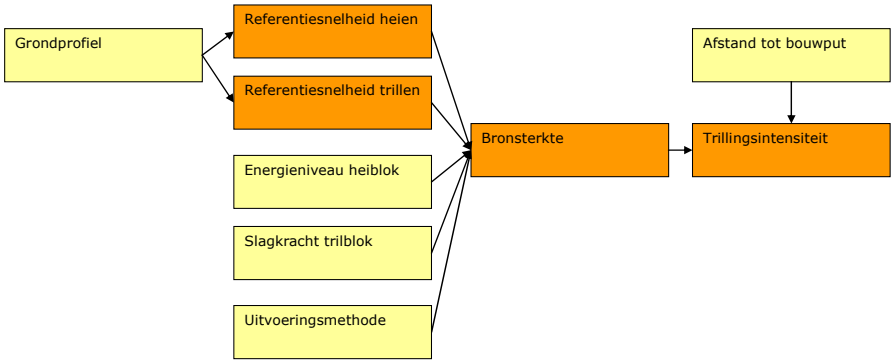


Figuur 8.17. Basisprincipe BN 'Schade door trillingen'.

In figuur 8.16 is het gehele netwerk te zien. In bijlage 5 wordt de totstandkoming van de kanstabellen, die achter de knopen in het netwerk zitten, toegelicht. Ook zijn de kanstabellen, die de invoer van het model zijn, hier terug te vinden.

Bronsterkte en trillingsintensiteit

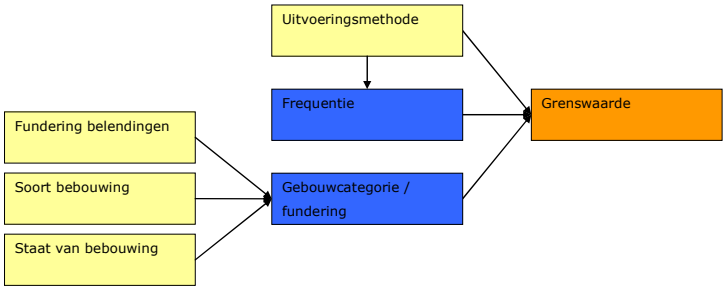
Om de trillingsintensiteit te bepalen is er gebruik gemaakt van meetresultaten voor een aantal kenmerkende bodemprofielen. De parameters zijn op basis van meetresultaten en literatuurgegevens bepaald. Hiermee bestaat de mogelijkheid de trillingsintensiteit te berekenen op een bepaald afstand tot het punt, waar een element door heien of trillen wordt ingebracht. Deze benadering is afkomstig uit de CUR 166 [1997]. Hierbij kan voor een zevental karakteristieke profielen (zie bijlage 6 voor sonderingen van deze profielen) een referentiesnelheid worden afgelezen, welke afhankelijk is van de uitvoeringsmethode (heien of trillen). Deze waarden hebben een zekere spreiding en hebben elk een gemiddelde variatiecoëfficiënt (zie tabel 7.2). Om de bronsterkte te verkrijgen wordt deze referentiesnelheid verrekend met de zwaarte van het te gebruiken inbrengmaterieel. Om nu de trillingsintensiteit te bepalen wordt de bronsterkte verrekend met de afstand tot de trillingsbron (met behulp van vergelijking 7.4). Naarmate de afstand tot de trillingsbron groter is zal het trillingsniveau over het algemeen afnemen, geometrische demping genoemd. Er wordt in dit model geen rekening gehouden met de demping van de trillingen door de grond (materiaaldemping).



Figuur 8.18. Bepaling bronsterkte en trillingsintensiteit.

Grenswaarde

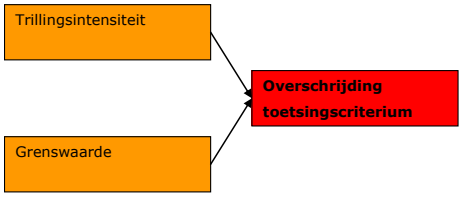
Uit de SBR Richtlijn A, schade aan gebouwen [2002] kan met behulp van de trillingsfrequentie en de gebouwcategorie de karakteristieke grenswaarde worden bepaald (zie figuur 7.1). Door deze te delen door de veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt (herhaald kortdurend ingeval van heien en continu bij trillen) wordt de rekenwaarde van de grenswaarde bepaald. In het netwerk wordt de frequentie bepaald door de uitvoeringsmethode. Bij heien ligt deze frequentie gemiddeld tussen de 10 en de 15 Hz en bij trillen tussen de 20-25 Hz (laagfrequent trillen) en de 35-40 Hz (hoogfrequent). Deze is echter bij te stellen als er bij een project een andere frequentie van de trillingen wordt verwacht. De gebouwcategorie wordt vastgesteld door in het netwerk verschillende kenmerken van de belending in te voeren. Deze is echter ook naar believen bij te stellen.



Figuur 8.19. Knoop grenswaarde.

Overschrijding toetsingscriterium

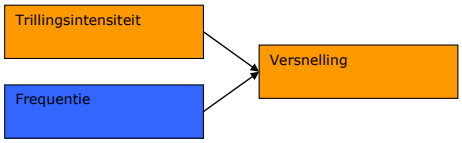
De overschrijding van het toetsingscriterium is vervolgens eenvoudig vast te stellen. Als de trillingsintensiteit groter of gelijk aan de grenswaarde is, is er sprake van een overschrijding van het toetsingscriterium.



Figuur 8.20. Bepaling overschrijden toetsingscriterium.

Versnelling

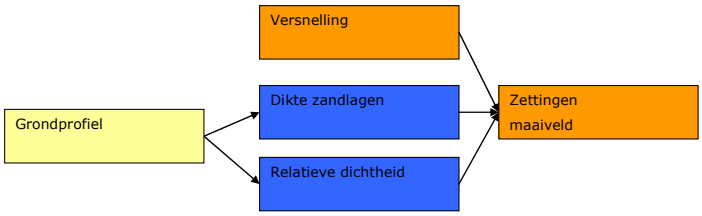
Om nu de verdichting van de grond als gevolg van trillingen te bepalen met het model van Hergarden en van Tol [2001] moet eerst de trillingsversnelling bepaald worden. Met behulp van vergelijking 7.14 kan met de trillingsnelheid en de frequentie de versnelling worden berekend (zie paragraaf 7.3.1). De trillingssnelheid op afstand en de frequentie is al bepaald in het model en wordt vervolgens gebruikt om de versnelling te berekenen.



Figuur 8.21. Knoop trillingsversnelling.

Zettingen maaiveld

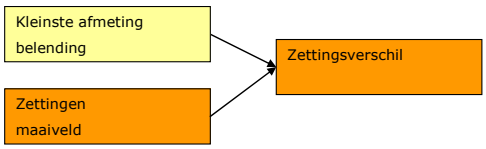
Wat verder nog van belang is bij het bepalen van de zettingen van het maaiveld is de relatieve dichtheid van de grond en de dikte van de aanwezige zandlagen. Met het model van Hergarden et al [2001] wordt er vanuit gegaan dat de trillingsversnelling leidt tot de verdichting van zand, waardoor de grond zakt. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de oorspronkelijke pakkingsdichtheid van de grond. Als deze losgepakt is (relatieve dichtheid < 30%) is er een grotere kans op zetting van de grond dan als deze vastgepakt is. In dit model wordt de zetting van de grond bepaald door de volumerek te vermenigvuldigen met de laagdikte van de aanwezige zandlagen. De relatieve dichtheid en de dikte van de zandlagen is bepaald met behulp van de eerder genoemde karakteristieke profielen (zie bijlage 6). Deze reeds ingevulde parameters kunnen als indicatie dienen als er weinig gegevens zijn over de projectlocatie. Wanneer er meer accurate gegevens zijn kunnen deze alsnog worden ingevuld.



Figuur 8.22. Knoop zetting van het maaiveld.

Zettingsverschil

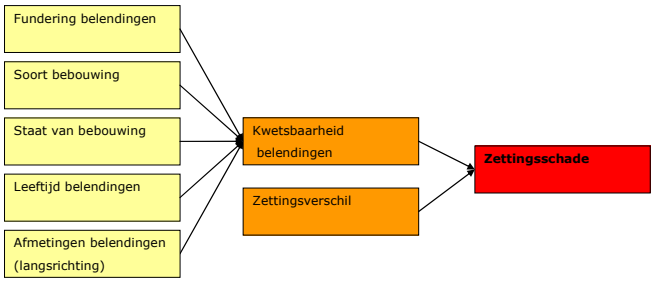
Schade (indirect) aan een belending treedt op doordat de grond onder de belending zakt. De mate waarin de belending hiervoor gevoelig is bepaalt de mate van schade. In het netwerk wordt het zettingsverschil (eigenlijk hoekverdraaiing) berekend door de zetting van het maaiveld te delen door de kleinste afmeting van de belending. De hoekverdraaiing bij een gelijkblijvende zetting is bij een klein gebouw groter dan bij een groot gebouw. Hierdoor vindt de krachtafdracht van de constructie naar de grond op een andere manier plaats, waardoor er schade optreedt. Dus des te kleiner de belending des te groter het zettingsverschil. Met behulp van de schadeklassen van Boscardin [1989] kan vervolgens de kans op schade worden ingeschat.



Figuur 8.23. Knoop zettingsverschil.

Zettingschade

De bepaling van de schade vindt vervolgens plaats op dezelfde manier als bij het netwerk 'Schade door bemaling', zie paragraaf 8.4.3. Het enige verschil is de orde van grootte, bij grondwaterstandverlaging zijn de zettingen groter, vooral bij de grotere afstanden.



Figuur 8.24. Knoop zettingsschade door trillingen.

8.5.4 Aannames model (beperkingen van het model)

Om het Bayesiaans Netwerk te realiseren zijn er aannames gedaan. Zonder deze aannames zou het model te gecompliceerd worden. Wat hierbij ook gerealiseerd moet worden is dat het model dient om in een vroeg stadium iets te kunnen zeggen over schade aan belendingen. Hieruit zullen altijd nog gedetailleerde berekeningen volgen waarin in meer detail naar de projectlocatie wordt gekeken. Aannames om het model eenvoudiger te maken zijn in deze situatie dus gerechtvaardigd.

Directe schade:

- Het model is geschikt voor de installatie van een damwand.
- De overschrijding van het toetsingscriterium wordt bepaald voor de gevel, en niet voor de verschillende onderdelen van een gebouw, zoals bijvoorbeeld de vloer en de muren.
- Bij de berekening van de trillingsintensiteit wordt er uitgegaan van zeven karakteristieke profielen, waar de referentiesnelheid u_o en de variatiecoefficient V_o aan gekoppeld zijn. Deze methodiek is afkomstig van de CUR 166 [1997].
- Van enkele van de profielen zijn geen gegevens bekend. Deze zijn echter wel in het model opgenomen en hebben een uniforme kansverdeling gekregen (zie bijlage 5). Als uit later onderzoek hier een andere kansverdeling voor wordt gevonden kan deze alsnog in het model worden opgenomen door de kanstabel te veranderen.
- In het model kan er gekozen worden voor twee uitvoeringsmethodes om een damwand te installeren, heien en trillen. Om een project door te rekenen, moet er altijd voor één van de twee methodes gekozen worden.
- Bij de berekening van de trillingsintensiteit is geen rekening gehouden met de materiaaldemping (dempingsconstante α van de grond). De reden hiervoor is dat deze alleen bij enkele profielen bij het inheien van de grond bekend is en dat het effect hiervan op de trillingsintensiteit minimaal is.
- In het model is geen rekening gehouden met het effect van het type damwandplank (profieltype) en de planklengte op de trillingssterkte. Dit komt voort uit de methodiek om de trillingen te voorspellen uit de CUR 166 [1997]. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat de zwaarte van het inbrengmaterieel (type blok) maatgevend is.
- Bij de bepaling van de bronsterkte met behulp van tabel 7.2 (zie paragraaf 7.2) heeft er geen verrekening plaats gevonden met de conusweerstand en het inheiniveau van de damwandplank.
- Voor het bepalen van overschrijdingskansen op kortere afstanden dan 5 m is het gehanteerde model minder geschikt. Dit komt, omdat de waarden van tabel 7.2 zijn gerelateerd aan een trillingsintensiteit van de bodem op een afstand van 5 meter van de bron (zie ook vergelijking 7.4).
- In het model is er voor het type heiblok alleen rekening gehouden met een dieselblok.

Indirecte schade:

- Om de zetting te berekenen wordt er uitgegaan van een homogeen grondpakket. De dikte van de zandlagen in een grondprofiel worden bij elkaar opgeteld om de zetting hiervan te bepalen. Het model zou anders te gecompliceerd worden.
- Om de verandering in relatieve dichtheid te berekenen is voor de 'coefficient of vibratory compaction' α_{Barkan} 4 aangehouden. Hiermee wordt geen rekening gehouden met het spanningsniveau en de sterkte van de grond.
- De zetting van de grond wordt berekend door de volumerek te vermenigvuldigen met de dikte van de zandlagen (bij elkaar opgeteld).
- In het model wordt enkel de verdichting van de grond bepaald. De wigvorming (onder een spreiding van een hoek van 30°) die daardoor ontstaat is niet meegenomen. Dit betekent dus dat het model een positiever resultaat zou kunnen geven over de te verwachten zettingen op afstand. Echter de zettingen

worden normaal berekend met de verwachtingwaarde van de trillingsintensiteit (50% waarde). In het model worden de zettingen echter bepaald met behulp van de kansverdeling van de trillingsintensiteit. Dit betekent dat er ook op grotere afstanden een kans is op hoge versnellingen, waardoor de zettingen op afstand groter zijn als de waarden die volgen uit meer nauwkeurigere berekeningen. Dit compenseert het feit dat de actieve wig niet wordt meegenomen.

- Om de hoekverdraaiing te berekenen is er vanuit gegaan dat de zetting aan de voorkant van de belending optreedt en dat deze aan de achterkant van de belending nul is. Dit is te rechtvaardigen doordat de zettingen sterk afnemen met de afstand tot de damwand.
- Er wordt aangenomen dat de totale trillingsduur van het installeren van een damwandplank zo lang duurt dat de eindwaarde van de verdichting wordt bereikt. Of dit in de praktijk altijd wordt gehaald is maar de vraag.
- Er wordt uitgegaan van een gebouw wat óf op palen óf op staal is gefundeerd. In werkelijkheid kan er ook schade ontstaan door zettingsverschillen tussen de verschillend gefundeerde delen van een gebouw. Ook kan een gebouw uit verschillende delen bestaan, bijvoorbeeld laag- en hoogbouw, wat zich anders gedraagt.

9 TESTCASE EN GEVOELIGHEIDSANALYSE

Na de ontwikkeling van de Bayesiaanse Netwerken zoals beschreven is in hoofdstuk 8, kan met behulp van een testcase worden gekeken naar hoe de modellen reageren op een bepaalde invoer, afkomstig van een project. Ook wordt met de testcase de werking van het model gedemonstreerd en kan op deze manier het model worden geverifieerd. Om de gevoeligheid van verschillende interessante factoren te testen, wordt er met behulp van een gevoeligheidsanalyse onderzocht wat de invloed is van diverse factoren op het eindresultaat. Door in de toekomst gevoelige relaties nauwkeuriger te maken, zou de nauwkeurigheid van het model groter gemaakt kunnen worden.

Het BN 'Schade door trillingen' is getest met behulp van een case in Zaandam. Aangezien er voor dit project al een schadepredictie heeft plaatsgevonden, kan de uitkomst van het model hiermee worden vergeleken. Het gebruik van het BN 'Schade door bemaling' wordt gedemonstreerd met behulp van een fictief project.

9.1 ALGEMEEN

Per model wordt dezelfde werkwijze aangehouden. Eerst wordt er een beschrijving gegeven van het project. In deze beschrijving wordt er zoveel mogelijk getracht alle relevante gegevens te vermelden zodat er een inschatting van het risico kan worden gemaakt. Uit deze beschrijving kan vervolgens bepaald worden welke gegevens ingevoerd moeten worden in de netwerken. Dit houdt in dat er op basis van de projectgegevens een kansverdeling over de knopen moet worden bepaald. Dit kan vervolgens op 2 manieren worden ingevoerd in het netwerk, als bewijs (honderd procent zekerheid over de toestand van de knoop) of als aanpassing in de kanstabel.
Vervolgens wordt er gekeken naar de uitkomst van de modellen. Hierbij wordt er een analyse gemaakt van de schadepredictie. Tenslotte wordt er met een gevoeligheidsanalyse gekeken naar de invloed van de factoren op het eindresultaat.

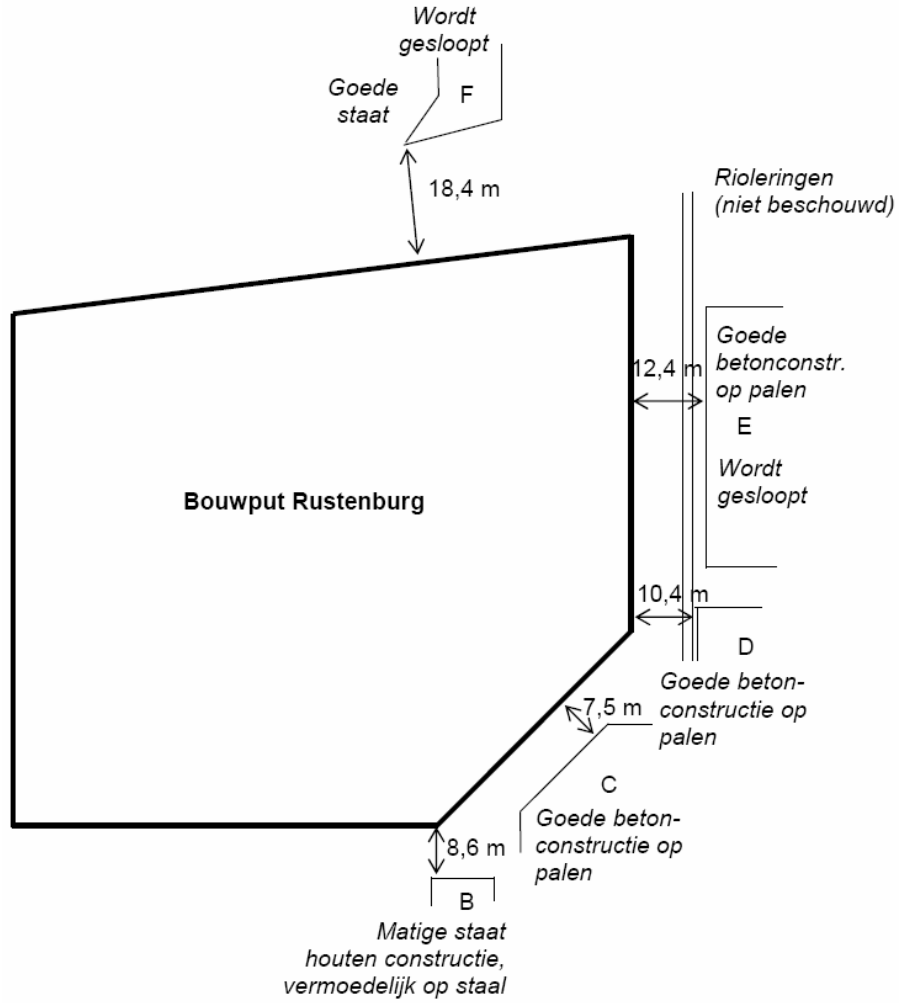
9.2 UITWERKING TESTCASE TRILLINGEN ZAANDAM

9.2.1 Inleiding

In 2005 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. van Ingenieursbureau IMD te Rotterdam namens AM Vastgoed, de opdracht voor het uitvoeren van een analyse ter bepaling van maaiveldzakkingen rondom de bouwput op het Ankersmidplein te Zaandam. Daarnaast is een voorontwerp voor de groutankers, en een trillingsanalyse en verticale draagkrachtberekening van de te installeren damwanden uitgevoerd. Bij deze case wordt nader ingegaan op de invloed die de trilwerkzaamheden hebben op de omgeving.

Het bouwplan bestaat uit de bouw van een 3-laags parkeerkelder, inritten en steigers. De kelder wordt aan de oostzijde bebouwd met een toren van ca. 60 m hoogte. Het overige deel van de bebouwing is lager. De bouwlocatie beslaat een bouwput die nat wordt ontgraven tot een diepte van NAP -11,2 meter bestaande uit damwanden en ankers. Rondom de bouwput staan diverse gebouwen variërend van oude woningen tot bebouwing uit de jaren '60 en '70. Door de constructeur (extern) is vastgesteld dat de bestaande belendingen gefundeerd zijn op palen, met uitzondering van een gebouw (B) dat mogelijk op staal of op houten palen is gefundeerd. Belendingen variëren van redelijk goede staat tot betonconstructies in goede staat. De dichtstbijzijnde belendingen staan op 7,5 m vanaf de damwand. In figuur 9.1 is een tekening van de bouwput en de belendingen in de omgeving te zien.

In de bijbehorende tabel 9.1, zijn de belendingen, de afstand en gebouwcategorie terug te vinden. De indeling naar gebouwcategorie heeft plaatsgevonden met de SBR richtlijn A [2002].



Figuur 9.1. Staat van de naastgelegen gebouwen tijdens de aanleg van de bouwput [Fugro, 2005].

Gebouw/ woning	Locatie	Afstand	constructiewijze	Staat	Fundering	Gebouw-categorie SBR A
A	Westzijde	30,6 m	Metselwerk	Redelijk tot goed*	palen	2
B	Zuidzijde	8,6 m	Hout	Matig	staal of houten palen	3
C	Zuidoostzijde	7,5 m	Beton met metselwerk / dak staal+hout	Goed	boorpalen / houten palen	2
D	Oostzijde	10,4 m	Beton met metselwerk	Goed	betonnen palen	2
E	Noordoostzijde	12,4 m	Monoliete betonvloeren	Goed	betonnen palen / schroefmortelpalen	2
F	Noordzijde	18,4 m	Betonnen keldervloer	Goed	betonnen palen	2

***** Constructie wordt gesloopt voorafgaand aan de bouw.

Tabel 9.1. Belendingen en gebouwcategorie [Fugro, 2005].

Door de constructeur is geen trilblok voorgeschreven. Voor het bepalen van de inbrengmethode wordt uitgegaan van stalen damwandplanken type AZ 36 tot NAP -18 m.
Er zijn geen berekeningen voor het bepalen van het toe te passen trilblok uitgevoerd. Met het NVAF handboek '*Schadevrij installeren van stalen damwand in Nederland*' [2002] is een schatting gemaakt van het toe te passen trilblok, mede afhankelijk van de grondslag.

De gegeven grafieken zijn afhankelijk van o.a. 7 voor Nederland kenmerkende bodemprofielen (zie bijlage 6). Op basis van de maatgevende sondering DKM 4 (zie bijlage 7) komt het bodemprofiel B1 van Amsterdam het meest overeen. Verwacht wordt dat met een hoogfrequent trilblok met een slagkracht van 2000 kN de planken op diepte te krijgen zijn. De definitieve keuze van het trilblok dient door de aannemer gemaakt te worden.

Met behulp van de CUR 166 [1997], alsmede ervaringen binnen Fugro bij vergelijkbare projecten, is de bronsterkte van de trillingssnelheid bepaald. Er is een schatting gegeven van de bronsterkte van de horizontale trillingsintensiteit (voor zowel de verwachtings- als bovengrenswaarden) op een afstand van 5 m vanaf de trillingsbron (zie tabel 9.2).

Plank	Type trilblok	Energieniveau	Trillingssnelheid [mm/s]	
			Verwachtings-waarde*	Bovengrens-waarde**
Stalen damwandplank AZ 36, Intrillen	2335 VM	2000 kNm	4,5	10,1

* de verwachtingswaarde betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit door de betreffende werkzaamheden met een kans van ca. 50% op overschrijding
** de bovengrenswaarde betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit door de betreffende werkzaamheden met een kans van ca. 1% op overschrijding

Tabel 9.2. Bronsterkte trillingssnelheid [Fugro, 2005].

Op basis van deze gegevens kan vervolgens een kansverdeling over de toestanden van de knopen uit het model worden bepaald.

9.2.2 Invoer model

Met behulp van de projectomschrijving worden de toestanden in het model ingevuld. In de tabellen hieronder is dit gedaan voor gebouw B (zie tabel 9.1). Dit is het meest kwetsbare gebouw, aangezien dit een tamelijk oud, in matig verkerende staat gebouw is gefundeerd op houten palen of staal. De andere gebouwen (A t/m F) zijn op dezelfde manier ingevoerd om zo een schadepredictie te kunnen doen.

Parameter	Toestand	Kans	Toelichting
Grondprofiel	Amsterdam hor	1	In het rapport wordt er op basis van de maatgevende sondering DKM4 gekozen voor het profiel Amsterdam. Op basis van vergelijkingen met de te verwachtingswaarde en bovengrenswaarde voor de trillingssnelheid op een afstand van 5 meter van de trillingsbron (zie tabel 9.2) is er gekozen voor Amsterdam hor. die hier het beste mee overeenkomt.
	Amsterdam ver	0	
	Eindhoven hor	0	
	Eindhoven ver	0	
	Groningen hor	0	
	Groningen ver	0	
	Den Haag hor	0	
	Den Haag ver	0	
	Maasvlakte hor	0	
	Maasvlakte ver	0	
	Rotterdam hor	0	
	Rotterdam ver	0	
	Tiel hor	0	
	Tiel ver	0	
Dikte zandlagen	< 2 meter	0	Op basis van de maatgevende sondering DKM4 is de totale dikte van de aanwezige zandlagen bepaald.
	2 - 4 meter	0	
	4 - 6 meter	0	
	6 - 8 meter	0	
	> 8 meter	1	
Relatieve dichtheid	< 42.5 %	0	De relatieve dichtheid is bepaald met behulp van Lunne et al. [1983]. De relatieve dichtheid is van belang tot een diepte van 18 meter, aangezien de damwand niet langer is.
	42.5 - 47.5 %	0.30	
	47.5 - 52.5 %	0.50	
	> 52.5 %	0.20	

Tabel 9.3. Vastgestelde toestanden van de grondparameters, case Zaandam.

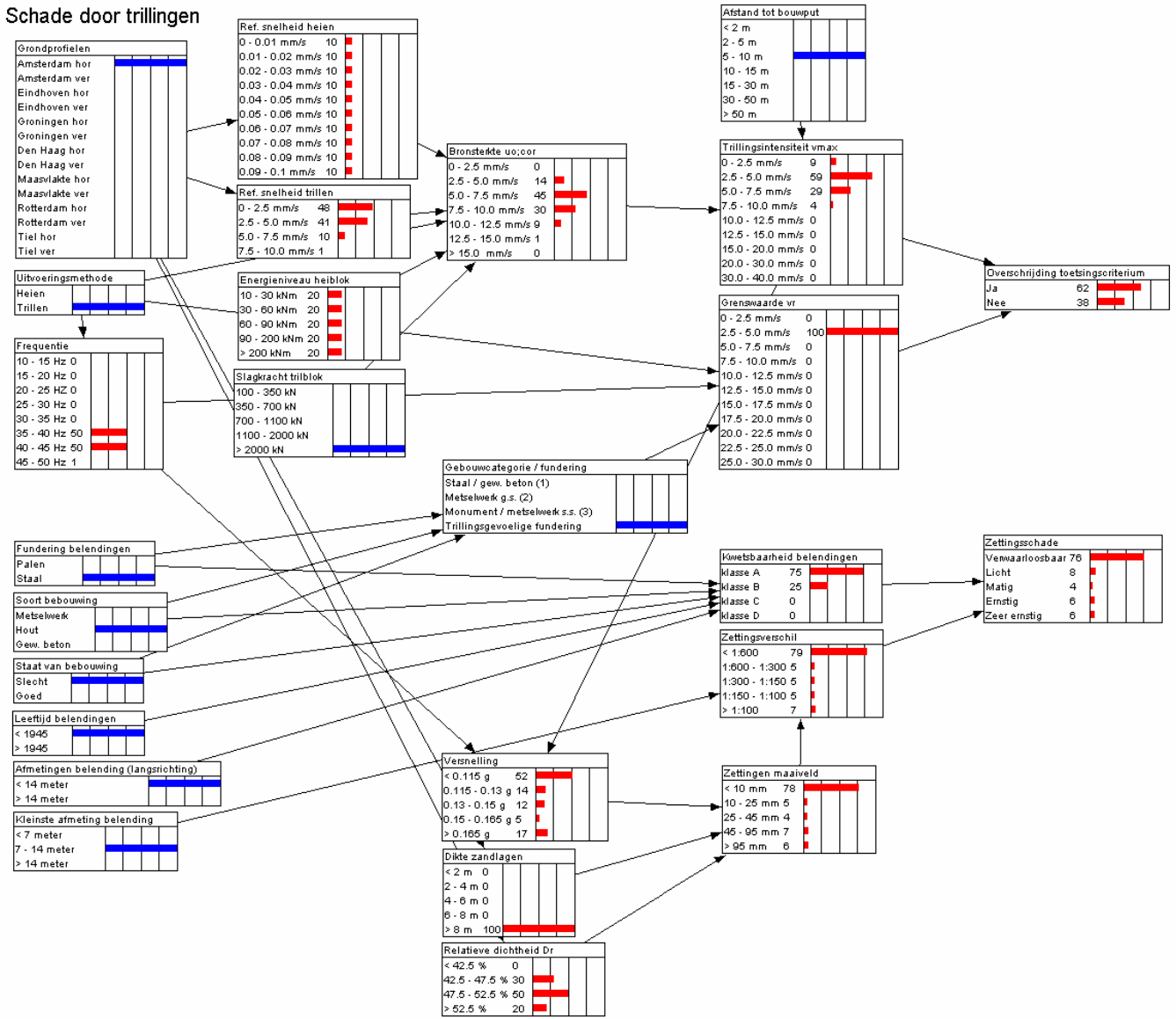
Parameter	Toestand	Kans	Toelichting
Uitvoeringsmethode	Heien	0	Er is gekozen om de damwanden trillend in te brengen.
	Trillen	1	
Frequentie	10-15 Hz	0	Voor de bepaling van de rekenwaarde van de grenswaarde voor trillingsgvoelige funderingen is uitgegaan van een dominante frequentie van 40 Hz.
	15-20 Hz	0	
	20-25 Hz	0	
	25-30 Hz	0	
	30-35 Hz	0	
	35-40 Hz	0.5	
	40-45 Hz	0.5	
	45-50 Hz	0	
Slagkracht trilblok	100 - 350 kN	0	Op basis van het handboek 'Schadevrij installeren van een stalen damwand in Nederland' is een schatting gemaakt van het toe te passen trilblok bij een AZ36 profiel met een lengte van 18 meter. Hieruit volgt een trilblok met een slagkracht van 2000 kN.
	350 - 700 kN	0	
	700 - 1100 kN	0	
	1100 - 2000 kN	0	
	> 2000 kN	1	

Tabel 9.4. Vastgestelde toestanden van de uitvoeringsparameters, case Zaandam.

Parameter	Toestand	Kans	Toelichting
Afstand tot bouwput	< 2 m	0	Het voor dit geval geteste gebouw staat op een afstand van 8,6 meter.
	2 - 5 m	0	
	5 - 10 m	1	
	10 - 15 m	0	
	15 - 30 m	0	
	30 - 50 m	0	
	> 50 m	0	
Fundering belendingen	palen	0	Volgens tabel 9.1 staat het betreffende huis op staal of houten palen. Er is gekozen om dit in te delen in de klasse op staal, omdat dit het meest kwetsbaar is.
	staal	1	
Soort bebouwing	Metselwerk	0	Het huis bestaat uit hout.
	Hout	1	
	Gew. Beton	0	
Staat van bebouwing	Slecht	1	De staat van de bebouwing is matig. Omdat hier niet voor gekozen kan worden, wordt er hier van de slechtste situatie uitgegaan.
	Goed	0	
Gebouwcategorie / fundering	staal/beton	0	Er wordt gekozen voor een trillingsgevoelige fundering om de mogelijke schadelijke invloed van trillingen op de funderingen en de daarop rustende constructie te bepalen.
	metsel g.s.	0	
	monument/metsel s.s.	0	
	trillingsgevoel. fund.	1	
Leeftijd belendingen	< 1945	1	De leeftijd van de belending wordt op basis van de beschikbare gegevens ouder dan 1945 geschat.
	>1945	0	
Afmetingen belendingen	< 14 meter	1	Het betreffende gebouw heeft een afmeting van 8,4 x 10,2 meter.
	> 14 meter	0	
Kleinste afmeting belending	< 7 meter	0	
	7 - 14 meter	1	
	> 14 meter	0	

Tabel 9.5. Vastgestelde toestanden van de invoerparameters van het type belending, case Zaandam.

In figuur 9.2 is het BBN te zien na doorrekening. Hier zijn twee resultaten te zien, namelijk een voorspelling van de overschrijding van het toetsingscriterium volgens de SBR-A [SBR, 2002] en een schadepredictie met behulp van het model van Hergarden et al. [2001].



Figuur 9.2. Bayesian Belief Network 'Schade door trillingen' na invoer case Zaandam, gebouw B.

9.2.3 Analyse voorspellingen model

De resultaten die volgen uit de voorspelling van het model worden geanalyseerd. Aangezien het model zo is opgebouwd dat er twee typen predictie worden gedaan, namelijk een voorspelling van de overschrijding van het toetsingscriterium (directe schade) en een voorspelling van de te verwachten zettingsschade (indirecte schade) wordt er apart naar deze twee gekeken. De overschrijding van het toetsingscriterium kan worden vergeleken met de predictie van Fugro om zo te kijken hoe dicht het model deze benadert. Het resultaat van de voorspelling van de zettingsschade, volgens Hergarden et al. [2001], kan worden vergeleken met de voorspelling van de overschrijding van het toetsingscriterium bij een trillingsgevoelige fundering (gebouw B uit figuur 9.1). Voor een gedetailleerde beschrijving van de bepaling van de overschrijding van het toetsingscriterium en het model van Hergarden et al. [2001], zie hoofdstuk 7.

Vergelijken overschrijding toetsingscriterium

Voor elke belending in de omgeving is het model doorgerekend. Deze voorspelling van de directe schade wordt vervolgens vergeleken met de trillingspredictie die is uitgevoerd door Fugro. De gegevens die in de tabellen staan zijn afkomstig van een onderzoek naar de te verwachten trillingsintensiteit en de belendingen in de omgeving, zie paragraaf 9.2.1. In tabel 9.6 is de trillingspredictie van Fugro te zien. In de tabel 9.7 daaronder is de invoer en uitkomst van het Bayesiaans netwerk 'Schade door trillingen' gegeven.

Gebouw	Blok	Cat	Afst* [m]	Verwachtings-waarden trillingssnelheid [mm/s]	Bovengrens-waarden trillingssnelheid [mm/s]	grenswaarde conform SBR-A [mm/s]	Kans op overschrijding [%]
A Draagconstructie	2335 VM	2	30,6	0,7	1,5	4,05	**<1%**
B Draagconstructie	2335 VM	3	8,6	2,2	5,0	2,2	**50%**
fundering				3,2	7,1	4,0	**30%**
C Draagconstructie	2335 VM	2	7,5	2,4	5,4	4,0	**10%**
D Draagconstructie	2335 VM	2	10,4	2,0	4,4	4,0	**5%**
E Draagconstructie	2335 VM	2	12,4	1,7	3,7	4,0	**3%**
F Draagconstructie	2335 VM	2	18,4	1,2	2,7	4,0	**3%**

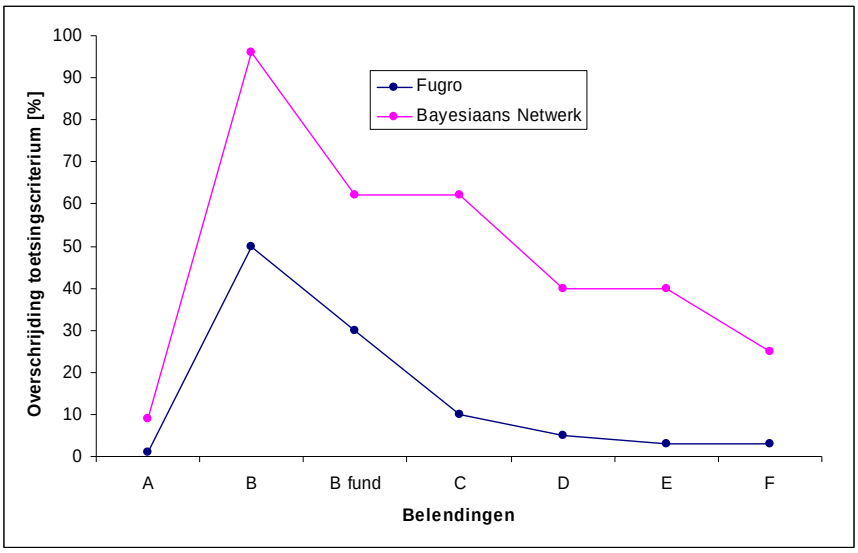
* minimale afstand tot heiwerkzaamheden

Tabel 9.6. Toetsing berekeningsresultaten conform SBR-richtlijn A [Fugro, 2005].

Gebouw	Slagkracht trilblok	Cat.	invoer afstand [m]	output grenswaarde [mm/s]	Kans op overschrijding [%]
A Draagconstructie	> 2000 kN	2	30 - 50	2,5 - 5,0	**9%**
B Draagconstructie	> 2000 kN	3	5 - 10	0 - 2,5	**96%**
fundering*		fund		2,5 - 5,0	**62%**
C Draagconstructie	> 2000 kN	2	5 - 10	2,5 - 5,0	**62%**
D Draagconstructie	> 2000 kN	2	10 - 15	2,5 - 5,0	**40%**
E Draagconstructie	> 2000 kN	2	10 - 15	2,5 - 5,0	**40%**
F Draagconstructie	> 2000 kN	2	15 - 30	2,5 - 5,0	**25%**

* frequentie 40-45 Hz

Tabel 9.7. Berekeningsresultaten overschrijding toetsingscriterium Bayesiaans Netwerk 'Schade door trillingen'.



Figuur 9.3. Vergelijking overschrijding toetsingcriterium Fugro en Bayesiaans Netwerk.

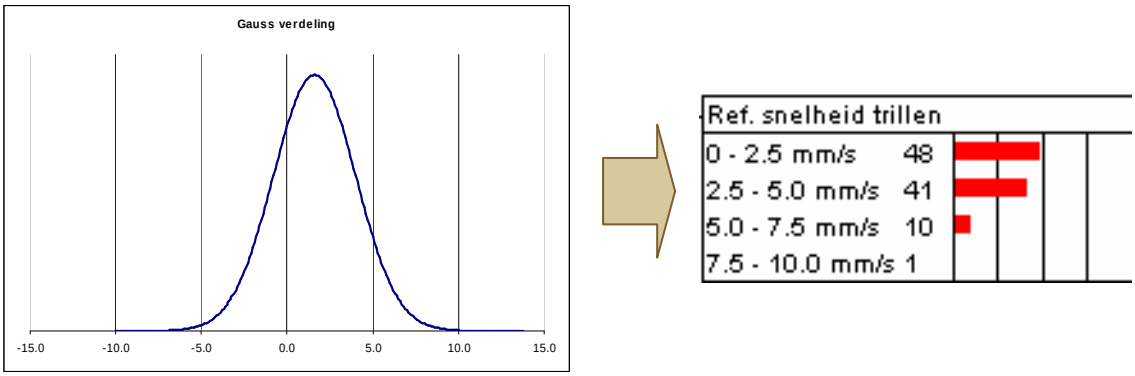
De laatste kolom van de twee tabellen worden met elkaar vergeleken in figuur 9.3. Er is duidelijk in te figuur te zien dat de lijn hoger ligt, dan de lijn van de oorspronkelijke trillingspredictie. Alhoewel de schadepredicties met het trillingsmodel een grotere kans op schade aangeven, geeft deze bij elk van de gevallen schade aan, als dit ook in de rapportage een overschrijdingspercentage heeft. Dit betekent dus dat het model correct maar conservatief is, aangezien het model wel een predictie van schade geeft als de predictie dit ook doet, maar deze is aan de hoge kant. Als het model dus een laag overschrijdingspercentage aangeeft, kan het best zijn dat uit meer preciezere bepaling blijkt dat er geen overschrijding is. Als een eerste verklaring waarom de schadepredictie hoger is bij het model, is er gekeken naar de werking van het model. De schadepredictie van het model zou nauwkeuriger kunnen worden door het aantal toestanden die een knoop bevat, uit te breiden. Hierdoor worden de klassen nauwkeuriger (zie paragraaf 8.2 invullen conditionele kanstabellen). In het bovenstaande geval zou dit gewenst zijn, aangezien de predictie van het model hoog uitvalt. In de volgende paragraaf wordt er dieper op dit probleem ingegaan en is er gezocht naar hoe het model verbeterd kan worden. Wat bij de verfijning van het model echter wel in de gaten moet worden gehouden is dat het model bedoeld is als eerste indicatie om te kijken of er schade optreedt bij de gekozen uitvoeringsmethode. Als dit het geval is, kan er vervolgens met meer nauwkeurige berekeningen dieper op dit geval worden ingegaan. Als het model aangeeft dat er geen overschrijding is, dan kan er vanuit worden gegaan dat de gekozen uitvoeringsmethode voldoende veilig is.
Met behulp van het model is op een snelle en overzichtelijke manier te zien wat de consequentie zijn van de gekozen uitvoeringsmethode en kan er vervolgens gekeken worden naar alternatieven. Het model voldoet dus aan de eisen die er vooraf gesteld werden (zie paragraaf 5.2.1 programma van eisen). Het is verder de vraag hoe nauwkeurig de gegevens uit de trillingspredictie zijn. De systematiek om trillingen te voorspellen (afkomstig uit de CUR 166, 1997) is gebaseerd op trillingssnelheden die gekoppeld zijn aan 7 karakteristieke profielen (zie paragraaf 7.2 voor verdere toelichting). De trillingsvoorspelling en de schadepredictie hieraan gekoppeld is dus ook niet zo nauwkeurig als die misschien wel lijkt.

Verklaring onnauwkeurigheid

Uit de analyse blijkt dat de voorspellingen correct, maar aan de hoge kant zijn. Om het model te kunnen verbeteren in de toekomst, moet er achterhaald worden wat de redenen zijn voor deze 'onnauwkeurigheid'. Door het bekijken van het model (en de opbouw hiervan) kan een verklaring voor deze onnauwkeurigheid worden gegeven. Deze komt namelijk voort uit het aantal toestanden per knoop, welke beperkt is. Hierdoor kunnen er geen absolute waarden in het model worden ingevoerd.

Dit betekent dat het model met klassen werkt (tussen een minimum en maximum waarde), waardoor er een onnauwkeurigheid ontstaat. Dit is reeds eerder behandeld in paragraaf 8.2, invullen conditionele kanstabellen.
In het trillingsmodel zijn de volgende factoren verantwoordelijk voor de onnauwkeurigheid:

- Voor de bepaling van de rekenwaarde van de grenswaarde is in de trillingspredictie van Fugro uitgegaan van een dominante *frequentie* van 40 Hz. In het model is er hierom gekozen voor de klassen 35-40 en 40-45 Hz. Hierdoor zou de rekenwaarde voor de grenswaarde lager uit kunnen pakken dan deze werkelijk is, waardoor het overschrijdingspercentage groter zou zijn. Met deze case is dit niet het geval, omdat de grenswaarden bij het intrillen van een damwandplank met een frequentie van 35 tot 45 Hz bij een trillingsgevoelige fundering allebei tussen de waarden 2.5 en 5.0 mm/s vallen.
- Op basis van het karakteristieke bodemprofiel (Amsterdam) en de lengte van de damwand (18m) is de *slagkracht van het trilblok* vastgesteld, namelijk 2000 kN. In het model is er hierom ingevuld dat deze groter dan 2000 kN is. Hierdoor valt de bronsterkte hoger uit dan deze in de trillingspredictie is. Dit betekent dus dat de voorspelde trillingssnelheid hoger uitvalt, waardoor er een groter overschrijdingspercentage ontstaat. Er moet hierbij wel in de gaten worden gehouden dat de aannemer in de praktijk een iets zwaarder trilblok kan hebben gebruikt, waardoor er een grotere kans op schade ontstaat (zoals voorspeld in het model). Bij een lichter trilblok gaat dit niet op.
- Om de knoop referentiesnelheid te bepalen in het model is er gebruik gemaakt van de waarden uit tabel 7.2 (zie blz. 57). Hieruit volgt voor profiel Amsterdam (hor.) een gemiddelde referentiesnelheid en een variatiecoëfficiënt. Als hiervoor een kansverdeling wordt opgesteld, dan is te zien dat de referentiesnelheid ook onder de 0 kan zijn (zie figuur 9.4). Aangezien dit in de praktijk niet mogelijk is, is het oppervlak onder de Gauss-kromme aan de linkerkant van de nulgrens (dus de waarden kleiner dan 0) verdeeld over de waarden aan de rechterkant van de nulgrens (waarden groter dan 0). Op deze manier valt het voorspelde percentage van de waarden groter dan 0 hoger uit. Hierdoor valt het overschrijdingspercentage groter uit.



Figuur 9.4. Totstandkoming knoop 'ref. snelheid trillen'.

- De *afstand tot de damwand* zijn absolute waarden, zoals bijvoorbeeld 7,5 en 8,6 meter. Dit is in het model vereenvoudigt tot de klasse 5-10 meter. Hierdoor kan het overschrijdingspercentage lager uitvallen.
- In het model wordt er uitgegaan van de simpele veronderstelling dat als de trillingssnelheid groter of gelijk is aan de grenswaarde er een overschrijding is van het toetsingscriterium. Als de trillingssnelheid tussen de 2,5 en 5,0 mm/s is en de grenswaarde tussen de 2,5 en 5,0 mm/s, is er evenveel kans (50/50%) dat het toetsingscriterium wordt overschreden als dat deze wordt onderschreden. In een trillingspredictie kan de trillingsnelheid 2,6 mm/s zijn en de grenswaarde 4,0 mm/s. Er is dan geen overschrijding, terwijl het model dit wel veronderstelt en meerekent bij het totale overschrijdingspercentage. Dit heeft een aanzienlijke invloed.

- In het model heeft er geen verrekening van de trillingsintensiteit met de materiaaldemping (α) plaatsgevonden. Hierdoor valt het overschrijdingspercentage groter uit.

Vergelijken predictie zettingsschade

In hoofdstuk 7 is reeds het verdichtingseffect door trillingen behandeld. De kern hiervan is dat er zettingen optreden als de trillingsversnelling (die wordt bepaald door de trillingsintensiteit en de frequentie) groter is dan een vastgestelde drempelwaarde (die afhankelijk is van de pakking van de grond, gemeten met de relatieve dichtheid). Met het model wordt op deze manier de zetting van de grond bepaald.
Om de (indirecte) schade te bepalen wordt deze zetting afgezet tegen de gevoeligheid van de belending voor zettingen.
In de SBR-A [2002] wordt naar de overschrijding van het toetsingscriterium van een trillingsgevoelige fundering gekeken. Op deze manier kan men naar de gevoeligheid van een belending voor zettingen door trillingen kijken. De SBR-A werkt ook met een drempelwaarde voor de versnelling. Is de versnelling groter dan deze drempelwaarde dan is er sprake van een overschrijding.
Bij gebouw B in het voorbeeld (zie tabel 9.1), die vermoedelijk op staal gefundeerd is, kunnen deze twee predicties met elkaar vergeleken worden. Aangezien de SBR-A geen onderscheid maakt in wat voor soort schade kan ontstaan bij hoge trillingsintensiteiten (enkel overschrijding ja/nee) en er bij de knoop zettingsschade wel onderscheid wordt gemaakt is hier een vereenvoudiging voor aangenomen. Er wordt verondersteld dat verwaarloosbare schade gelijk staat aan onderschrijding van het toetsingscriterium. De percentages van alle andere type schade (van licht tot zeer ernstig, zie figuur 9.2) zijn bij elkaar opgeteld en vormen samen de overschrijding van het toetsingscriterium.

Afstand	Kans op overschrijding [SBR-A]	Kans op schade [Hergarden]
< 2 m	98%	80%
2 - 5 m	85%	54%
5 - 10 m	62%	24%
10 - 15 m	40%	11%
15 - 30 m	25%	9%
30 - 50 m	9%	8%
> 50 m	1%	8%

Tabel 9.8. Vergelijking schadepredicties model.

In de tabel is te zien dat de twee predicties elkaar redelijk benaderen, echter de kans op overschrijding valt hoger uit dan de kans op schade (bepaald met het model van Hergarden, 2001). Dit valt te verklaren doordat de drempelwaarde voor de trillingsversnelling bij de SBR-A op een vaste waarde ligt, namelijk 0,102 g en bij de doorrekening van het model afhankelijk is van de relatieve dichtheid van de grond (zie vergelijking 7.13). Hierdoor is er bij de SBR-A sneller sprake van een overschrijding. Ook het indelen van de grenswaarde in klassen draagt hieraan bij (voor verdere toelichting, zie paragraaf 8.2). Doordat er bij de bepaling van schade met het model van Hergarden rekening wordt gehouden met het type schade, kan er een meer overwogen oordeel worden gevormd. In de tabel hieronder, is voor elke afstand in het model (bij gebouw B) de schadepredictie gegeven.

Type schade	Afstand tot trillingsbron [m]						
	< 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 30	30 - 50	> 50
verwaarloosbaar	20	46	76	89	91	92	92
licht	12	10	8	7	7	7	7
matig	13	9	4	2	1	1	1
ernstig	26	16	6	1	0	0	0
zeer ernstig	30	19	6	1	0	0	0

Tabel 9.9. Schadepredictie gebouw B met variërende afstanden.

Hier is te zien dat tot ongeveer 10 meter van de trillingsbron er een aanzienlijke kans op schade is. Na 10 meter neemt dit snel af tot een geringe kans op lichte schade (voor verklaring van de typen schade, zie bijlage 5.2.6). De afstand van 10 meter lijkt een goede indicatie te zijn, aangezien er vaak als vuistregel wordt gesteld dat de invloed van trillingen op verdichting van de grond een 0.5 x de planklengte is (in dit geval 0.5 x 18 = 9 meter). Deze schadepercentages kunnen gebruikt worden om een weloverwogen oordeel te vormen.

9.2.4 Risicorespons

Het netwerk geeft de gevolgen aan van de gekozen uitvoeringsmethode. Uit de predictie van zowel de overschrijding van het toetsingscriterium en de zettingsschade blijkt dat de belendingen binnen 15 meter bij het intrillen van de damwandplank een aanzienlijke kans op schade lopen. Vooral gebouw B, welke op staal gefundeerd is, en gebouw C (zie figuur 9.1), welke het dichtstbijzijnde gebouw bij de damwand is, zijn risicogevallen. Om dit tegen te gaan, kan er in de buurt van deze gebouwen gebruik worden gemaakt van trillingsreducerende maatregelen zoals voorboren van de planklocaties, damwandplanken fluïderend op diepte brengen of de damwanden indrukken. Dit is echter de eerste indicatie, in verder onderzoek kan er in diepte in worden gegaan op deze twee gebouwen. Op deze manier kan er snel worden bepaald waar de focus van het onderzoek moet liggen. In hoofdstuk 11 wordt er verder ingegaan op de omgang met de predicties uit het model.

9.2.5 Gevoeligheidsanalyse

In deze paragraaf wordt met behulp van een gevoeligheidsanalyse gekeken naar het effect van variaties in de (invoer)parameters op het eindresultaat. Door één parameter in het model te veranderen en de rest constant te houden, kan er gekeken worden naar de invloed van deze parameter op het eindresultaat, in sommige gevallen de overschrijding van het toetsingscriterium en andere de predictie van de zettingsschade. Als een relatie gevoelig is, kan dit betekenen dat deze factor verfijnd moet worden in de toekomst.

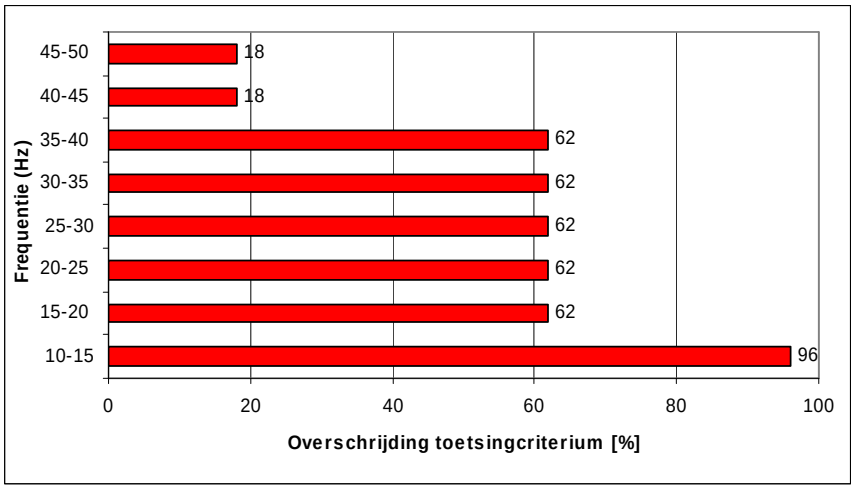
Er zal in deze paragraaf worden gekeken naar de gevoeligheid van de volgende factoren:
- de frequentie van de trillingen;
- de trillingsversnelling;
- de relatieve dichtheid van de zandlagen.

Er is tijdens de gevoeligheidsanalyse enkel gekeken naar de gevoeligheid van de invoerparameters (de gele en blauwe knopen, zie paragraaf 8.3) en niet naar de doorberekende parameters (oranje en rood), aangezien de toestand van deze knopen wordt bepaald door de invoer. Hierop is echter één uitzondering gemaakt, namelijk voor de trillingsversnelling. Dit is een doorberekende parameter, maar aangezien deze een grote rol speelt in de predictie van de zettingsschade, volgens het model van Hergarden et al. [2001] wordt hier nauwkeuriger naar gekeken. Tijdens de analyse van de gevoeligheid van het model, zijn alle invoerfactoren bekeken. Er is echter voor gekozen om in de rapportage enkel de factoren toe te lichten die een grote invloed uitoefenen op het eindresultaat en/of een interessante uitkomst geven die vraagt om verdere toelichting. Enkele factoren zijn echter niet bekeken, onder andere de invloed van het type grondprofiel op het eindresultaat en de uitvoeringsmethode (heien of trillen). Dit geeft namelijk een resultaat, waaruit geen enkele conclusie kan worden getrokken. De

verklaring hiervoor is namelijk dat het netwerk zo is opgebouwd dat er aan elk grondprofiel (waar een karakteristieke bodemopbouw aan gekoppeld is) parameters zijn gekoppeld, die wezenlijk verschillen van een ander grondprofiel. In feite bestaat het netwerk van trillingen uit 28 verschillende modellen (7 grondprofielen, met een bepaling van de referentiesnelheid in verticale en horizontale trillingsrichting, bij de uitvoeringsmethode heien of trillen = 14 x 2 x 2). Het heeft dus geen enkele zin om de uitkomst van het ene grondprofiel bij een bepaalde invoer, te vergelijken met een ander grondprofiel met dezelfde invoer.

De gevoeligheidsanalyse is zo uitgevoerd dat de invoerparameters van een belending in de testcase zijn aangehouden. Dit zijn de parameters die behoren bij gebouw C (zie tabel 9.1). De factor, waarvan de invloed op het eindresultaat wordt onderzocht, wordt gevarieerd en de overige factoren blijven gelijk.

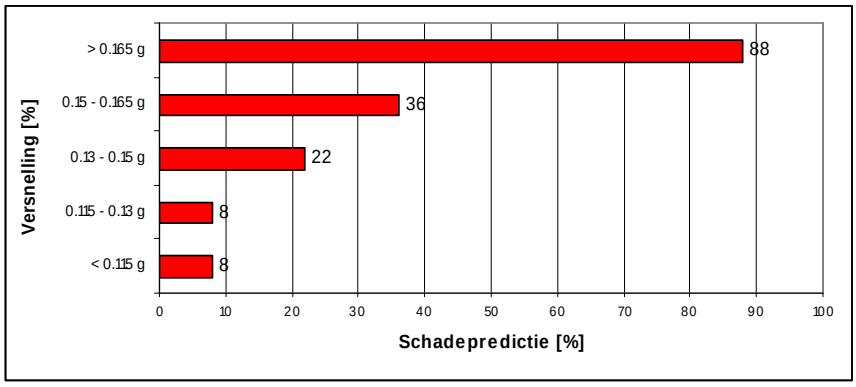
Frequentie
Om de invloed van de frequentie op de overschrijding van het toetsingscriterium te toetsen, wordt de frequentie gevarieerd terwijl de rest constant blijft.



Figuur 9.5. Gevoeligheid knoop 'frequentie' op het eindresultaat.

In de grafiek is te zien, dat het eindresultaat tussen de 15 en 40 Hz hetzelfde blijft (62%). Echter op het grensgebied kleiner dan 15 Hz (96% overschrijding) en groter dan 40 Hz (18 % overschrijding) is er een grote verandering te zien in het eindresultaat. Dit valt te verklaren doordat de frequentie van de trillingen, die afhankelijk is van de uitvoeringsmethode (heien is laagfrequent en trillen hoogfrequent), de grenswaarde van een gebouw bepaalt (volgens de SBR-richtlijn A). Omdat in het netwerk met klassen wordt gewerkt, betekent dat in dit geval, dat de waarden behorend bij 15-40 Hz allemaal in de klasse 2.5 – 5.0 mm/s vallen. De waarde 15 en 40 Hz vallen net op het grensgebied van deze klassen. Bij 15 Hz wordt de grenswaarde ingedeeld in de klasse 0 – 2.5 mm/s en bij 40 Hz in de klasse 5.0 – 7.5 mm/s. Dit verklaart de variërende waarde voor de overschrijding van het toetsingscriterium. Om deze invloed te verminderen, zou de klassen van de grenswaarde verfijnd kunnen worden. Hierdoor wordt het voorspelde overschrijdingspercentage nauwkeuriger en minder groot. Ook zullen de gevallen waarbij in een nauwkeurige berekening geen overschrijding is, maar in het netwerk wel, afnemen (zie ook paragraaf 9.2.3). De verfijning van deze klassen is vooral interessant bij de kleinere waarden (0 tot 10 mm/s) die het meest voorkomen.

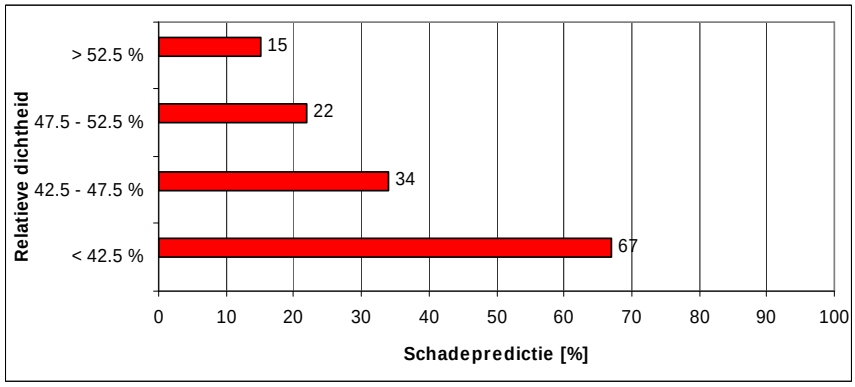
Versnelling
Om de invloed van de versnelling op de predictie van de zettingsschade te toetsen, wordt de frequentie gevarieerd terwijl de rest constant blijft (deze is bepaald met de invoerwaarden voor gebouw B, zie tabellen 9.3 t/m 9.5).



Figuur 9.6. Gevoeligheid knoop 'versnelling' op het eindresultaat.

Uit de grafiek valt op te maken dat met name één toestand in de knoop (>0,165g) een grote invloed heeft op de predictie van de zettingsschade. Dit valt te verklaren door het volgende: alle andere toestanden hebben een kleine range tussen de minimum en maximum waarde (hooguit 0,02g), echter om alle waarden boven de 0,165g mee te nemen in de bepaling van de zetting van het maaiveld (zie paragraaf 8.5.3, zettingen maaiveld) is de range van deze toestand groter waardoor de zettingen van het maaiveld groter uitpakken. Aangezien de zetting van het maaiveld bepalend is voor de schadepredictie, verklaart dit de (te) hoge schadepredictie. Om deze invloed te verminderen, kunnen er meer klassen worden toegevoegd, vooral boven de 0,165g.

Relatieve dichtheid
Om de invloed van de relatieve dichtheid op predictie van de zettingsschade te bekijken, wordt deze factor gevarieerd (deze is bepaald met de invoerwaarden voor gebouw B, zie tabellen 9.3 t/m 9.5).



Figuur 9.7. Gevoeligheid knoop 'relatieve dichtheid' op het eindresultaat.

Uit deze grafiek blijkt dat het belangrijk is, om de relatieve dichtheid van de grond goed te beoordelen, aangezien die een aanzienlijke invloed heeft op het eindresultaat. Aan elk grondprofiel in het model is een verdeling van de relatieve dichtheid gekoppeld.
Deze kan een indicatie geven van de te verwachten zettingen. Als er echter nauwkeurigere gegevens zijn (bijvoorbeeld uit projectsonderingen) kan dit worden bijgesteld om een betere indicatie te verkrijgen.

9.2.6 Conclusie trillingen

Uit de testcase is gebleken dat het model correct werkt en een voorspelling van schade geeft als dit ook uit een trillingspredictie blijkt. De waarden zijn echter te hoog en wijken te veel af. Met een observatie van het model is vervolgens gekeken naar de oorzaken hiervan. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat het vooral de moeite waard is om de klassen van de grenswaarde nauwkeuriger te maken.
Wat vooral in de gaten moet worden gehouden, is de indeling van waarden in klassen door het model. Als een waarde dicht tegen een minimum of maximum waarde van een klasse zit, moet er rekening worden gehouden met een afwijking in het voorspelde overschrijdingspercentage. Vooral als dit het verschil maakt tussen wel of niet overschrijding moet met het eindresultaat uit het model voorzichtig worden omgegaan. Dit is goed te zien bij de gevoeligheid van de frequentie op het eindresultaat. Als de waarde kleiner is dan 15 Hz en groter dan 40 Hz wijkt het voorspelde overschrijdingspercentage behoorlijk af. De invloed van de frequentie op de indeling van de grenswaarde (en zodoende op het eindresultaat) kan kleiner worden gemaakt, door de klassen van de grenswaarde kleiner te maken en dan vooral bij de waarden tussen de 0 en 10 mm/s aangezien dit veel voorkomende waarden zijn. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dan ook dat deze factor de grootste invloed heeft op de overschrijding van het toetsingscriterium en verfijnen hiervan voor een nauwkeurigere voorspelling van het model zal zorgen.
Ook blijkt uit de gevoeligheidsanalyse dat de waarden die de onder- of bovengrens vormen van het model gevoelig zijn voor afwijkingen in de predictie van de schade (voor een voorbeeld, zie gevoeligheid versnelling). Dit zou op te lossen zijn door meer klassen toe te voegen, echter er zal altijd een onder- en bovengrens zijn bij een discrete kansverdeling (waardenbereik bevat eindig veel elementen).
Het heeft dus zeker zin om het model te verfijnen, gezien de resultaten uit de analyse.
Wat echter wel in de gaten moet worden gehouden hierbij is dat het model tenslotte is bedoelt om een eerste indicatie te geven van de te verwachten schade aan gebouwen. Een eis was dan ook dat het model rekening moest houden met de onzekerheid van de beschikbare gegevens en dat er daarom in het model een spreiding moest zitten in de invoerwaardes (zie paragraaf 5.2.1). Deze is verkregen door absolute waarden in klassen in te delen. De uitkomst van het model dient als een waarschuwing; als dit de invoerparameters zijn en er is een grote overschrijding, dan moet men dieper op het probleem ingaan.

Als kanttekening moet worden gezegd dat de uitkomsten van het model vergeleken zijn met één predictie van trillingen door Fugro en niet met gemeten waarden uit de praktijk.

9.3 UITWERKING TESTCASE BEMALING ZAANDAM

9.3.1 Inleiding

Om het BN 'Schade door bemaling' te testen, is gebruik gemaakt van een fictief voorbeeld. Er wordt aangenomen dat de bouwput in Zaandam met behulp van bemaling, droog wordt ontgraven. In de werkelijkheid wordt de bouwput nat ontgraven en wordt er onderwaterbeton gestort, waarna de bouwput wordt drooggepompt. Door Fugro is er een analyse gemaakt of het (technisch) mogelijk was om met behulp van een spanningsbemaling de parkeerkelder aan te leggen. Uit deze analyse bleek dat het mogelijk was om een 2-laags parkeerkelder (in werkelijkheid is er gekozen voor een 3-laags parkeerkelder) aan te leggen bij een ontgravingsniveau van NAP -7,0 m (zeven meter onder het maaiveld). Om dit te realiseren moet de stijghoogte onder de waterremmende laag met ca. 1,4 à 1,7 meter verlaagd worden. In de bovenste lagen wordt een stijghoogte gehanteerd van NAP -0,5 m. In de midden-diepe en diepe watervoerende lagen zijn de stijghoogtes beide gesteld op NAP -1,5 m, op basis van gegevens uit de grondwaterstandsanalyse.

Op basis van het grondonderzoek is de bodemgesteldheid globaal geschematiseerd, zoals aangegeven in tabel 9.10. Hiervoor is sondering DKM4 gebruikt, die op basis van sondeerinformatie representatief blijkt te zijn voor de gehele bouwlocatie (zie bijlage 7).

diepte in m t.o.v. NAP			bodembeschrijving	
		+ 0,0 m	maaiveld	
+ 0,0 m	tot	- 1,5 m	zand	met puin
- 1,5 m	tot	- 4,2 m	veen	slap, niet voorbelast
- 4,2 m	tot	- 7,0 m	klei	slap, zwak zandig
- 7,0 m	tot	-12,3 m	zand	kleiig
-12,3 m	tot	-13,0 m	klei	matig organisch
-13,0 m	tot	-15,3 m	zand	matig vast
-15,3 m	tot	-18,0 m	zand	met klei en veen insluitingen
-18,0 m	tot	-25,0 m	zand	vast
-25,0 m			maximaal verkende diepte	

Tabel 9.10. Globale bodemgesteldheid.

De maatgevende sondering DKM4 komt het meest overeen met grondprofiel 3 Tiel (zie bijlage 7). Uit de tabel is op te maken dat de cohesieve laag, waar de zettingen uit voortkomen, uit 2,7 meter veen en 2,8 meter klei bestaat (totaal 5,5 meter).

De afmetingen van de gebouwen zijn aan de hand van een kaart van de omgeving van de bouwput bepaald (zie figuur 9.1).

9.3.2 Invoer model

Met behulp van de projectomschrijving worden de toestanden in het model ingevuld. In de tabellen hieronder is dit gedaan voor gebouw B (zie tabel 9.1). De andere gebouwen (B t/m E) zijn op dezelfde manier ingevoerd om zo een schadepredictie te kunnen doen. Van de gebouwen A en F (zie figuur 9.1) zijn geen afmetingen bekend. Aangezien deze gebouwen toch gesloopt worden, voor of na de bouw van de bouwput, zijn deze niet meegenomen in de schadepredictie.

Parameter	Toestand	Kans	Toelichting
Grondtype	Grond 1 Leidschendam	0	Op basis van de maatgevende sondering DKM4 wordt er gekozen voor het profiel 3 Tiel. Deze komt het meest overeen gezien laagopbouw en dikte van de cohesieve laag (zie bijlage 7).
	Grond 2 Utrecht	0	
	Grond 3 Tiel	1	
	Grond 4 Ens	0	
Dikte cohesieve laag	< 1 m	0	De cohesieve laag is 5,5 meter dik.
	1 - 2 m	0	
	2 - 3 m	0	
	3 - 4 m	0	
	4 - 5 m	0	
	5 - 6 m	1	
	> 6 m	0	
Grondsoort cohesieve laag	Klei	0.5	Het bovenste gedeelte van de cohesieve laag bestaat uit veen en het onderste gedeelte uit klei (dikte gelijk verdeeld), zie tabel 9.10.
	Veen	0.5	

Tabel 9.11. Vastgestelde toestanden van de grondparameters, case Zaandam.

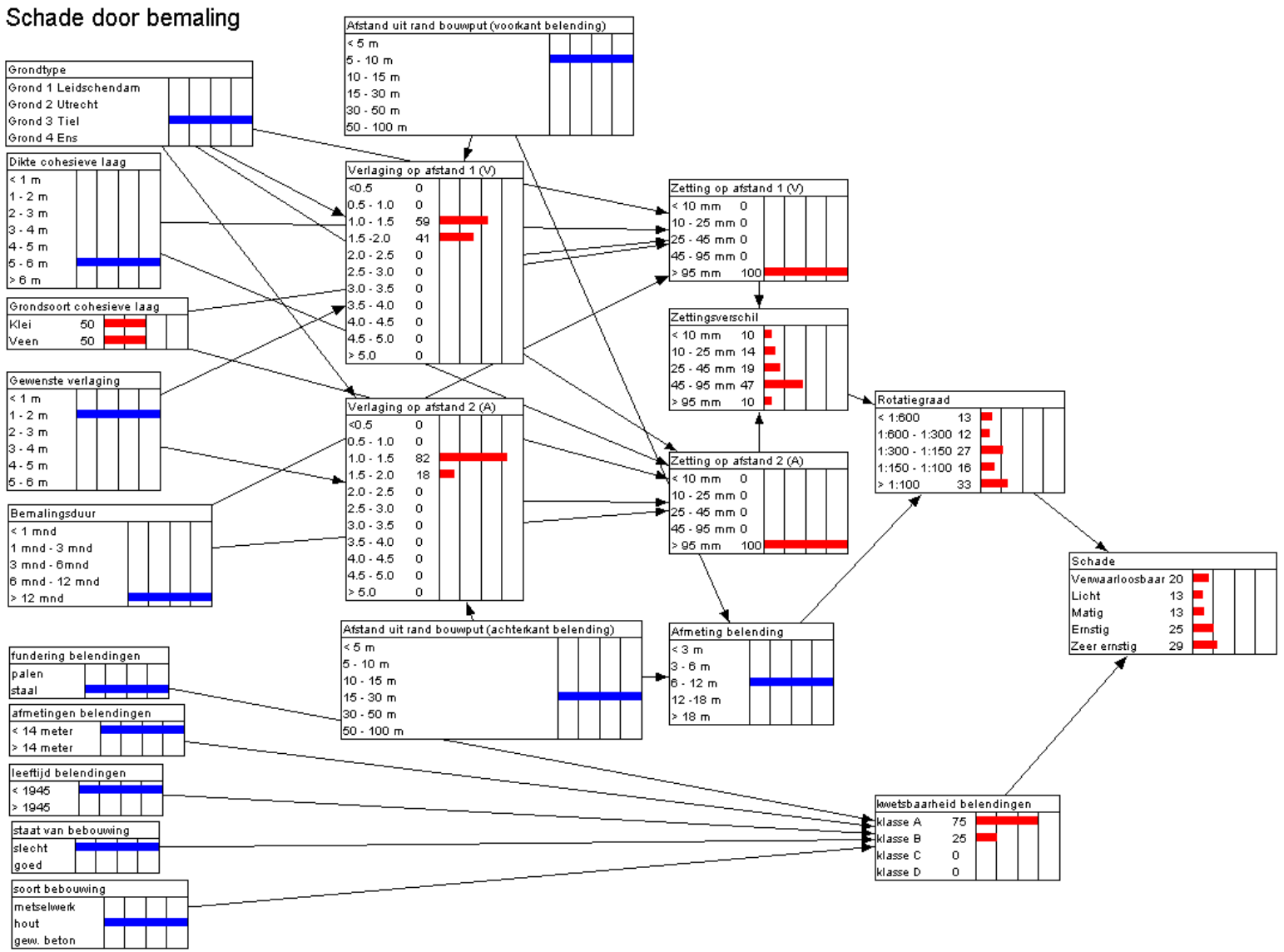
Parameter	Toestand	Kans	Toelichting
Gewenste verlaging	< 1 m	0	Bij een 2-laags parkeerkelder, met een ontgravingsniveau van NAP -7,0 m is er een verlaging van de stijghoogte benodigd van ca. 1,4 à 1,7 m om opbarsten van de bouwputbodem te voorkomen.
	1 - 2 m	1	
	2 - 3 m	0	
	3 - 4 m	0	
	4 - 5 m	0	
	5 - 6 m	0	
Bemalingsduur	< 1 mnd	0	Om de parkeerkelder aan te leggen, moet de bemaling langer dan een jaar in stand gehouden worden.
	1 mnd - 3 mnd	0	
	3 mnd - 6 mnd	0	
	6 mnd - 12 mnd	0	
	> 12 mnd	1	

Tabel 9.12. Vastgestelde toestanden van de uitvoeringsparameters, case Zaandam.

Parameter	Toestand	Kans	Toelichting
Afstand uit rand bouwput (voorkant belending)	< 5 m	0	De voorkant van de voor dit geval geteste gebouw staat op een afstand van 8,6 meter.
	5 - 10 m	1	
	10 - 15 m	0	
	15 - 30 m	0	
	30 - 50 m	0	
	50 - 100 m	0	
Afstand uit rand bouwput (achterkant belending)	< 5 m	0	De achterkant van het gebouw staat op een afstand van 17 meter (8,6 meter plus lengte van het gebouw 8,4 meter).
	5 - 10 m	0	
	10 - 15 m	0	
	15 - 30 m	1	
	30 - 50 m	0	
	50 - 100 m	0	
Fundering belendingen	palen	0	Volgens tabel 9.1 staat het betreffende huis op staal of houten palen. Er is gekozen om dit in te delen in de klasse op staal, omdat dit het meest kwetsbaar is.
	staal	1	
Afmetingen belendingen	< 14 meter	1	Het betreffende gebouw heeft een afmeting van 8,4 x 10,2 meter.
	> 14 meter	0	
Leeftijd belendingen	< 1945	1	De leeftijd van de belending wordt op basis van de beschikbare gegevens ouder dan 1945 geschat.
	>1945	0	
Staat van bebouwing	Slecht	1	De staat van de bebouwing is matig. Omdat hier niet voor gekozen kan worden, wordt er hier van de slechtste situatie uitgegaan.
	Goed	0	
Soort bebouwing	Metselwerk	0	Het huis bestaat uit hout.
	Hout	1	
	Gew. Beton	0	
Afmeting belending	< 3 m	0	Het gebouw heeft een afmeting van 8,4 x 10,2 meter. Wat van belang is om de rotatiegraad te bepalen, is de lengte haaks op de bouwput.
	3 - 6 m	0	
	6 - 12 m	1	
	12 - 18 m	0	
	> 18 m	0	

Tabel 9.13. Vastgestelde toestanden van de invoerparameters van het type belending, case Zaandam.

In figuur 9.8 is het BBN te zien na doorrekening.



Figuur 9.8. Bayesian Belief Network 'Schade door bemaling' na invoer case Zaandam, gebouw B.

9.3.3 Analyse voorspellingen model

De resultaten die volgen uit de voorspelling van het model worden geanalyseerd. Per gebouw is een schadepredictie gedaan. Er wordt gekeken naar in hoeverre deze predictie realistisch is en welke conclusies uit deze predictie getrokken kunnen worden. In de tabel 9.14 hieronder, is de schadepredictie per gebouw te zien. De schadevoorspelling van het model maakt onderscheid in verschillende typen schade (van licht tot zeer ernstig). In de tabel is de totale kans op schade te zien, hier zijn dus de percentages bij elkaar opgeteld om zo de totale kans op schade te bepalen. Voor een meer gedegen oordeel over de schade aan een gebouw, kan er gekeken worden naar de verdeling van de schadepercentage over de verschillende schadeklassen.

Gebouw	Werkelijke afstand [m]	Afstand uit rand bouwput (voorkant belending) [m]	Afstand uit rand bouwput (achterkant belending) [m]	Funderingswijze	Afmeting belending [m]	Kans op schade [%]
B	8,6	5 - 10	15 - 30	Staal	6 - 12 m	80
C	7,5	5 - 10	15 - 30	Palen	6 - 12 m	46
D	10,4	10 - 15	15 - 30	Palen	12 - 18 m	23
E	12,4	10 - 15	30 - 50	Palen	> 18 m	9

Tabel 9.14. Schadepredictie belendingen B t/m E.

In de tabel is te zien, dat er een grote kans op schade is vooral bij gebouw B en C. Het schadepercentage bij gebouw B ligt bijzonder hoog. Dit lijkt aannemelijk, en komt doordat gebouw B (vermoedelijk) op staal gefundeerd is, wat betekent dat deze de zettingen van het maaiveld nagenoeg zal volgen. In de tabel is duidelijk te zien, dat de funderingwijze van een gebouw een grote invloed heeft op de schadepredictie. Ook de afmetingen van een gebouw speelt een aanzienlijke rol. Dit komt omdat de hoekverdraaiing van het gebouw wordt bepaald door het zettingsverschil (tussen de voor- en achterkant van de belending) te delen door de afmeting van het gebouw. Deze hoekverdraaiing is een maat voor de te verwachten schade [Boscardin, 1989].
Dit gegeven leverde bij de invoer van gebouw C enige moeilijkheid op. Dit gebouw heeft geen vierkante of rechthoekige vorm, waardoor het lastiger vast te stellen is wat de lengte haaks op de bouwput is (relevant voor het bepalen van de rotatiegraad). Er is gekozen om de lengte zo klein mogelijk te kiezen, wat een conservatieve aanpak is. Hierdoor zal de schade in de werkelijkheid waarschijnlijk kleiner uitvallen.

Wat echter wel in de gaten moet worden gehouden, is dat om de zettingen van de ondergrond te bepalen met behulp van het model, er aannames zijn gemaakt om de bepaling van zettingen te vereenvoudigen. Deze aannames zijn zo gemaakt dat de zettingen in de praktijk lager uit zullen vallen (voor de aannames, zie paragraaf 8.4.4). De werkelijke schade zal hierdoor dus ook lager uitvallen.

9.3.4 Risicorespons

Gezien de schadepredicties is het ten zeerste af te raden om een spanningsbemaling toe te passen om de bouwput droog te krijgen. Schade aan de gebouwen kan niet uitgesloten worden. Voor het project is daarom ook gekozen om de bouwput nat te ontgraven en vervolgens onderwaterbeton te storten om zo de beïnvloeding van de grondwaterstand in de omgeving tot een minimum te beperken. In hoofdstuk 11 wordt er verder ingegaan op de omgang met de predicties uit het model.

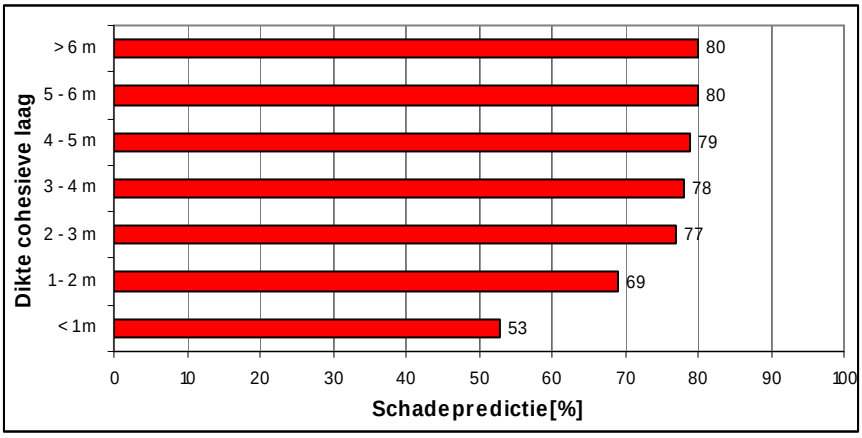
9.3.5 Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse voor het model 'Schade door bemaling' heeft op dezelfde manier plaatsgevonden als bij het model 'Schade door trillingen'. Door één parameter in het model te veranderen en de rest constant te houden, kan er gekeken worden naar de invloed van deze parameter op het eindresultaat, in dit geval de predictie van de zettingsschade. Als een relatie gevoelig is, kan dit betekenen dat deze factor verfijnd moet worden in de toekomst.

Er zal in deze paragraaf worden gekeken naar de gevoeligheid van de volgende factoren:
- de dikte van de cohesieve laag;
- de grondsoort van de cohesieve laag;
- de gewenste verlaging;
- de afmeting van de belending.

Tijdens de analyse van de gevoeligheid van het model, zijn alle invoerfactoren bekeken. Er is echter voor gekozen om in de rapportage enkel de factoren toe te lichten die een grote invloed uitoefenen op het eindresultaat en/of een interessante uitkomst geven die vraagt om verdere toelichting. De gevoeligheidsanalyse is zo uitgevoerd dat de invoerparameters van een belending in de testcase zijn aangehouden. Dit zijn de parameters die behoren bij gebouw B (zie tabel 9.1). De factor, waarvan de invloed op het eindresultaat wordt onderzocht, wordt gevarieerd en de overige factoren blijven gelijk.

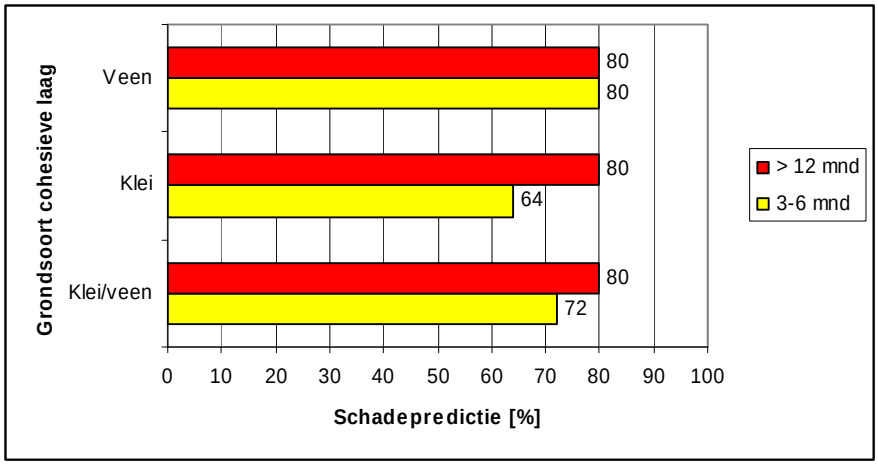
Dikte cohesieve laag
Om de invloed van de dikte van de cohesieve laag op het eindresultaat te bekijken, wordt deze factor gevarieerd.



Figuur 9.9. Gevoeligheid knoop 'dikte cohesieve laag' op het eindresultaat.

Uit de grafiek is te zien dat de gevoeligheid bij de lagere klassen hoger ligt en naarmate de dikte groter wordt, deze nauwelijks meer invloed heeft op het eindresultaat totdat het op een punt komt dat er niets meer verandert. Dit heeft maken met bepaling van de zetting van de grond. De zetting van de grond wordt mede bepaald door de dikte van de cohesieve laag, deze zetting is ingedeeld in verschillende klassen, maar heeft een bovengrens van >95 mm. Dit betekent dat als de kans op zetting >95 mm 100% is, deze niet meer groter kan worden in het model, terwijl dit in de werkelijkheid wel zo is. De predictie van schade zal dan niet meer toenemen, als de dikte van de cohesieve laag wel toeneemt. Dit is te zien bij de klassen 5-6m en > 6 m (beide 80% kans op schade). Dit zou verfijnd kunnen worden door de zettingen in meer klassen op te delen en de bovengrens van de zettingen groter te maken.

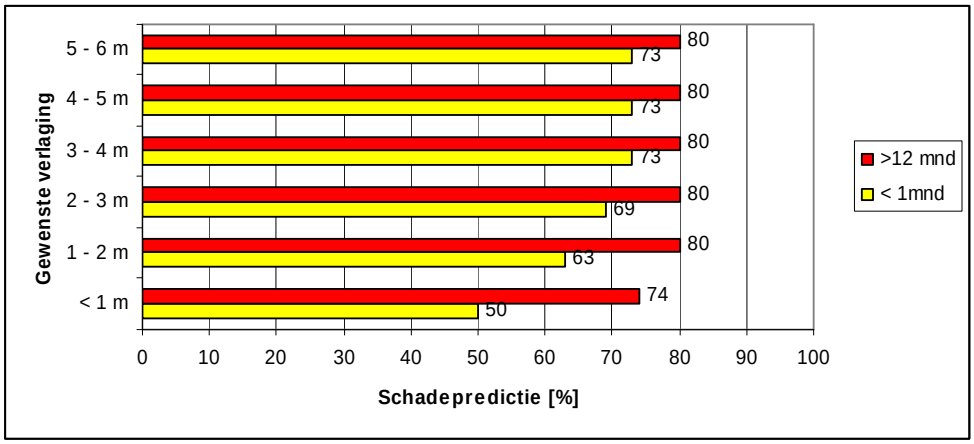
Grondsoort cohesieve laag
Om de invloed van de grondsoort van de cohesieve laag op het eindresultaat te bekijken, wordt deze factor gevarieerd.



Figuur 9.10. Gevoeligheid knoop 'grondsoort cohesieve laag' op het eindresultaat.

In de grafiek is te zien, dat de voorspelling van de schadepredictie bij het geval van gebouw B in het voorbeeld (cohesieve laag bestaat uit klei en veen met een bemalingsduur > 12 mnd), gelijk blijft of de grondsoort nu klei, veen of een combinatie van de twee is. Hierdoor kan er dus niets worden geleerd van de gevoeligheid. Hier kan echter ook een conclusie uit getrokken worden. Deze is hetzelfde als bij de dikte van de cohesieve laag, namelijk een begrenzing van de grootte van de zettingen door een bovengrens, terwijl deze in werkelijkheid groter zijn dan deze bovengrens. De schadepredictie zal dan niet meer toenemen, als de grond slapper wordt. Om toch de gevoeligheid te bekijken, is deze bekeken bij een bemalingsduur van 3 tot 6 maanden. Hieruit valt op te maken, dat het van belang is dat er voorzichtig met deze factor wordt omgegaan. Het verschil tussen de twee grondsoorten is namelijk 16%. Wat echter wel de vraag is, is of het model de voorspelling accuraat doorrekent bij een combinatie van de twee grondsoorten. Bij de aanname is er namelijk vanuit gegaan dat de grondsoort óf klei óf veen is. Waarschijnlijk is de modellering te simplistisch door te stellen dat de zetting wordt bepaald door de helft van de zetting van de laag klei en de helft door de laag veen. Met name de tijdsfactor van het zettingsproces wordt sterk bepaald door de mate van consolidatie van beide lagen. Bij samengestelde lagen voldoet het consolidatiemodel niet. Met de resultaten van de schadepredictie moet men terdege rekening houden met de aannames die gemaakt zijn bij de bouw van het model (voor de aannames bij het bemalingsmodel zie paragraaf 8.4.4).

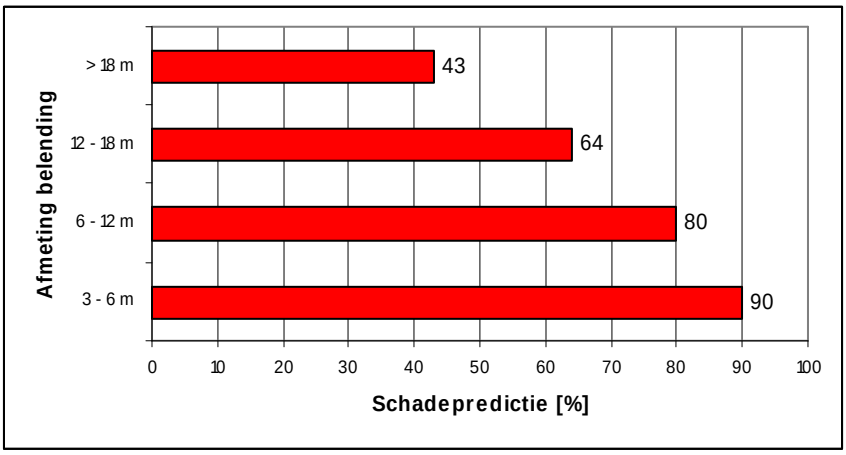
Gewenste verlaging
Om de invloed van de gewenste verlaging op het eindresultaat te bekijken, wordt deze factor gevarieerd.



Figuur 9.11. Gevoeligheid knoop 'gewenste verlaging' op het eindresultaat.

Uit deze grafiek valt tevens hetzelfde op te maken als bij de vorige twee factoren, namelijk het gelijkblijvende schadepercentage bij een toename van de gewenste verlaging. Om toch de gevoeligheid te kunnen bekijken, wordt er gekeken naar de invloed van de gewenste verlaging op het eindresultaat, bij een bemalingsduur van < 1 maand. Hierin is te zien, dat naarmate de verlaging groter wordt, de invloed afzwakt tot op een punt waarin deze niet meer van belang is op het eindresultaat. Dit staat ook in relatie met de bovengrens van de zettingen van > 95 mm, waardoor ook het zettingsverschil niet helemaal accuraat wordt bepaald.

Afmeting belending



Figuur 9.12. Gevoeligheid knoop 'afmeting belending' op het eindresultaat.

In de grafiek is te zien dat de afmeting van de belending een grote invloed heeft op de schadepredictie. Des te kleiner de afmeting van de belending, des te groter de schade. Dit komt omdat de schade gekoppeld is aan de rotatie van het gebouw, welke groter wordt als het zettingsverschil gelijk blijft en de afmeting afneemt.
Bij deze schadepredictie moet men echter wel rekening houden met de aannames die gedaan zijn om de schade te bepalen. Met de afmeting van de belending wordt de afmeting bedoelt haaks op de rand van de bouwput. Echter er is ook zetting parallel aan de bouwput, een gebouw kan schuin op de rand van de bouwput staan en een gebouw kan een afwijkende vorm hebben (cirkelvormig etc.), wat is dan de afmeting haaks op de bouwput? Ook zijn de afmetingen van de belending in de praktijk niet altijd bekend, vooral bij het vooronderzoek.

9.3.6 Conclusie

Het netwerk met betrekking tot schade door bemaling geeft aannemelijke resultaten. Uit de voorspelling van de schade volgt dat het af te raden is om de bouwput droog te krijgen met behulp van spanningsbemaling. Het gaat hier wel om een geval wat als het maximum van het model gezien kan worden. Het gaat namelijk om een grote bouwput, welke aangelegd wordt zeer dicht tegen bestaande bebouwing aan, in zettingsgevoelige ondergrond. Verder zijn ook de gebouwen in de omgeving gevoelig voor zettingen (hoge kwetsbaarheid). Hierdoor is echter wel duidelijk aangetoond hoe het model gebruikt kan worden.
Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de zetting van de grond in meer klassen verdeeld moet worden en dat de bovengrens van de zetting te laag ligt. Dit geeft echter wel een enigszins vertekend beeld. Omdat dit voorbeeld redelijk extreem is, en tegen het maximum ligt wat in het model kan worden ingevoerd, vallen de zettingen ook groot uit. Hierdoor lijkt het of de voorspelling van het model niet geheel klopt. Echter het gaat in dit geval om projecten waaruit duidelijk uit het model blijkt dat bemalen geen optie is. Het schadepercentage is slecht een indicatie hiervoor (of dit nu 70 of 80% schade is).

10 DISCUSSIE

Nadat duidelijk is geworden hoe de modellen zijn opgebouwd en nadat er met een testcase en een gevoeligheidsanalyse is gekeken naar de wijze waarop het model reageert op een bepaalde situatie (invoer), wordt er in de discussie kritisch gekeken naar de bouw en de werking van het model. In dit hoofdstuk wordt geëvalueerd of het model functioneert zoals het de bedoeling was en of er wijzigingen kunnen worden aangebracht die de werking verder verbeteren.

10.1 ALGEMEEN

In het begin van het onderzoek was het de bedoeling om alle risico's die zouden kunnen optreden bij de aanleg van een bouwput in bebouwd gebied te identificeren en hier vervolgens een model van te ontwikkelen om zo per project de kans op schade in te kunnen schatten. Tijdens het onderzoek bleek dat het wel mogelijk was om de risico's te identificeren, maar gezien de duur van het onderzoek bleek het niet mogelijk om alle risico's te kwantificeren. Er is hierom gekozen om enkel te focussen op risico's uit de omgeving en slechts voor enkele van deze risico's een model te maken. Bij deze modellen wordt er enkel gekeken naar het optreden van schade als gevolg van één ongewenste gebeurtenis.
Uit gesprekken met experts is echter gebleken dat schade vaak het gevolg is van een combinatie van meerdere factoren. Het reduceren van het risico van schade door trillingen kan weer leiden tot het verhogen van de kans op schade door middel van een ander mechanisme. Om een voorbeeld te geven is er bij de bouw van de Phoenixgarage in Delft gekozen om op sommige plaatsen damwandplanken in de grond te drukken, om de trillingen te reduceren. Echter bij het in de grond drukken van damwandplanken is er een verhoogde kans op uit het slot lopen van damwandplanken, waardoor er lekkage bij de wand is ontstaan, wat weer leidde tot zakking van het maaiveld. Voor een gedegen afweging moet er dus gekeken worden naar alle risico's en niet worden gefocust op één geval. Er zullen dus meer modellen moeten worden ontwikkeld om het proces van risicoafweging te verbeteren.

10.2 DISCUSSIE MODELBOUW

Om de risico's te modelleren is er gekozen om gebruik te maken van Bayesiaanse Netwerken. Dit bleek een geschikte manier om een risico op een overzichtelijke manier te modelleren. De kanstabellen die worden gebruikt om de gebeurtenis te kwantificeren kunnen op twee manieren worden bepaald, namelijk de kans in te laten schatten door experts of deterministisch te bepalen. Bij de totstandkoming van het model is, op een uitzondering na, enkel gebruik gemaakt van de laatste mogelijkheid, namelijk het deterministisch bepalen van de kans. Aangezien de modelleringstechniek de mogelijkheid biedt om de kennis van experts hierin te verwerken, zou hiervan meer gebruik kunnen worden gemaakt. Dit is namelijk een geschikte manier om deze kennis te delen met andere mensen.

Trillingen
Om het risico van trillingen te bepalen is er voor gekozen om de CUR 166 [1997, 2005] en de SBR richtlijn A aan te houden. Hierbij wordt er met behulp van een zevental profielen een trillingintensiteit bepaald en deze wordt getoetst aan een grenswaarde voor een gebouwcategorie. Er is hierbij wel een kansverdeling voor de trillingintensiteit, maar niet voor de sterkte van een gebouw (vaste waarde). Het zou interessant zijn om te kijken of er met behulp van experts een schatting gemaakt zou kunnen worden van de kans op schade door trillingen. Ook zou het model om een echte afweging te kunnen

maken tussen de verschillende methodes van het inbrengen van een damwandplank, meerdere uitvoeringsmogelijkheden moeten bevatten. Op dit moment bevat het model maar twee mogelijkheden en zou er nog een verdere verfijning mogelijk zijn.

Bemaling
Voor het bemalingsmodel wordt er op een relatief eenvoudig manier de verlagingen en de zettingen berekend. Dit maakt het lastiger om het model toe te passen op een specifieke situatie, waarbij er sprake is van een grote variatie in invoerparameters. Om het model beter toepasbaar te maken, zal dit verder uitgebreid kunnen worden. De vraag is echter of uitbreiding van het model zin heeft. Als het model daartoe aanleiding geeft, zal er een gedetailleerde berekening gemaakt moeten worden. Door de vele aannames is de nauwkeurigheid van de voorspelling beperkt. Dit is echter een voorlopige conclusie en zal verder moeten blijken uit het doorlopen van meerdere testcases met het model.

Gebruik van BayesBuilder
Om de Bayesiaanse Netwerken te maken is er gebruik gemaakt van het programma BayesBuilder. De keuze hiervoor komt voort uit de beperkte beschikbaarheid van het aantal programma's waarmee dit mogelijk is en de mogelijkheid om een netwerk met een beperkt aantal knopen door te rekenen. De gebruiksvriendelijkheid van het programma laat echter te wensen over. Zo is het arbeidsintensief om de kanstabellen (vooral als ze groot zijn) in te voeren, niet mogelijk om de kleuren van de knopen te veranderen en de posities van de pijlen aan te passen. Dit alles maakt het programma minder gebruiksvriendelijk dan gewenst en minder overzichtelijk voor de gebruiker. Wat vooral verbeterd moet worden is de invoer van projectinformatie. Enkel een toestand die honderd procent waar is, is gemakkelijk in te voeren. Wanneer er een spreiding over de toestanden aanwezig is, moeten de kanstabellen worden aangepast. Voor een verbetering van de gebruiksvriendelijkheid van een risicomodel voor een gebruiker zou er verder gekeken worden naar de overige programma's die beschikbaar zijn.

10.3 DISCUSSIE GEVOELIGHEIDSANALYSE

Met behulp van een testcase is de werking van het model gedemonstreerd en geëvalueerd in hoeverre het model realistisch reageert op een invoer van een project. Vervolgens is er met een gevoeligheidsanalyse gekeken naar de invloed van de (invoer)factoren op de schadepredictie. Dit is gedaan door één factor met de hand te wijzigen en vervolgens te kijken naar het resultaat hiervan. Er is echter niet gekeken naar het effect van het veranderen van meerdere factoren tegelijkertijd. Dit was gezien de tijd van het onderzoek en de vele factoren niet mogelijk. Het zou interessant zijn om hier extra onderzoek naar te doen, om zo een verdere verfijning van het model mogelijk te maken.
De vraag is verder of er aan de hand van één testcase een conclusie mag worden getrokken over de werking van het model. Voor een betere validatie zal het model met meerdere cases moeten worden ingevoerd.

11 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden de conclusies gegeven zoals deze uit het onderzoek naar voren zijn gekomen. In paragraaf 11.2 worden aanbevelingen voor vervolgonderzoek gegeven.

11.1 CONCLUSIES

De doelstelling van dit afstudeeronderzoek luidt:
Het structureren van het proces van risicoafweging bij het ontwikkelen van bouwputten in bebouwd gebied, door de verschillende soorten risico's voor de omgeving die bij de aanleg van een bouwput een rol spelen te identificeren en te classificeren en vervolgens een globaal model te ontwikkelen waarmee de risico's per specifiek bouwputproject ingeschat kunnen worden.

De conclusies zijn zo opgedeeld dat deze teruggekoppeld kunnen worden aan de onderzoeksvragen van hoofdstuk 2, op bladzijde 16.

I Methode van risicoanalyse

- Het samenstellen van een programma van eisen, is een goede manier om een overzicht te krijgen van de eisen waaraan een risicomodel voor dit probleem moet voldoen. Met behulp hiervan kan een weloverwogen keuze gemaakt worden tussen de verschillende methodes van risicoanalyse die er zijn.
- Uit het programma van eisen blijkt dat een Bayesiaans Netwerk de meest geschikte manier van risicoanalyse is voor dit onderzoek. Andere mogelijkheden die geëvalueerd zijn, betreffen MonteCarlo simulatie en kwantitatief doorrekenen van fouten- en gebeurtenissenbomen.

II Identificatie ongewenste gebeurtenissen

- Een foutenboom is een gestructureerde manier om de ongewenste gebeurtenissen te achterhalen en deze op een overzichtelijke manier weer te geven.
- Trillingen en het vervormen van de grond zijn de twee hoofdmechanismen die tot schade aan bebouwing leiden.

III Modellering met Bayesiaanse netwerken

- De kans op schade aan bebouwing door een ongewenste gebeurtenis is afhankelijk van een groot aantal factoren met onderlinge afhankelijkheid. Om dit inzichtelijk te modelleren moet de werkelijke situatie vereenvoudigd worden.
- Met behulp van aannames wordt de werkelijke situatie vereenvoudigd. Deze aannames vormen een beperking op de bruikbaarheid van het model en maken het model minder nauwkeurig. Het model kan daarom enkel dienen als een eerste indicatie van het optreden van schade.
- De kracht van het model ligt in het bewuster maken van geotechnische adviseurs op de gevolgen van de ontwikkeling van een bouwput in bebouwd gebied.
- Een Bayesiaans Netwerk is een geschikte manier om risico's te kwantificeren. De opdeling in een kwalitatief deel (grafische afbeelding) en een kwantitatief deel (conditionele kanstabellen) zorgt er voor dat een netwerk snel te overzien is en dat de werking van het model inzichtelijk is.
- Met het model kunnen, op een snelle en overzichtelijke manier, verschillende projecten worden doorgelopen om zo een indicatie te krijgen van de kans op

schade bij een specifieke uitvoeringsomstandigheid. Op deze manier kan een adviseur een gevoel krijgen voor een specifieke situatie.
- Het model kan dienen als een beslissingsondersteunend middel voor de afweging tussen verschillende uitvoeringsmethoden in de ontwikkelingsfase van een bouwput. Met behulp van de voorspellingen van het model kan er een afweging worden gemaakt of een bepaalde methode toegepast kan worden of niet.
- Met het model is op een gestructureerde manier het gevoel van een expert voor een situatie vastgelegd. Het kan dienen als een communicatiemiddel om zo de gevolgen in de omgeving van een uitvoeringmethode te laten zien.
- Er moet worden gewaarschuwd bij het trekken van conclusies op basis van de uitkomst (in procenten) van het model. Het is per geval (belending) afhankelijk hoeveel schade is toegestaan in overleg met andere partijen. Hierbij moet in de gaten worden gehouden dat de modellen dienen als een eerste indicatie voor de te verwachten schade aan belendingen. In geval van risico's zal er meer onderzoek moeten plaatsvinden.
- Met het model is een eerste aanzet gemaakt om de manier van denken in risico's te verbeteren en deze risico's in een vroegtijdig stadium bij de ontwikkeling van een bouwput te betrekken. Door het gebruik van het model wordt men 'gedwongen' om de gevolgen van een advies nader te bekijken. Met een risicomanagementtool kan er richting derden worden aangetoond dat er serieus met risico's wordt omgegaan.

IV Testcase en gevoeligheidsanalyse

- Uit de testcase voor het trillingsmodel blijkt dat deze correct werkt, maar dat de voorspelde waarden te hoog zijn en veel afwijken van de schadepredictie van Fugro [2005].
- Om het model nauwkeuriger te maken dienen het aantal toestanden dat een knoop bevat uitgebreid te worden.
- Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat een uitbreiding van het aantal toestanden van de knoop 'grenswaarde' een aanzienlijk effect heeft op de nauwkeurigheid van het model.
- Het bemalingsmodel geeft een grote kans op schade aan bij de testcase. Dit lijkt aannemelijk aangezien er bij het project gekozen is om de bouwput nat te ontgraven en onderwaterbeton te storten.
- Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt de knoop 'zetting van de grond' in meer klassen verdeeld moet worden en de bovengrens van deze knoop te laag is. Hierdoor zit er een ongewenste grens op het model. Ook is het waarschijnlijk beter om de zetting in centimeters te bepalen en niet in millimeters zoals nu het geval is.
- Uit de testcases blijkt dat de modellen aannemelijke resultaten genereren. Op basis hiervan kunnen echter geen harde conclusies worden getrokken, aangezien de modellen slechts met één project zijn bekeken.

Tot slot kan er nog één algemene conclusie worden getrokken. Bij het ontwikkelen van een bouwput in bebouwd gebied moet men beginnen met het beschouwen van de belendingen. De mate waarin schade kan optreden en de grootte hiervan wordt voor het grootste deel bepaald door het type belending. Hierbij moet gelet worden op zaken zoals de afstand tot de rand van de bouwput, het type fundering, type gebouw etc. Hier kan dan vervolgens de uitvoeringsmethode van de bouwput op worden aangepast.

11.2 AANBEVELINGEN

- De modellen moeten verder verfijnd worden met behulp van de resultaten uit de gevoeligheidsanalyse.
- Door te kijken naar de verschillende aannames die gedaan zijn om de modellen te realiseren, kan men een idee krijgen hoe de modellen verder verfijnd zou kunnen worden. Het model zou realistischer worden als het aantal aannames kleiner gemaakt kan worden.

- Om een goede afweging te kunnen maken tussen de verschillende methodes om een damwand in te grond te brengen moet het model verder uitgebreid worden. Op dit moment is het enkel mogelijk om heien en trillen met elkaar te vergelijken. Het zou echter interessant zijn als er ook gekeken kon worden naar wat de invloed zou zijn op de schadepredictie als er trillingsreducerende maatregelen zouden worden toegepast (bijvoorbeeld voorboren of fluïderen).
- Bij het BN 'Schade door trillingen' wordt de bronsnelheid bepaald met behulp van 7 karakteristieke bodemprofielen. Van sommige profielen zijn echter geen gegevens bekend en deze hebben daarom in het model een uniforme kansverdeling gekregen. Ook wordt er bij de bepaling van de referentiesnelheid geen rekening gehouden met de conusweerstand op de inheidiepte van de damwand. Om het BN betrouwbaarder te maken dient hier nog nader onderzoek naar plaats te vinden.
- Voor dit onderzoek is gekeken naar de risicobronnen trillingen en grondwater. De overige risicobronnen in de omgeving, namelijk verplaatsingen en geluid, kunnen ook op de manier die beschreven is in dit rapport worden omgezet in Bayesiaanse Netwerken. Op deze manier kan er een volledig overzicht worden gekregen van de grootte van het risico bij de aanleg van een bouwput in bebouwd gebied.
  Wat ook interessant zou zijn is om hierbij niet alleen te focussen op risico's in de omgeving, maar ook Bayesiaanse netwerken op te stellen voor risico's voor een bouwputelement en de bouwput zelf, zoals het niet op diepte komen van een damwand en het opbarsten van de bouwputbodem (zie paragraaf 2.1, bladzijde 12).
- Het model kan beter gevalideerd worden als er meer testcases in de modellen worden gestopt, het zou dan vooral interessant zijn om hier werkelijk uitgevoerde projecten voor te gebruiken. Op deze manier kan er nauwkeuriger worden bepaald of de resultaten realistisch zijn.
- Om een geheel overzicht te kunnen verkrijgen zou het interessant zijn om een bouwputprojecten database te ontwikkelen. Hier zou voor elk project waarbij schade is opgetreden kunnen worden achterhaald wat hier de reden voor is. In deze database zouden dan projectspecifieke gegevens vermeld kunnen staan. Op deze manier kan er dan bij een nieuw project de database worden geraadpleegd om zo te voorkomen dat dezelfde gebeurtenis nog een keer optreedt.
- Tijdens dit onderzoek is er vooral gefocust op de analytische (objectieve) kant van het model. Er zijn voornamelijk, op enkele uitzonderingen, deterministische rekenregels als invoer verwerkt in de conditionele kanstabellen. Hierbij is de subjectieve kant, namelijk het schatten van kansen door experts, onderbelicht. Aangezien een Bayesiaans Netwerk de mogelijkheid biedt om kennis van experts te verwerken en dit een interessante optie is, zou verder onderzoek hiernaar gewenst zijn. Op deze manier kan de kennis van experts voor iedereen beschikbaar worden.
- Voor het modelleren van de Bayesiaanse Netwerken is in dit onderzoek gebruik gemaakt van het programma BayesBuilder. De gebruiksvriendelijkheid van dit programma laat echter te wensen over. Om de gebruiksvriendelijkheid van de netwerken te vergroten, zou er gekeken kunnen worden naar andere programma's waarmee deze netwerken kunnen worden gemaakt.

LITERATUURLIJST

Boeken en vakbladen:

- Akintoye, A.S. en MacLeod, M.J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International journal of project management* 15(1), 31-38.

- Al-jibouri, S.H.S (2003). *Planning, Beheersing en Risicomanagement*. Universiteit Twente, Enschede.

- Bles, T.J. (2003). *Risico's bij uitvoering paalfunderingen; Beslissingsondersteunend model, door identificatie, inschatting en afweging van risico's*. MSc Thesis, Universiteit Twente, Enschede.

- Blockley, D. en Godfrey, P. (2000). *Doing it differently*. Thomas Telford, London.

- Bajaj, D., Oluwoye, J., Lenard, D. (1997). An analysis of contractor's approaches to risk identification in New South Wales, Australia. *Construction Management and Economics*, 15, 363-369.

- Boscardin, M.D. en Cording E.J. (1989). Building response to excavation-induced settlement. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, vol. 115, no. 1, 1-21.

- Brassinga, H.E. et al. (2002). *Integrale risicobeheersing bij bouwen van (ondergrondse) infrastructurele werken in de stad. Interim rapportage Deelproject C1: Casestudie Diepwand.* DelftCluster, Delft.

- Brassinga, H.E., Meerten, J.J. van (2003). *Integrale risicobeheersing bij ondergronds bouwen, module grond/bouwput.* DelftCluster, Delft.

- Chapman, R.J. (2001). The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. *International Journal of Project Management,* vol. 19, 147-160.

- Clayton, C.R.I. (2001). *Managing geotechnical risk*. Thomas Telford, London.

- COB (2000). *Handboek ondergronds bouwen Deel 2 – Bouwen vanaf het maaiveld*. A.A.Balkema, Rotterdam.

- COB (2002). *Inleiding ondergronds bouwen*. COB, Gouda.

- Cowell, R.G., Dawid, A.P. Lauritzen, S.L., Spiegelhalter, D.J. (1999). *Probabilistic networks and expert systems. Statistics for engineering and information science.* Springer, New York.

- CUR-publicatie 166, derde druk (1997). *Damwandconstructies*. Stichting CUR, Gouda.

- CUR-publicatie 166, vierde druk (2005). *Damwandconstructies*. Stichting CUR, Gouda.

- DelftCluster (2003). *Delft Beheerst Ondergronds Eindrapportage*. DelftCluster, Delft.

- Doorewaard, H. en Verschuren, P. (2000). *Het ontwerpen van onderzoek*. Uitgeverij Lemma BV, Utrecht.

- Elsevier opleiding en advies (2003. *Cursus Grondmechanica en funderingstechniek*, CGF 1.

- Fugro Ingenieursbureau B.V. (2005). *Bouwputadvies betreffende Rustenburg Inverdan, Zaandam.* Fugro, Leidschendam.

- Hergarden, R.H., Tol, A.F. van (2001). Zakkingen tijdens het trillend trekken van damwanden. *Geotechniek* 5 (3), 84-90.

- Heijnen, W.J., Loof, W.H. (1977). *Fundering op palen, deel 1, 2 en 3.* Samson, Stichting Bouwresearch, Alphen aan de Rijn.

- Keizer, J.A., Halman, J.I.M. en Song, M. (2002). From experience: applying the Risk Diagnosing Methodology. *The journal of product innovation management*, 19, 213-232.

- Lee, P.M. (1997). *Bayesian Statistics, an introduction*. Arnold, second edition, Londen.

- Lunne, T., Christoffersen, H.P. (1983). Interpretation of cone penetrometer data for offshore sands. *Offshore Technology Conference 4464*. Norwegian Geotechnical Institute, 181-192.

- March, J.G. en Shapira, Z. (1992). Variable risk preferences and the focus of attention. *Psychological review* 99(1), 172-183.

- Miller, R., & Lessard, D. (2001). Understanding and managing risks in large engineering projects. *International journal of project management*, vol. 19, 437-443.

- Nederlands Normalisatie-Instituut (1993). *Geotechniek, TGB 1990, Basiseisen en belastingen.* NEN 6740.

- Rouanet, H., Bernard, J.M., Bert, M.C., Lecoutre, M.P., Roux, B. le (1998). *New ways in statistical methodology; from Signifance Tests to Bayesian Interference.* Peter Lang, Bern.

- SBR (1996 e.v.). *Handboek funderingen*. Stichting Bouwresearch, ten Hagen & Stam, 's-Gravenhage.

- SBR 2002A (2002). Meet- en beoordelingsrichtlijn schade aan gebouwen deel A.

- Smallman, C. (1999). The Risk Factor. *Financial Times*, 30 December, 42-45.

- Staveren, M.Th. van (2006). *Uncertainty and ground conditions: A risk management approach*. Butterworth-Heinemann, Oxford.

- Toakley, A.R. en Ling, S.M.C. (1991). Risk management and the building procurement process. *Innovation and Economics in Building Conference*, Brisbane, Australia, 23-24 September, 63-67.

- Uher, T.E. & Toakley, A.R. (1999). Risk management in the conceptual phase of a project. *International journal of project management*, vol. 17, 161-169.

- Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (2006). *Handboek geotechnisch bodemonderzoek.* VOTB, Voorschoten.

- Vermande, H.M., Spalburg, M.G. (1998). *Risicomanagement in de bouw, een verkenning*. Stichting Bouwresearch (publicatie 448). Drukkerij van Tilburg BV, Waddinxveen.

- Wickmann, D. (1990). *Bayes Statistik; einsicht gewinnen und entscheiden bei unsicherheit.* Wissenschaftsverslag, Mannheim.

- Winch, G.M. (2002). *Managing Construction Projects*. Blackwell publishing, Oxford.

Internet:

- BAM Grondtechniek (2007). http://www.bam.nl/baminternet/baminternet/portalen/BAM_Grondtechniek/index.jsp.

- Gemeente Zaanstad (2007). http://www.zaanstad.nl/sv/inverdanhp/.

- Kennisnetwerk Riscomanagement RISNET (2007). http://www.risman.nl.

- Radboud Universiteit Nijmegen (2007). http://www.snn.ru.nl/nijmegen/index.php3?page=31.

- Stichting Houtresearch (2006). http://www.shr.nl/actueel_nieuws_verslag%20heipalendag.htm.

De internetpagina's zijn geraadpleegd in de periode mei 2007 – februari 2008.

Symbolenlijst (zoals gebruikt in dit onderzoek)

Algemeen		
A_i	oppervlak van element i	m
B_i	invloedsbreedte op maaiveldniveau	m
T	tijdfactor	-
f	frequentie van het heiblok/trilblok	Hz
g	versnelling van de zwaartekracht	m/s^2
h	laagdikte	m
r	afstand tot het geschematiseerde centrum van een ronde bouwput	m
t	tijd	div.
t_d	tijdstip bij begin belasten	dagen
v	snelheidsamplitude	mm/s^2
z	afstand van maaiveld tot element i	m
Δt	tijdstip op een gegeven moment	dagen
Δz_i	de zakking maaiveld als gevolg van verdichting in element i	m
Belastingen en berekeningen		
F	slagkracht van het trilblok	kN
Geohydrologie		
K_o	Bessel-functie	-
Q_o	debiet van de bemaling	m^3/dag
c	weerstand van het afdekkend pakket	dagen
kD	doorlaatvermogen van het watervoerend pakket	m^2/dag
λ	spreidingslengte $= \sqrt{kD \cdot c}$	m
Δh_w	verlaging van de grondwaterstijghoogte	m
Grondmechanica		
C'_p	primaire samendrukkingsconstante	-
C'_s	secundaire samendrukkingsconstante	-
D_r	initiële relatieve dichtheid van de grond	-
$U_{(t)}$	consolidatiegraad	-
c_v	consolidatiecoëfficiënt	m^2/dag
e_0	initieel poriëngetal	-
e_{max}	maximum poriëngetal	-
e_{min}	minimum poriëngetal	-
q_c	conusweerstand van de grond	kN/m^2
u	waterspanning	kN/m^2
α	factor voor één- (α=1) of tweezijdige afstroming (α=0.5)	-
α_{Barkan}	coefficient of vibratory compaction	-
$\varepsilon_v{}^C$	rek van de grondlaag	m
ε_{vol}	volumerek	-
σ'_v	effectieve verticale korrelspanning	kN/m^2
$\Delta\sigma'_v$	toename effectieve spanning	kN/m^2
ΔD_r	verandering in relatieve dichtheid	-

Trillingen

C_{of}	trillingsoverdracht door de bodem naar de fundatie	-
E_{pot}	potentiële energie van het heiblok	kNm
V_{kar}	karakteristieke waarde van de grenswaarde	mm/s
V_r	grenswaarde	mm/s
V_{max}	trillingsniveau in het gebouw	mm/s
u_o	trillingssnelheid in referentiepunt	mm/s
$u_{0,\ cor}$	verwachtingswaarde van de bronsterkte v_o	mm/s
x	afstand tot de trillingsbron	m
x_0	referentieafstand tot trillingsbron	m
α	dempingsconstante	m^{-1}
β	tijdsafhankelijke coëfficiënt, een factor die beschrijft hoe snel de einddichtheid wordt bereikt	-
η_0	drempelwaarde voor de versnelling genormeerd met g	mm/s^2
η_{max}	versnelling van de trilling als gevolg van heien of trillen genormeerd met g	mm/s^2

Veiligheid

V_o	variatiecoëfficiënt	-
γ_t	partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt	-
μ	verwachtingswaarde van het gemiddelde	div.
σ	standaardafwijking	div.

INHOUDSOPGAVE

BIJLAGE 1 FOUTENBOOM ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN.....2

BIJLAGE 2 HANDBEREKENING BAYESIAANS NETWERK 3

BIJLAGE 3 KARAKTERISTIEKE GRONDPROFIELEN T.B.V. BEPALING ZETTING 5

BIJLAGE 4 VOORBEELDBEREKENING ZETTING GROND 10

BIJLAGE 5 TOTSTANDKOMING KANSTABELLEN 15

5.1 INVOERPARAMETERS 15
5.2 SCHADE DOOR BEMALING 19
5.2.1 Verlaging 19
5.2.2 Zetting van de grond 24
5.2.3 Zettingsverschil 53
5.2.4 Rotatiegraad 54
5.2.5 Kwetsbaarheid belendingen 54
5.2.6 Schade 56
5.3 BN SCHADE DOOR TRILLINGEN 57
5.3.1 Referentiesnelheid heien & trillen 57
5.3.2 Bronsterkte 58
5.3.3 Trillingsintensiteit 61
5.3.4 Grenswaarde 62
5.3.5 Overschrijding toetsingscriterium 63
5.3.6 Versnelling 65
5.3.7 Zettingen maaiveld 66
5.3.8 Zettingsverschil 69
5.3.9 Kwetsbaarheid belendingen 69
5.3.10 Schade 69

BIJLAGE 6 KARAKTERISTIEKE PROFIELEN T.B.V. BEPALING BRONSTERKTE 70

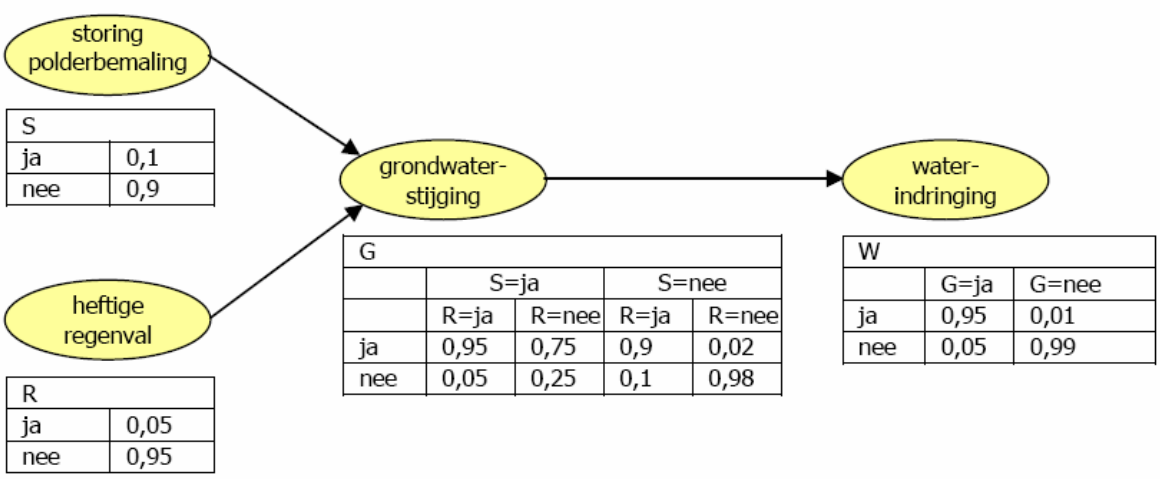
BIJLAGE 7 MAATGEVENDE SONDERING CASE ZAANDAM 72

BIJLAGE 1 FOUTENBOOM ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN

BIJLAGE 2 HANDBEREKENING BAYESIAANS NETWERK

In deze bijlage wordt het voorbeeld uit paragraaf 8.1 met de hand doorgerekend.

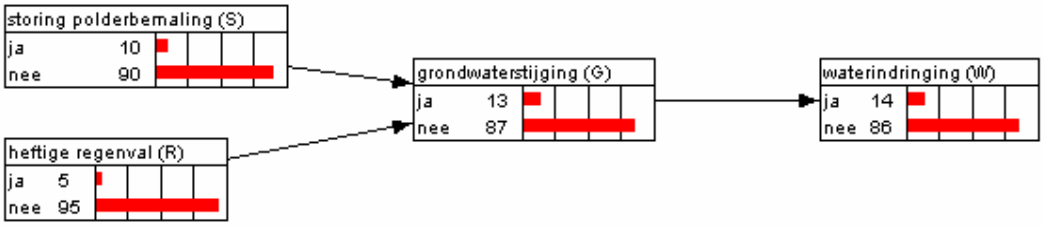
Voorbeeld Bayesiaans Netwerk



Figuur 2.1. Voorbeeld Bayesiaans netwerk [Brassinga et al., 2002].

De figuur 2.1 geeft een eenvoudig voorbeeld van een Bayesiaans netwerk. Het netwerk beschrijft de mogelijkheid tot indringing van water in de kelder van een huis. Vanwege scheuren in de vloer van de kelder, weet de eigenaar van het huis dat dit alleen mogelijk is als de grondwaterspiegel stijgt. Een stijging van de grondwaterspiegel kan het gevolg zijn van een heftige regenval. Anderzijds kan ook het uitvallen van de lokale polderbemaling leiden tot een verhoging van de grondwaterspiegel. Het diagram geeft ook de kansen aan van de verschillende toestanden van de variabelen, in de vorm van conditionele kanstabellen. De toestand van de variabele "grondwaterstijging" is beschreven in termen van conditionele kansen, d.w.z. de probabiliteit gegeven een bepaalde toestand van de voorlopers "heftige regenval" en "storing polderbemaling". Ook de variabele "waterindringing" is beschreven in
termen van conditionele kansen.

Het toewijzen van conditionele kanstabellen, geeft het gevoel aan dat men heeft voor een bepaalde toestand van een variabele. Vandaar de naam "belief network".



Figuur 2.2. Uitwerking voorbeeld.

Het voorbeeld wordt met de hand doorgerekend om een inzicht te krijgen in de berekeningsmethodiek. De kans op grondwaterstijging (G) is de som van 4 mogelijkheden, vermenigvuldigd met de conditionele kans op grondwaterstijging:

Dus P(G=ja)=Σ {P(G=ja | S,R)*P(S)*P(R)}
P(G=ja|S=ja,R=ja)* P(S=ja)* P(R=ja)= 0.95*0.10*0.05=0.00475 +
P(G=ja|S=ja,R=nee)* P(S=ja)* P(R=nee)= 0.75*0.10*0.95=0.07125 +
P(G=ja|S=nee,R=ja)* P(S=nee)* P(R=ja)= 0.90*0.90*0.05=0.0405 +
P(G=ja|S=nee,R=nee)* P(S=nee)* P(R=nee)= 0.02*0.90*0.95=0.0171
Totaal = **0.1336 (0.13)**

De kans dat het grondwater (G) niet stijgt is dan:

Dus P(G=nee)=Σ {P(G=nee | S,R)*P(S)*P(R)}
P(G=nee|S=ja,R=ja)* P(S=ja)* P(R=ja)= 0.05*0.10*0.05=0.00025 +
P(G=nee|S=ja,R=nee)* P(S=ja)* P(R=nee)= 0.25*0.10*0.95=0.02375 +
P(G=nee|S=nee,R=ja)* P(S=nee)* P(R=ja)= 0.10*0.90*0.05=0.0045 +
P(G=nee|S=nee,R=nee)* P(S=nee)* P(R=nee)= 0.98*0.90*0.95=0.8379
Totaal = **0.8664 (0.87)**

Ter controle: 1.00 - 0.1336 = 0.8664

De kans op waterindringing (W) als de grondwaterstand stijgt, kan als volgt worden berekend:

P(W=ja) = P(W=ja|G=ja) * P(G=ja) + P(W=ja|G=nee) * P(G=nee)=
= 0.95 * 0.1336 + 0.01 * 0.8664 = **0.135584 (0.14)**

De kans op waterindringing als de grondwaterstand niet stijgt (W), kan als volgt worden berekend:

P(W=nee) = P(W=nee|G=nee) * P(G=nee) + P(W=nee|G=ja) *P(G=ja)=
= 0.99 * 0.8664+ 0.05 * 0.1336 = **0.864416 (0.86)**

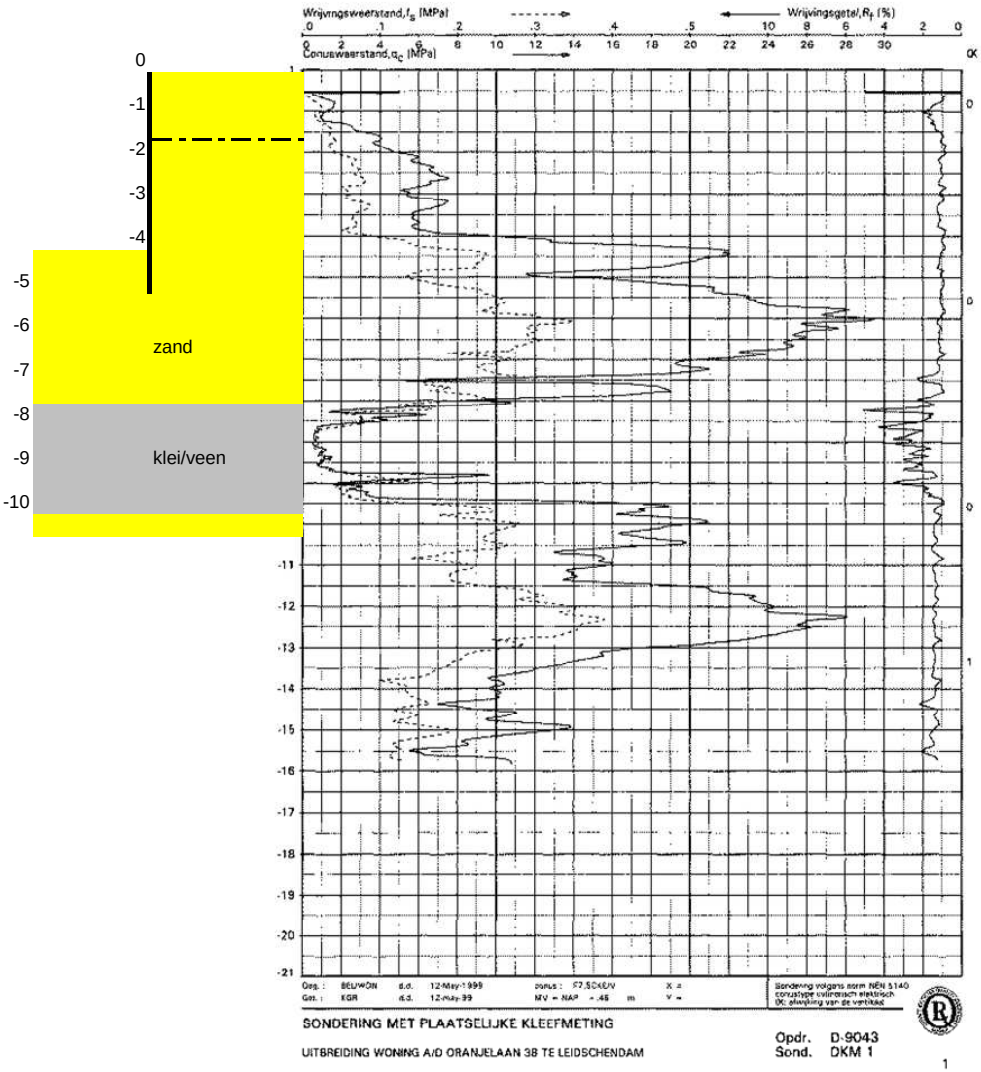
Ter controle: 1.00 – 0.135584 = 0.864416

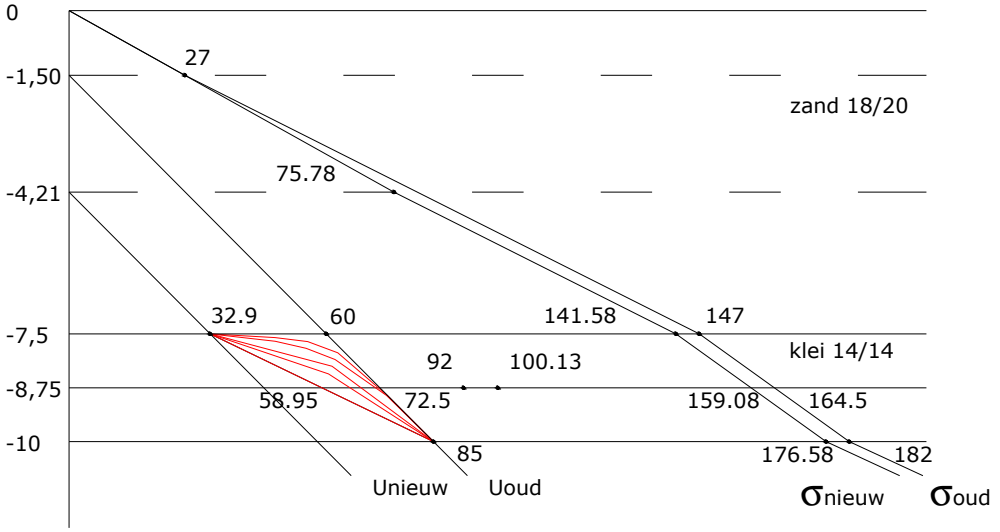
Als nu bekend is dat er in de afgelopen etmaal heftige regenval heeft plaatsgevonden kan dit als bewijs worden ingevoerd in het netwerk. Oftewel wordt de kans dat R=ja in dat geval gelijk gesteld aan 1 (100%). Op deze manier kan uitgerekend worden hoe groot de kans dan is dat de kelder onder water komt te staan. Doorrekening geeft aan dat de kans op W=ja dan gelijk komt te staan aan **0.86**.

Figuur 2.3. Uitwerking netwerk bij bewijs heftige regenval.

BIJLAGE 3 KARAKTERISTIEKE GRONDPROFIELEN T.B.V. BEPALING ZETTING

Grondprofiel 1 Leidschendam

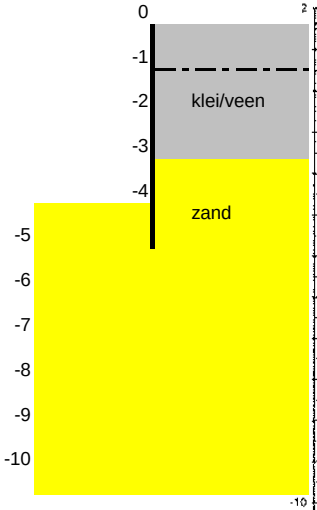


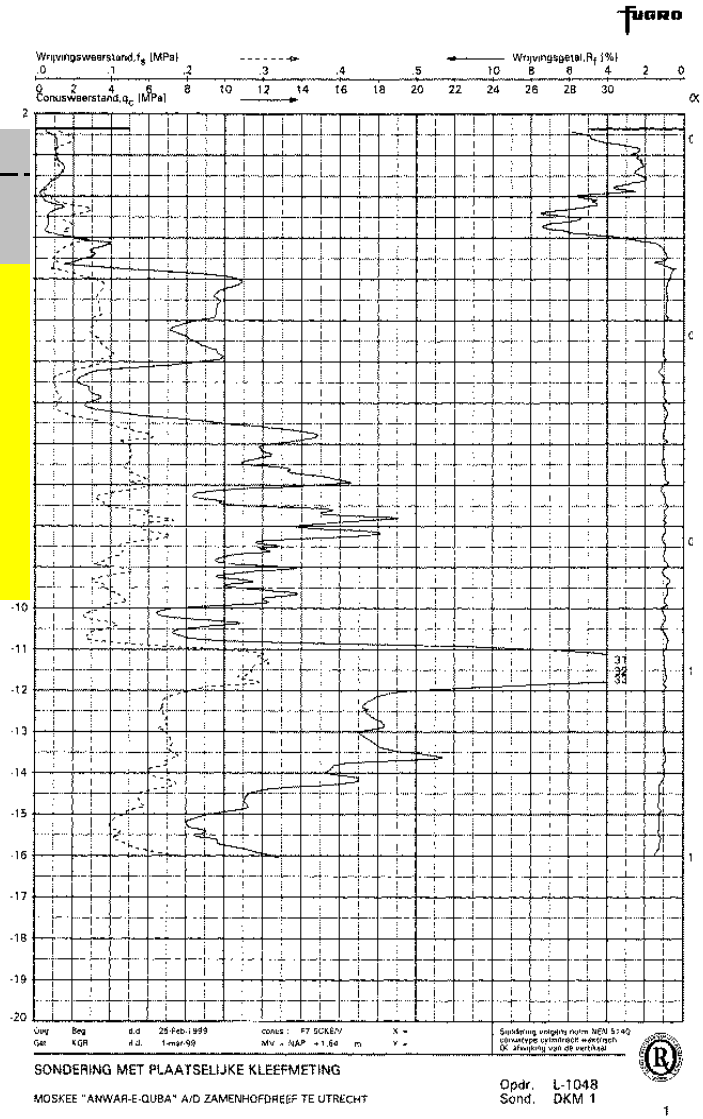


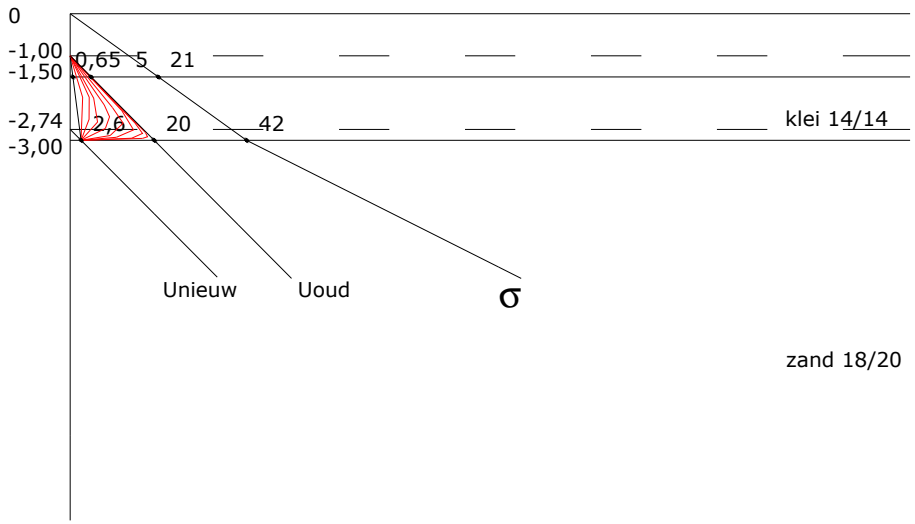
Bemalen van freatisch niveau

KD-waarde:	100 m2/dag
c-waarde:	200 dagen
Laagdikte zandlaag:	7.5 meter
Ligging cohesieve laag:	Onder
Laagdikte cohesieve laag:	2.5 meter

Grondprofiel 2 Utrecht



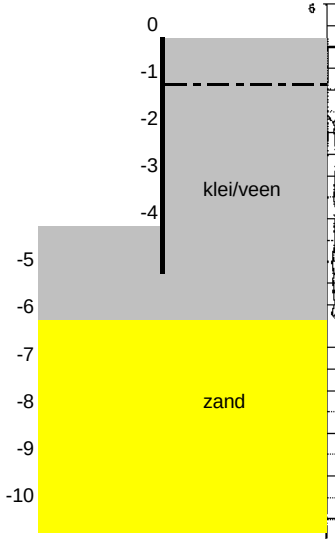


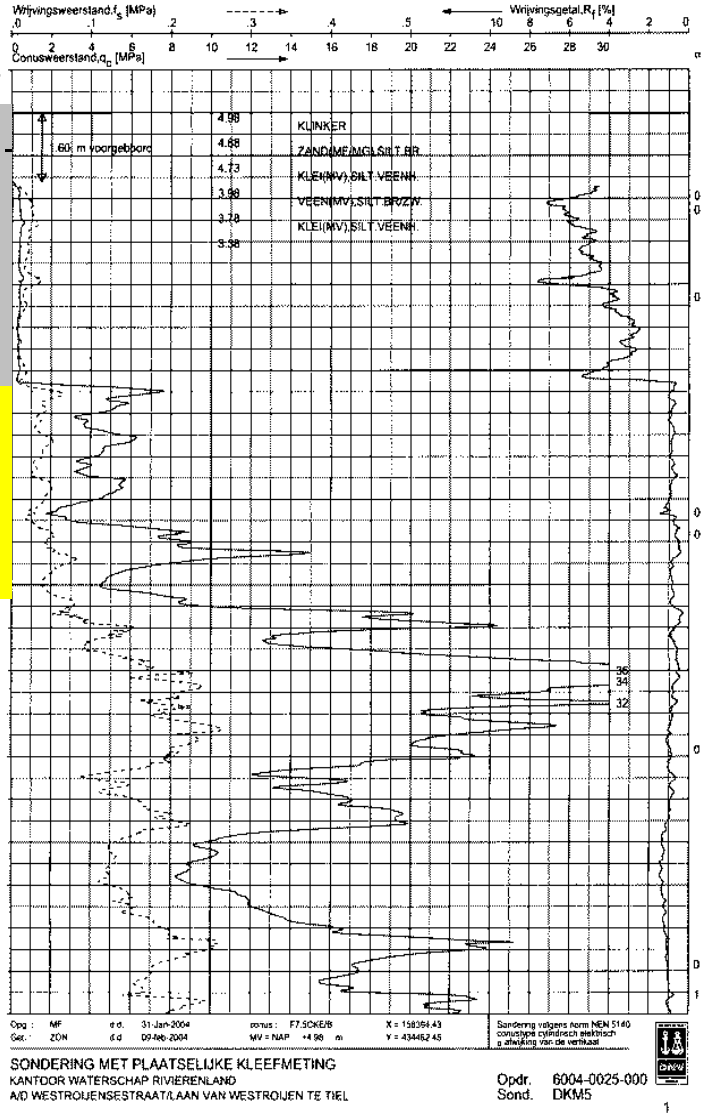


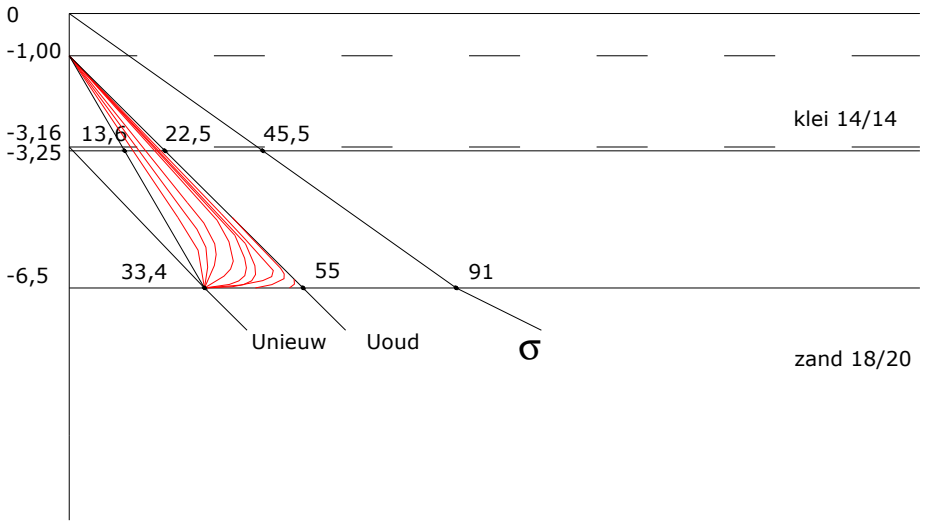
Bemalen van spanningswater

KD-waarde:	2500 m2/dag
c-waarde:	200 dagen
Ligging cohesieve laag:	Boven
Laagdikte cohesieve laag:	3 meter

Grondprofiel 3 Tiel



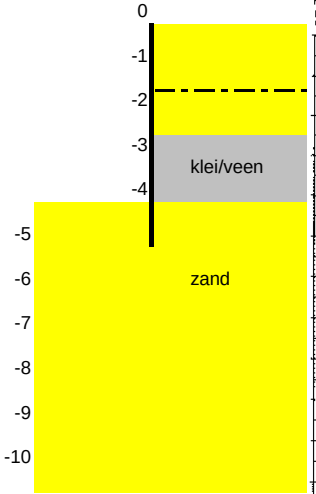


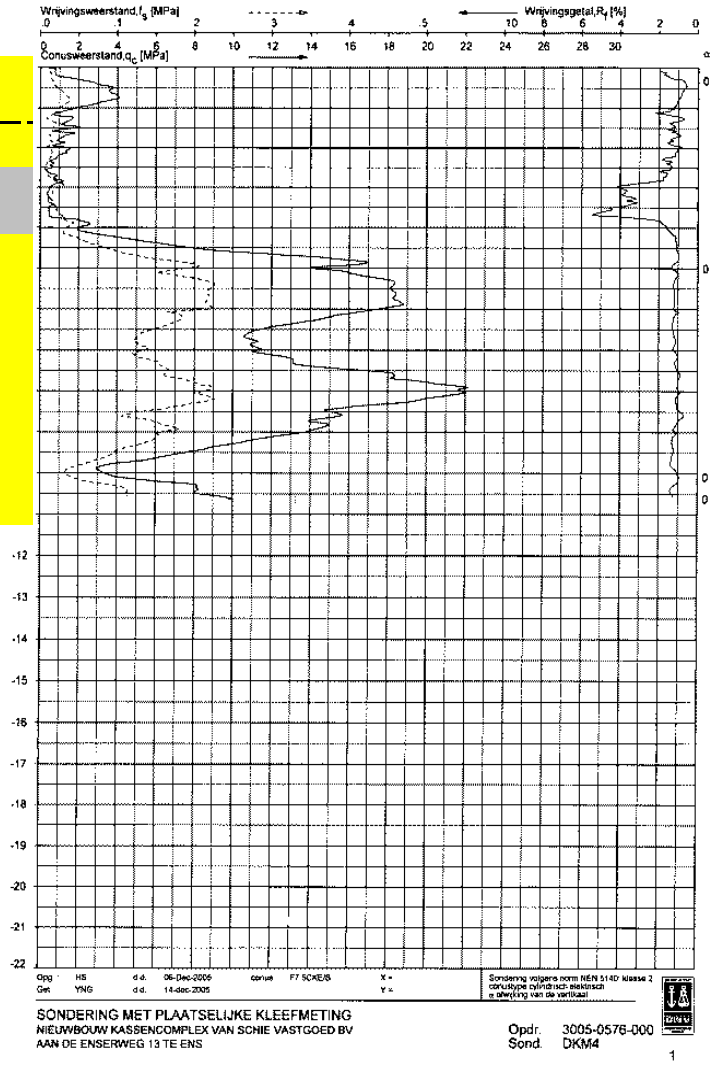


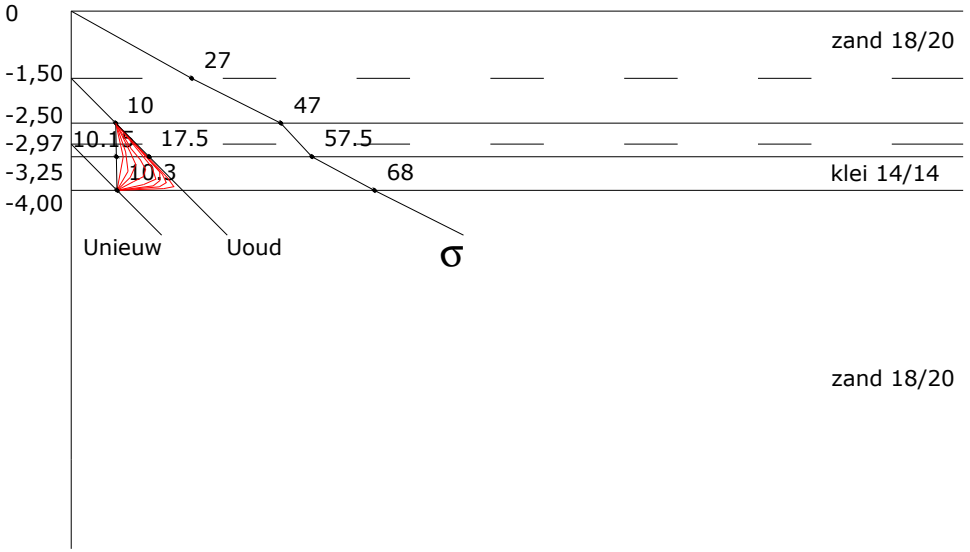
Bemalen van spanningswater

KD-waarde:	2500 m2/dag
c-waarde:	200 dagen
Ligging cohesieve laag:	Boven
Laagdikte cohesieve laag:	7 meter

Grondprofiel 4 Ens







Bemalen van spanningswater

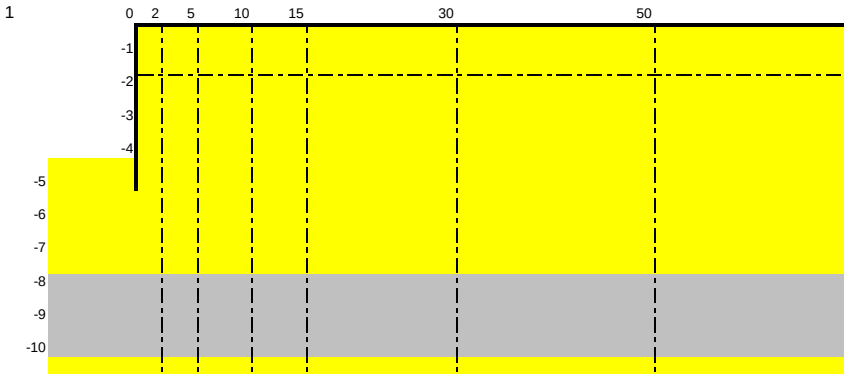
KD-waarde:	2500 m2/dag
c-waarde:	200 dagen
Ligging cohesieve laag:	Midden
Laagdikte cohesieve laag:	1,5 meter

BIJLAGE 4 VOORBEELDBEREKENING ZETTING GROND

Om inzicht te geven in de bepaling van de zetting van de grond door grondwaterstandsverlaging zal hieronder een voorbeeld worden gegeven van de berekening van het grondprofiel Leidschendam. Voor een verklaring van de gebruikte symbolen, zie symbolenlijst blz. 120.

Invoerparameters:
- grondprofiel samengesteld a.d.h.v. een sondering in Leidschendam (zie bijlage 3);
- een freatische grondwaterstand van 1,5m onder het maaiveld;
- dikte van de zandlaag 7,5 meter;
- dikte van de cohesieve laag 2,5 meter.

De bodem van een parkeerkelder ligt op 4 meter onder het maaiveld. Er wordt gekozen om de waterstand tot 0,5 meter onder de bouwputbodem te verlagen. Bij een waterstand van 1,5 meter onder maaiveld betekent dit een verlaging van 3 meter.



Figuur 4.1. Karakteristiek profiel Leidschendam.

Om nu de verlaging (op de rand van de bouwput) te kunnen berekenen zijn de volgende parameters aangenomen:
- een kD-waarde van 80 m^2/dag;
- een c-waarde van 200 dagen;
- een bouwput van 5 x 5 meter.

Nu kan het onttrekkingsdebiet worden berekend:

$$Q_0 = \frac{\Delta h_W \cdot 2\pi \cdot kD}{K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right)} = \frac{3 \cdot 2\pi \cdot 80}{K_0\left(\frac{3,5}{126,49}\right)} = 407,13 m^3 \text{ / dag}$$

Q_o	= het debiet van de bemaling	[m^3/dag]
Δh_w	= de verlaging van de grondwaterstijghoogte	[m]
kD	= het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket	[m^2/dag]
K_o	= Bessel-functie	
r	= de afstand tot het geschematiseerde centrum van een ronde bouwput = (5+0,5+5+0,5)/π = 3,5	[m] [m]
λ	= de spreidingslengte $= \sqrt{kD \cdot c} = \sqrt{80 \cdot 200} = 126,49$	[m]
c	= de weerstand van het afdekkend pakket	[dagen]

Met behulp van het onttrekkingsdebiet kan vervolgens de verlaging op de rand van de bouwput worden bepaald:

$$\Delta h_W = \frac{Q_0}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right) = \frac{407{,}13}{2\pi \cdot 80} \cdot K_0\left(\frac{3{,}5+1{,}5}{126{,}49}\right) = 2{,}71m$$

De afstand tot het geschematiseerde centrum r is de straal van 3,5 meter + 1,5 meter (breedte bouwput 5m – 3,5 meter) = 5 meter.

Het is nu dus bekend wat de verlaging is van de grondwaterstand op de rand van de bouwput (*op 0 meter afstand*). De grondwaterstand komt hier te liggen op 1,5 meter + 2,71 meter = 4,21 meter onder het maaiveld.

Om nu de zetting van de grond te kunnen berekenen worden de volgende parameters aangenomen:

- bij de zandlaag is er geen sprake van zetting;

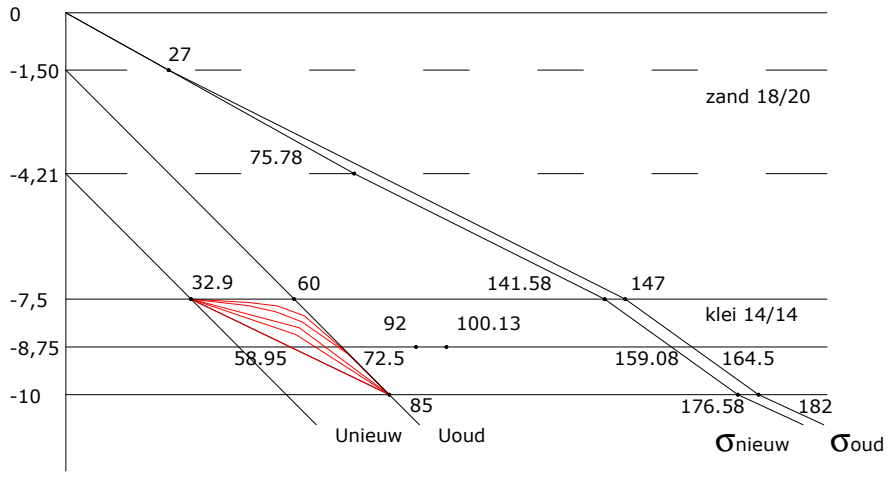
- de cohesieve laag bestaat uit **klei**;
- de primaire samendrukkingsconstante C_p = 7;
- de secundaire samendrukkingsconstante C_s = 80;
- de volumieke gewichten zijn γ = 14 kN/m^2 en γ_{sat} = 14 kN/m^2;
- de consolidatiecoëfficiënt c_v = 7,9 x 10^{-8} m^2/s;

(zie ook tabel 7.3, blz. 65)

- er is sprake van eenzijdige afstroming α = 1;
- de laagdikte van de kleilaag is 2,5 meter;
- de bemalingstijdsduur is 1 jaar (t = 365 dagen).

Het enige wat nu nog berekend moet worden is de spanningsverandering in het midden van de cohesieve laag (afname van de waterspanning leidt tot een toename van de korrelspanning). Hieronder is de berekening van de nieuwe effectieve spanning in de cohesieve laag weergegeven.

Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de waterspanning in de cohesieve laag zich niet gelijk aanpast aan de nieuwe situatie (vanwege de slechte doorlatendheid). Dit is hieronder in de figuur te zien. De rode lijntjes stellen de aanpassing van de waterspanning in de cohesieve laag voor, in verloop van de tijd. Het einde wordt aangenomen te liggen bij t = 10.000 dagen (zie paragraaf 7.3.2).



Figuur 4.2. Voorbeeldberekening effectieve spanning.

De *oude* spanningssituatie:

De grondspanning (σ_{oud}) op 8,75 meter onder het maaiveld (midden van de laag):
σ_{oud} = 1,5 x 18 + 6 x 20 + 1,25 x 14 = 164,5 kN/m^2

De waterspanning (u_{oud}) op 8,75 meter onder het maaiveld (midden van de laag):
u_{oud} = 7,25 x 10 = 72,5 kN/m^2

De korrelspanning (effectieve spanning) op 8,75 meter onder het maaiveld (midden van de laag):
σ'_{oud} = 164,5 – 72,5 = 92 kN/m^2.

De *nieuwe* spanningssituatie (bij een grondwaterstand van 4,21 meter):

De grondspanning (σ_{nieuw}) op 8,75 meter onder het maaiveld (midden van de laag):
σ_{nieuw} = 4,21 x 18 + 3,29 x 20 + 1,25 x 14 = 159,08 kN/m^2

De waterspanning (u_{oud}) op 10 meter onder het maaiveld (onderkant van de laag):
u_{oud} = 8,5 x 10 = 85 kN/m^2

De waterspanning (u_{nieuw}) op 7,5 meter onder het maaiveld (bovenkant van de laag):
u_{nieuw} = 3,29 x 10 = 32,9 kN/m^2

De waterspanning (u_{nieuw}) op 8,75 meter onder het maaiveld (midden van de laag):
u_{nieuw} = ((85-32,9)/2) + 32,9 = 58,95 kN/m^2

De korrelspanning (effectieve spanning) op 8,75 meter onder het maaiveld (midden van de laag):
σ'_{nieuw} = 159,08 – 58,95 = 100,13 kN/m^2.

Dit betekent dat de toename van de effectieve spanning $\Delta\sigma'$ = 100,13 – 92 = **8,13** kN/m^2 bedraagt.

Met dit gegeven kan de zetting worden berekend.

$$\varepsilon_v^{\ C} = h*(\frac{1}{C'_p}U(t)+\frac{1}{C'_s}\cdot\log\frac{\Delta t}{t_d})\cdot\ln(\frac{\sigma'_v+\Delta\sigma'_v}{\sigma'_v})$$

$\varepsilon_v^{\ C}$	= rek van de grondlaag	[m]
h	= laagdikte	[m]
C'_p	= primaire samendrukkingsconstante	[-]
U(t)	= consolidatiegraad	[-]
C'_s	= secundaire samendrukkingsconstante	[-]
Δt	= tijdstip op een gegeven moment	[dagen]
t_d	= tijdstip bij begin belasten	[dagen]
σ'_v	= effectieve verticale korrelspanning in het midden van de grondlaag	[kN]
$\Delta\sigma'_v$	= toename effectieve spanning	[kN]

Eerst moet de tijdfactor T worden berekend, waarna deze gebruikt kan worden om de consolidatiegraad U te berekenen.

$$T = c_v \cdot t/(\alpha \cdot h)^2 = 6{,}82 * 10^{-3} \cdot 365/(1 \cdot 2{,}5)^2 = 0{,}398$$

T	= tijdfactor	[-]
c_v	= consolidatiecoëfficiënt	[m^2/dag]
t	= tijdstip	[dagen]
α	= factor voor één- (α=1) of tweezijdige afstroming (α=0.5)	[-]
h	= laagdikte	[m]

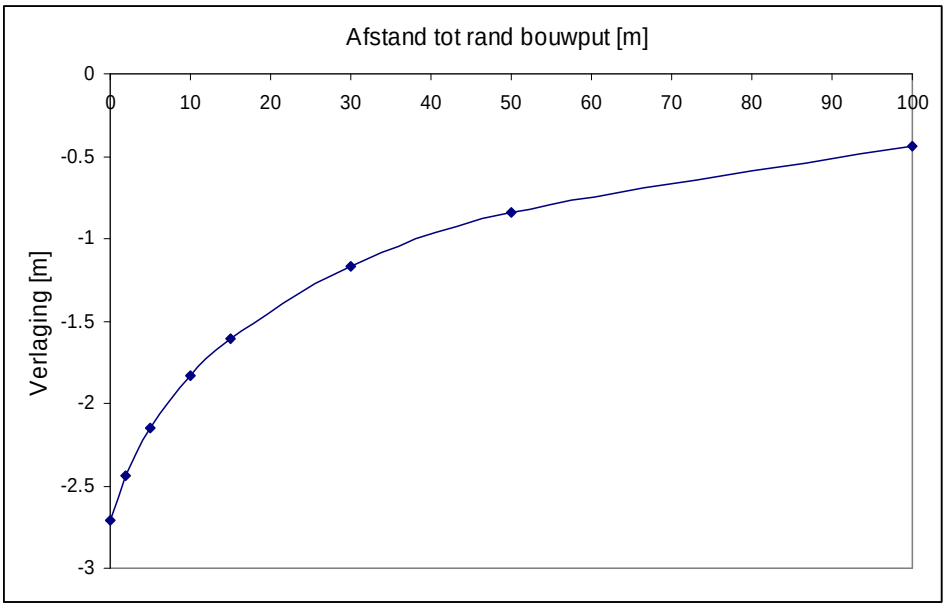
$$U = \sqrt[6]{\frac{T^3}{T^3 + 0.5}} = \sqrt[6]{\frac{0{,}398^3}{0{,}398^3 + 0{,}5}} = 0{,}695$$

Vervolgens kan de zetting worden bepaald.

$$\varepsilon_v^{\ C} = 2{,}5 * (\frac{1}{7} * 0.695 + \frac{1}{80} \cdot \log\frac{365}{1}) \cdot \ln(\frac{92 + 8{,}13}{92}) = 0{,}0278m$$

De zetting kan op deze manier voor elke willekeurige afstand worden bepaald met behulp van de gegevens over de waterstandsverlaging op die afstand.

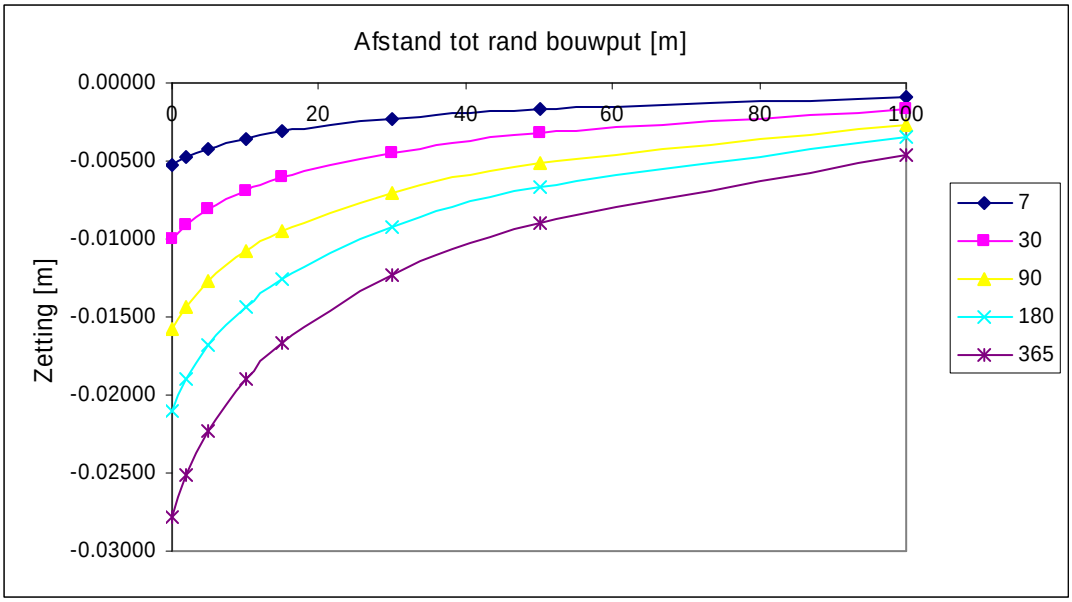
In de onderstaande figuur is de verlaging over de afstand gegeven (deze lijn is *alleen* geldig bij het huidige grondprofiel Leidschendam en invoerparameters).



Figuur 4.3. Verlagingslijn bij profiel Leidschendam.

Vervolgens kan op elke afstand de zetting worden berekend. In de figuur hieronder is dit gedaan voor de bemalingstijdsduur 7 (1 week), 30 (≈ 1 maand), 90 (≈ 3 maanden), 180 (≈ half jaar), 365 (1 jaar) dagen.

In de figuur is ook de berekende zetting van 0,0278m terug te vinden, bij een afstand van 0 meter en een bemalingstijdsduur van 365 dagen.



Figuur 4.4. Zettingslijnen bij profiel Leidschendam.

Dit is voor alle profielen gedaan (zie bijlage 3). Door de invoerparameters te variëren, in dit geval het soort grond waaruit de cohesieve laag bestaat (klei of veen) en de daarbij behorende parameters (zie tabel 7.3, paragraaf 7.3.2), de gewenste verlaging, de laagdikte van de cohesieve laag en de bemalingstijdsduur kunnen er meerdere variaties door gerekend worden.

BIJLAGE 5 TOTSTANDKOMING KANSTABELLEN

In deze bijlage wordt een toelichting gegeven over de totstandkoming van de kanstabellen achter de knopen in de twee Bayesiaanse netwerken. De manier hoe het netwerk is opgebouwd en de reden waarom is toegelicht in hoofdstuk 8 van het rapport. In deze bijlage wordt enkel stilgestaan bij de invoer van de kanstabellen. Eerst worden de kanstabellen van de invoerparameters behandeld, vervolgens in bijlage 5.2 wordt het netwerk 'schade door bemaling' behandeld en vervolgens 'schade door trillingen' in bijlage 5.3.

5.1 INVOERPARAMETERS

Om een voorspelling te kunnen maken van de te verwachten schade, moet in een netwerk de invoerparameters worden ingevuld. In deze bijlage staan de kanstabellen vermeldt, van elk van de invoerparameters. Sommige van de invoerparameters zijn in beide netwerken terug te vinden en deze zijn in deze bijlage dan ook samengevoegd.

Er is een verschil in de knopen die dienen als invoerparameter. Er zijn knopen die een gelijke kansverdeling over alle toestanden in de knoop gekregen hebben en er zijn knopen, waarbij er zonder dat er iets bekend is van de toestand van de parameter, er toch al iets over gezegd kan worden. Een voorbeeld van deze laatste, is de trillingsfrequentie van de uitvoeringsmethode (heien of trillen). Als er preciezere gegevens bekend zijn, kan de toestand van de knoop worden aangepast. Hiermee wordt bedoeld dat deze dan als bewijs kan worden ingevoerd. Dit betekent dat de kans in dit geval gelijk wordt gesteld aan 1.00. Voor een voorbeeld hiervan, zie bijlage 2.

Trillingsfrequentie
Deze kanstabel is tot stand gekomen door bestudering van literatuur en kennis van experts over de voorkomende frequenties bij de uitvoeringsmethodes heien of trillen. Bij heien is de range van frequentie tussen de 10 en 25 Hz (vaak wordt er 10-15 Hz aangenomen met uitschieters tot 25 Hz). Bij laagfrequent trillen ligt de frequentie tussen de 20-25 Hz en bij hoogfrequent trillen tussen de 35 en 45 Hz. De overige klassen hebben een kans van 1% gekregen, op deze manier kunnen deze frequenties ook worden doorberekend in het model.

Gebouwcategorie/fundering
Met behulp van drie kenmerken van een belending kan de indeling voor een gebouwcategorie dan wel trillingsgevoelige fundering plaatsvinden. Deze systematiek is afkomstig van de SBR richtlijn A. Voor de indeling in gebouwcategorie zie paragraaf 8.5.1.

Dikte zandlagen en relatieve dichtheid
Onderstaande kanstabellen zijn (met een kleine aanpassing) overgenomen uit Bles [2003]. De kansverdeling van deze twee parameters is tot stand gekomen op basis van de analyse van sondeerbeelden van de 7 karakteristieke grondprofielen die gebruikt worden voor het voorspellen van trillingen [CUR166,1997]. Hierbij is gekeken naar de mate waarin zandlagen hierin voorkomen en de relatieve dichtheid is bepaald met de formule van Lunne et al. [1983]. Bij alle toestanden is een (soms minieme) kans ingevuld, zodat als er later preciezere gegevens bekend zijn van deze parameter de toestand van deze knoop kan worden aangepast.

Knoop 'frequentie'								
Uitvoeringsmethode	Frequentie							
	10-15 Hz	15-20 Hz	20-25 Hz	25-30 Hz	30-35 Hz	35-40 Hz	40-45 Hz	45-50 Hz
Heien	0.45	0.3	0.2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Trillen	0.01	0.01	0.4	0.01	0.01	0.4	0.15	0.01

Knoop 'gebouwcategorie / fundering'						
Soort bebouwing	Staat van bebouwing	Funderings-wijze	Gebouwcategorie / fundering			
			1	2	3	fund.
Metselwerk	Slecht	Palen	0.00	0.00	1.00	0.00
		Staal	0.00	0.00	0.50	0.50
	Goed	Palen	0.00	1.00	0.00	5.00
		Staal	0.00	0.00	0.00	1.00
Hout	Slecht	Palen	0.00	0.00	1.00	0.00
		Staal	0.00	0.00	0.50	0.50
	Goed	Palen	1.00	0.00	0.00	0.00
		Staal	0.00	0.00	0.00	1.00
Gew. beton	Slecht	Palen	0.50	0.50	0.00	0.00
		Staal	0.00	0.50	0.00	0.50
	Goed	Palen	1.00	0.00	0.00	0.00
		Staal	0.50	0.00	0.00	0.50

Knoop 'dikte zandlagen'					
Grond-profielen	Dikte zandlagen				
	< 2 m	2 - 4 m	4 - 6 m	6 - 8 m	> 8 m
Amsterdam hor	0.999	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
Amsterdam ver	0.999	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
Eindhoven hor	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Eindhoven ver	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Groningen hor	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Groningen ver	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Den Haag hor	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Den Haag ver	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Maasvlakte hor	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Maasvlakte ver	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Rotterdam hor	0.999	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
Rotterdam ver	0.999	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
Tiel hor	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999
Tiel ver	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.999

Knoop 'relatieve dichtheid'				
Grond-profielen	Relatieve dichtheid			
	< 42.5 %	42.5 - 47.5 %	47.5 - 52.5 %	> 52.5 %
Amsterdam hor	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Amsterdam ver	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Eindhoven hor	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Eindhoven ver	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Groningen hor	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Groningen ver	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Den Haag hor	0.1299	0.00005	0.00005	0.87
Den Haag ver	0.1299	0.00005	0.00005	0.87
Maasvlakte hor	0.0001	0.1999	0.38	0.42
Maasvlakte ver	0.0001	0.1999	0.38	0.42
Rotterdam hor	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Rotterdam ver	0.000333	0.000333	0.000333	0.999
Tiel hor	0.2999	0.0001	0.25	0.45
Tiel ver	0.2999	0.0001	0.25	0.45

Afmeting belending

De afmeting van de belending wordt bepaald door de afstand van de voorkant van de belending tot de bouwput af te trekken van de afstand van de achterkant van de belending tot de bouwput. Hierbij doet zich echter een probleem voor, namelijk de achterkant van de belending kan nooit dichterbij de rand van de bouwput staan dan de voorkant van de belending. In het netwerk kan er voor de kans hierop echter niet 0 worden ingevuld. Om deze knoop toch in het model op te kunnen nemen, wordt in het geval dat deze situatie optreedt gesteld dat de afmeting van de belending <3 meter is. De regels in de tabel waar het over gaat zijn in het rood aangegeven. Omdat de voor- en achterkant in klassen vallen is met behulp van een driehoeksverdeling vervolgens de kanstabel ingevuld.

Knoop 'afmeting belending'						
Afstand tot bouwput (voorkant belending)	Afstand tot bouwput (achterkant belending)	Afmeting belending				
		< 3 m	3-6 m	6-12 m	12-18 m	>18 m
< 5 m	< 5 m	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.30	0.30	0.40	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.00	0.10	0.60	0.30	0.00
	15 - 30 m	0.00	0.00	0.10	0.30	0.60
	30 - 50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5 - 10 m	< 5 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.30	0.30	0.40	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.00	0.05	0.30	0.30	0.35
	30 - 50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
10 - 15 m	< 5 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.15	0.15	0.30	0.30	0.10
	30 - 50 m	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88
	50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
15 - 30 m	< 5 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.20	0.20	0.40	0.20	0.00
	30 - 50 m	0.09	0.09	0.17	0.17	0.49
	50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
30 - 50 m	< 5 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	0.15	0.15	0.30	0.30	0.10
	50 - 100 m	0.04	0.04	0.09	0.09	0.74
> 50 m	< 5 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	50 - 100 m	0.06	0.06	0.12	0.12	0.64

Knopen met een gelijke kansverdeling over alle toestanden in de knoop

De hieronder staande invoerparameters hebben een kansverdeling die alle toestanden een gelijke kans geeft. Optellen van de kansen in de knoop leidt tot een kans van 1,00 (100%). Dit betekent dus dat er een even grote kans is op het optreden van elk van de toestanden in de knoop. Per project kan gekozen worden voor één van de toestanden van de knoop.

Grondtype	
Grond 1 Leidschendam	0.25
Grond 2 Utrecht	0.25
Grond 3 Tiel	0.25
Grond 4 Ens	0.25

Dikte cohesieve laag	
< 1 m	0.14
1 - 2 m	0.14
2 - 3 m	0.14
3 - 4 m	0.14
4 - 5 m	0.14
5 - 6 m	0.14
> 6 m	0.14

Gewenste verlaging	
< 1 m	0.17
1 - 2 m	0.17
2 - 3 m	0.17
3 - 4 m	0.17
4 - 5 m	0.17
5 - 6 m	0.17

Bemalingsduur	
< 1 mnd	0.2
1 mnd - 3 mnd	0.2
3 mnd - 6 mnd	0.2
6 mnd - 12 mnd	0.2
> 12 mnd	0.2

Grondsoort cohesieve laag	
Klei	0.5
Veen	0.5

Afstand tot bouwput	
< 2 m	0.14
2 - 5 m	0.14
5 - 10 m	0.14
10 - 15 m	0.14
15 - 30 m	0.14
30 - 50 m	0.14
> 50 m	0.14

Fundering belendingen	
palen	0.5
staal	0.5

Afmetingen belendingen	
< 14 meter	0.5
> 14 meter	0.5

Grondprofielen	
Amsterdam hor	0.07
Amsterdam ver	0.07
Eindhoven hor	0.07
Eindhoven ver	0.07
Groningen hor	0.07
Groningen ver	0.07
Den Haag hor	0.07
Den Haag ver	0.07
Maasvlakte hor	0.07
Maasvlakte ver	0.07
Rotterdam hor	0.07
Rotterdam ver	0.07
Tiel hor	0.07
Tiel ver	0.07

Uitvoeringsmethode	
Heien	0.5
Trillen	0.5

Energieniveau heiblok	
10 - 30 kNm	0.2
30 - 60 kNm	0.2
60 - 90 kNm	0.2
90 - 200 kNm	0.2
> 200 kNm	0.2

Slagkracht trilblok	
100 - 350 kN	0.2
350 - 700 kN	0.2
700 - 1100 kN	0.2
1100 - 2000 kN	0.2
> 2000 kN	0.2

Leeftijd belendingen	
< 1945	0.5
> 1945	0.5

Staat van bebouwing	
Slecht	0.5
Goed	0.5

Soort bebouwing	
Metselwerk	0.33
Hout	0.33
Gew. Beton	0.33

Kleinste afmeting belending	
< 7 meter	0.33
7 - 14 meter	0.33
> 14 meter	0.33

5.2 SCHADE DOOR BEMALING

In deze bijlage worden de knopen verlaging, zetting van de grond, zettingsverschil, rotatiegraad, kwetsbaarheid belendingen en tot slot zettingsschade behandeld.

5.2.1 Verlaging

Om de kanstabel achter deze knoop in te kunnen vullen is er gebruik gemaakt van de formule van de Glee, deze is reeds behandeld in hoofdstuk 7. Om een verlaging op afstand te kunnen berekenen, zijn er verschillende factoren nodig:

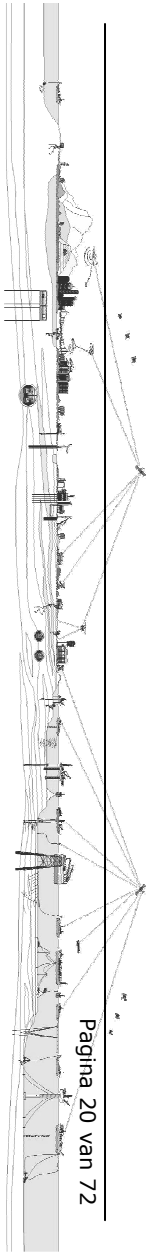
- de gewenste verlaging in het centrum van de bouwput (en de afmeting van de bouwput, hier 20x20 meter). Hieruit kan het debiet van de bemaling worden berekend;
- de kD-waarde van de watervoerende laag;
- de c-waarde van de waterremmende laag;
- de afstand van de belending tot de rand van de bouwput.

De gewenste verlaging en de afstand van de bouwput kunnen ingevuld worden in het model. Door voor een karakteristiek profiel te kiezen, wordt er gekozen voor een vaste kD en c-waarde. Voor een overzicht van de profielen, zie bijlage 3. Zie ook bijlage 4, voor een voorbeeldberekening.

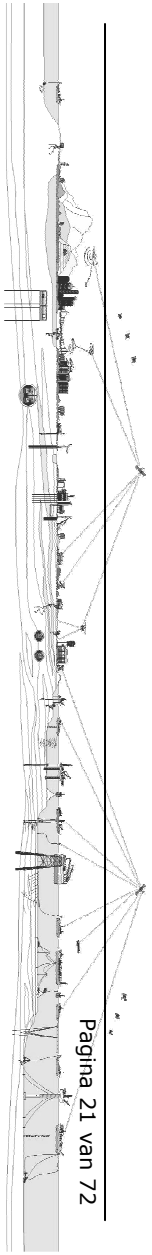
Profiel	kD [m2/dag]	c [dagen]
1 Leidschendam	100	200
2 Utrecht	2500	200
3 Tiel	2500	200
4 Ens	2500	200

Tabel 5.1. kD- en c-waarde behorend bij karakteristiek profiel.

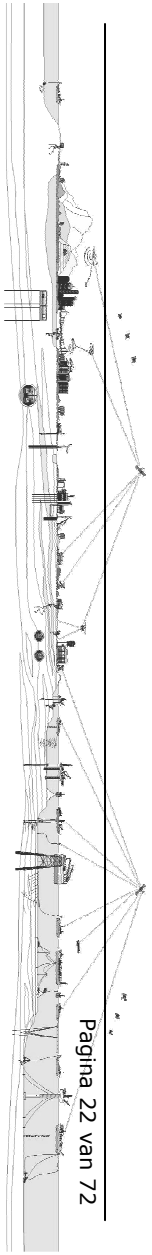
Resultaat van de berekeningen zijn terug te vinden in de kanstabellen op de volgende bladzijden, die zijn opgesteld met behulp van een driehoeksverdeling.



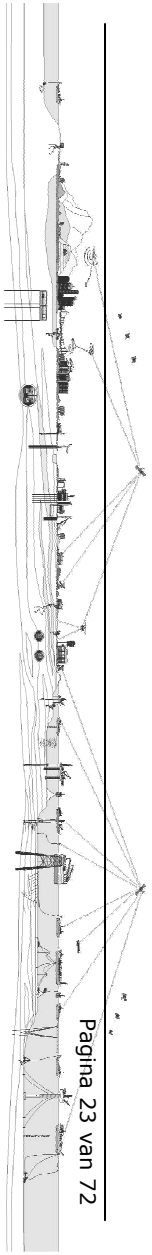
Knoop 'Verlaging op afstand'												
Grondtype	Gewenste verlaging	Afstand	Verlaging op afstand 1 (V)										
			<0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 -3,0	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0	4,0 - 4,5	4,5 - 5,0	> 5,0
Grond 1 Leidschendam	<1 m	< 5 m	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-2 m	< 5 m	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.44	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2-3 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3-4 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4-5 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5-6 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Knoop 'Verlaging op afstand'												
Grondtype	Gewenste verlaging	Afstand	Verlaging op afstand 1 (V)										
			<0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 -3,0	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0	4,0 - 4,5	4,5 - 5,0	> 5,0
Grond 2 Utrecht	<1 m	< 5 m	0.04	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.11	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-2 m	< 5 m	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2-3 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3-4 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4-5 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	5-6 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00



Knoop 'Verlaging op afstand'												
Grondtype	Gewenste verlaging	Afstand	Verlaging op afstand 1 (V)										
			<0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 -3,0	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0	4,0 - 4,5	4,5 - 5,0	> 5,0
Grond 3 Tiel	<1 m	< 5 m	0.04	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.11	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-2 m	< 5 m	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2-3 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3-4 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4-5 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	5-6 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00



Knoop 'Verlaging op afstand'												
Grondtype	Gewenste verlaging	Afstand	Verlaging op afstand 1 (V)										
			<0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 -3,0	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0	4,0 - 4,5	4,5 - 5,0	> 5,0
Grond 4 Ens	<1 m	< 5 m	0.04	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.11	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-2 m	< 5 m	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2-3 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3-4 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4-5 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	5-6 m	< 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
		5-10 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58
		10-15 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30
		15-30 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02
		30-50 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00
		50 - 100 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00

5.2.2 Zetting van de grond

Voor het bepalen van de zetting van de grond is er gebruik gemaakt van de gecombineerde formule van Koppejan, zie hoofdstuk 7. Om de zetting te kunnen berekenen, zijn er de volgende gegevens benodigd:

- de dikte van de laag, waar de zetting van wordt berekend;
- de zettingsparameters C_p, C_s;
- de consolidatiecoëfficiënt c_v;
- de tijdsduur van de waterstandsverlaging;
- een factor voor één- (α=1) of tweezijdige afstroming (α=0.5) van de zettingsgevoelige laag;
- de effectieve verticale korrelspanning in het midden van de grondlaag;
- de toename van de effectieve spanning.

Om de zetting te kunnen berekenen, moeten deze gegevens bekend zijn. Er zijn enkele aannames gedaan om de zetting te kunnen berekenen:

- de vier karakteristieke profielen bestaan uit één zandlaag en één cohesieve laag;
- de zandlaag is niet aan samendrukking onderhevig;
- er is uitgegaan van éénzijdige afstroming (α=1) in de samendrukbare laag.

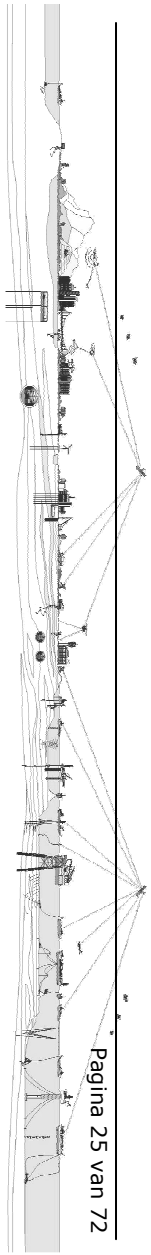
In het model kan er gekozen worden voor verschillende diktes van de cohesieve laag en de bemalingsduur. Door in het model voor de grondsoort klei of veen te kiezen, wordt er automatisch gekozen voor de zettingsparameters en de consolidatiecoëfficiënt, die hier aan gekoppeld zijn (zie tabel 5.2).

	γ [kN/m³]	γsat [kN/m³]	Cp [-]	Cs [-]	cv [m²/s]
Klei	14	14	7	80	7,9 * 10-8
Veen	12	12	5	20	31,7 *10-8

Tabel 5.2. Waarden van grondeigenschappen [NEN 6740, 1993].

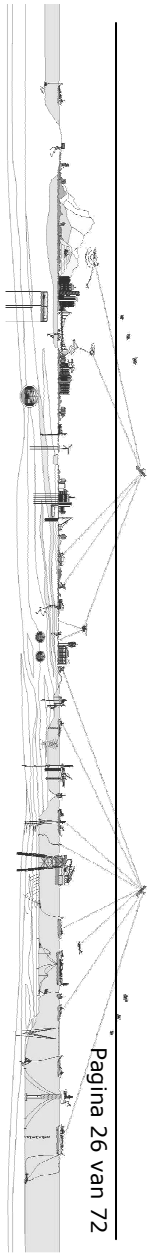
Wat rest, is de berekening van de spanningsverandering in het midden van de cohesieve laag. Deze hangt samen met de verlaging van de grondwaterstand. Door verlaging van de grondwaterstand vermindert de waterspanning in de ondergrond en treedt een verhoging van de effectieve spanning op, waardoor slappe lagen kunnen samendrukken (voor verdere toelichting, zie paragraaf 7.3.2). Er is voor elk van de karakteristieke profielen een initiële spanningsverandering bepaald, met vaste laagdiktes. Door in het model voor één van deze profielen te kiezen, wordt er gekozen voor deze initiële spanningsverandering. Met behulp van de volumieke gewichten (behorend bij de grondsoort) en de verlaging van de grondwaterstand, kan de spanningsverandering worden berekend.
Voor een overzicht van de profielen en de bijbehorende spanningsverandering, zie bijlage 3. Zie ook bijlage 4, voor een voorbeeldberekening.

Resultaat van de berekeningen zijn terug te vinden in de kanstabellen op de volgende bladzijden, die zijn opgesteld met behulp van een driehoeksverdeling.



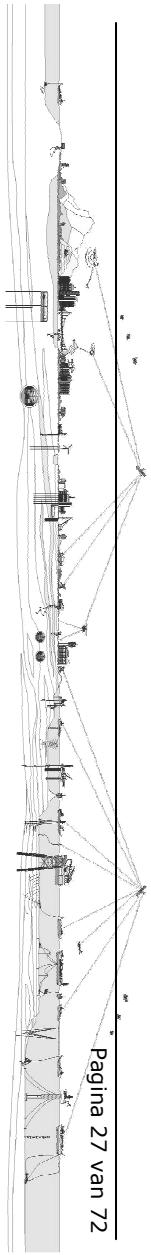
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.93	0.07	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.88	0.12	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.85	0.15	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.64	0.36	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.58	0.42	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.65	0.35	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.43	0.57	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.37	0.63	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.34	0.66	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.32	0.68	0.00	0.00	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.28	0.72	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.21	0.79	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.16	0.84	0.00	0.00	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.41	0.59	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.08	0.92	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.04	0.96	0.00	0.00	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.07	0.93	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.27	0.73	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.75	0.25	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.66	0.34	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.93	0.07	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.66	0.34	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.41	0.59	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.38	0.62	0.00	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.41	0.59	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.23	0.77	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.15	0.85	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.12	0.88	0.00	0.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.63	0.37	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.26	0.74	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.37	0.63	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.74	0.26	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.29	0.71	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.24	0.76	0.00	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.23	0.77	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	



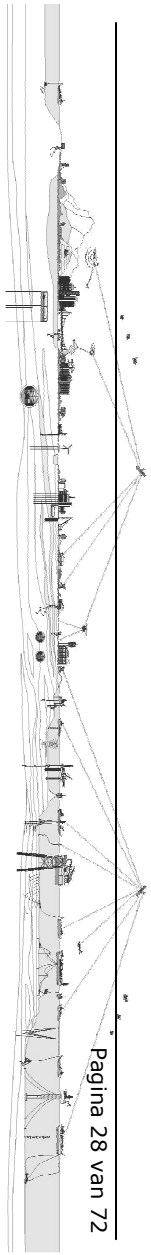
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.58	0.42	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.72	0.28	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.18	0.82	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.95	0.05	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.12	0.88	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.69	0.31	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.23	0.77	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.51	0.49	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.09	0.91	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.28	0.72	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.38	0.62	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.28	0.72	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.79	0.21	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.85	0.15	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.69	0.31	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.35	0.65	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.12	0.88	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.37	0.63	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.04	0.96	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.74	0.26	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.34	0.66	0.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.63	0.37	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.15	0.85	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.31	0.69	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.16	0.84	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.12	0.88	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.45	0.55	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.41	0.59	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.05	0.95	0.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.12	0.88	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	



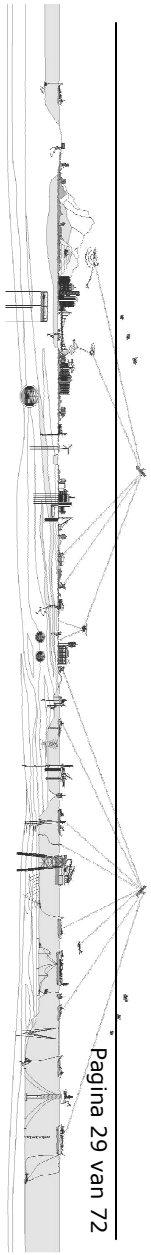
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.87	0.13	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.79	0.21	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.24	0.76	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.28	0.72	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.05	0.95	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.28	0.72	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.35	0.65	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.36	0.64	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.46	0.54	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.10	0.90	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.22	0.78	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.23	0.77	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.24	0.76	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.12	0.88	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.04	0.96	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.35	0.65	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.22	0.78	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.16	0.84	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.63	0.37	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.72	0.28	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.53	0.47	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.61	0.39	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.27	0.73	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.34	0.66	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.14	0.86	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.10	0.90	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.16	0.84	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.03	0.97	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.87	0.13	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.23	0.77	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.11	0.89	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.04	0.96	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.24	0.76	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	



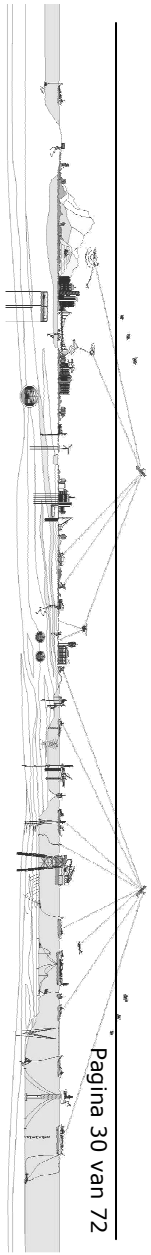
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Klei	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.65	0.35	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.44	0.56	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.12	0.88	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.11	0.89	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.36	0.64	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.16	0.84	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.22	0.78	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.46	0.54	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.27	0.73	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.75	0.25	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.12	0.88	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.61	0.39	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.12	0.88	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.49	0.51	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.44	0.56	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.39	0.61	0.00	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.37	0.63	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.26	0.74	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.21	0.79	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.07	0.93	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.66	0.34	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.47	0.53	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.44	0.56	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.37	0.63	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.32	0.68	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.46	0.54	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.32	0.68	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	



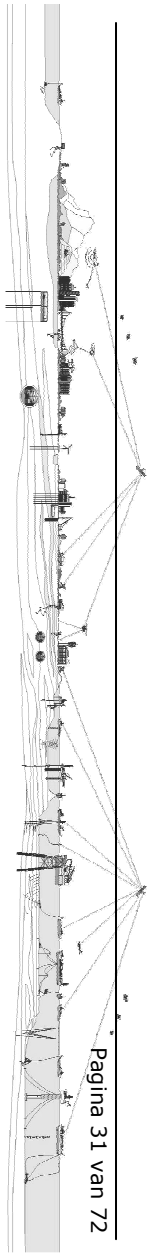
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.53	0.47	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.38	0.62	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.32	0.68	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.26	0.74	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.35	0.65	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.26	0.74	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.15	0.85	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.11	0.89	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.56	0.44	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.51	0.49	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.49	0.51	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.28	0.72	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.64	0.36	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.28	0.72	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



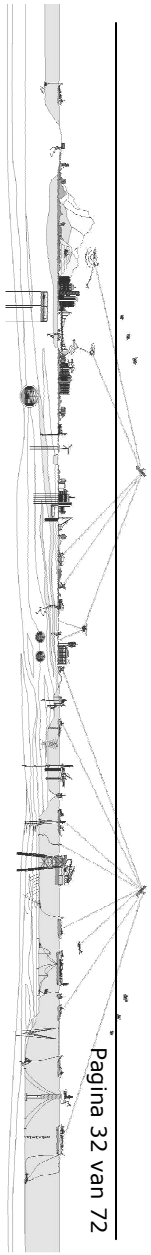
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.49	0.51	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.34	0.66	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.49	0.51	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.12	0.88	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.07	0.93	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.24	0.76	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.61	0.39	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.44	0.56	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.32	0.68	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.34	0.66	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.75	0.25	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.44	0.56	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.13	0.87	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.10	0.90	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

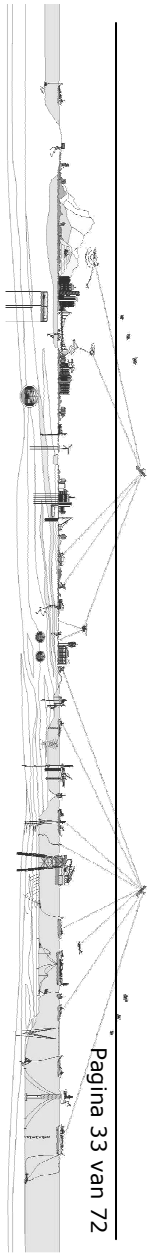


Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.39	0.61	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.28	0.72	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.39	0.61	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 1 Leidschendam	Veen	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.49	0.51	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.35	0.65	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.61	0.39	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.22	0.78	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.35	0.65	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.07	0.93	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.11	0.89	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

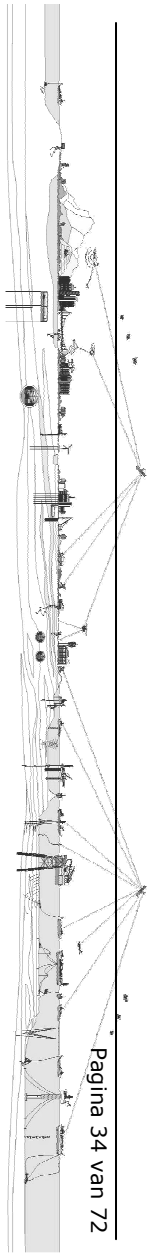


Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 2 Utrecht	Klei	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	0.36	0.64	0.00	0.00	0.00		Grond 2 Utrecht	Klei	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.15	0.85	0.00	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.49	0.51	0.00	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.15	0.85	0.00	0.00	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.28	0.72	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.19	0.81	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.16	0.84	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.07	0.93	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00



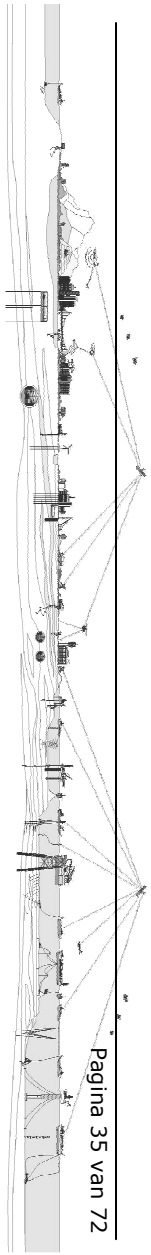
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Klei	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	0.26	0.74	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.64	0.36	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.41	0.59	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.47	0.53	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.23	0.77	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Klei	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	0.21	0.79	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.19	0.81	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.23	0.77	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

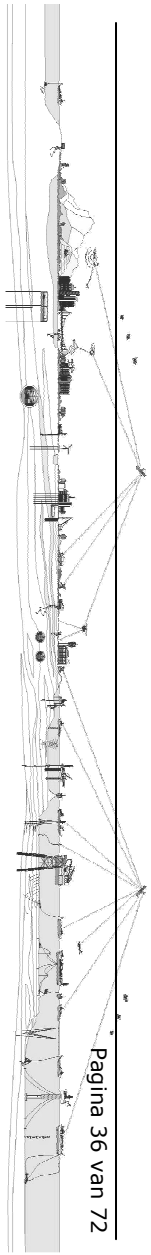


Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Klei	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.10	0.90	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Klei	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

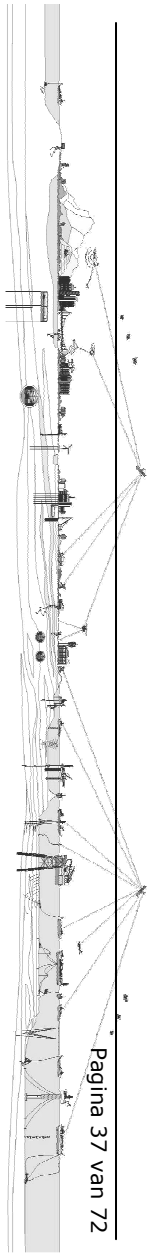


Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 2 Utrecht	Klei	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00		Grond 2 Utrecht	Veen	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20						> 12 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.12	0.88	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67						> 12 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.13	0.87	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.13	0.87	0.00					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00



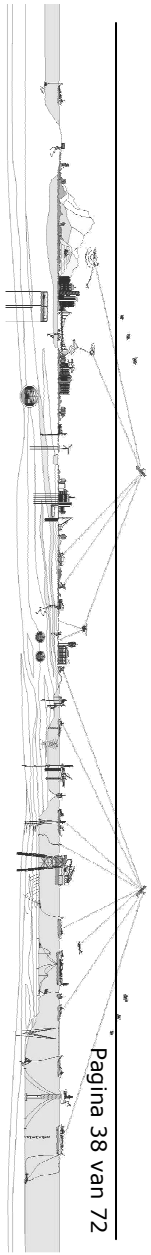
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Veen	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Veen	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



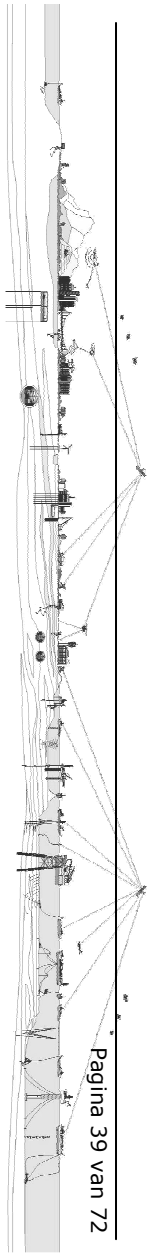
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Veen	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Veen	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

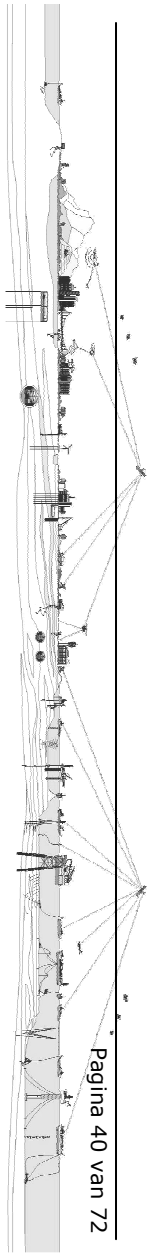


Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Veen	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 2 Utrecht	Veen	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

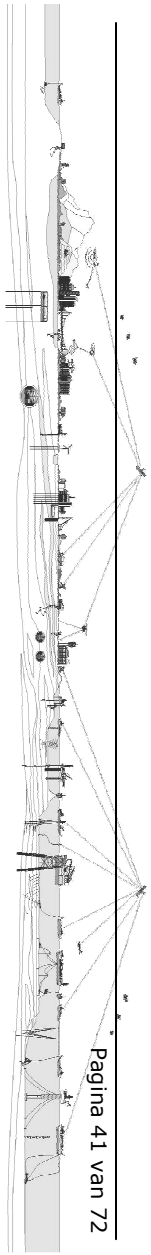


Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 3 Tiel	Klei	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00		Grond 3 Tiel	Klei	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.49	0.51	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.47	0.53	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.41	0.59	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.28	0.72	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.15	0.85	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.07	0.93	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00



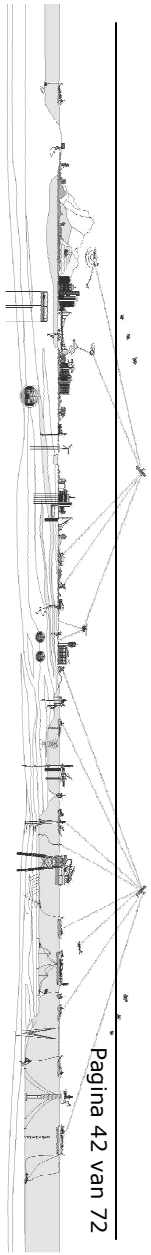
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Klei	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.44	0.56	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.23	0.77	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Klei	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



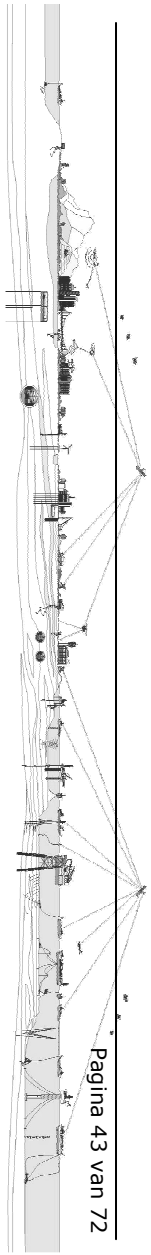
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Klei	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Klei	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.26	0.74	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.12	0.88	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.24	0.76	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



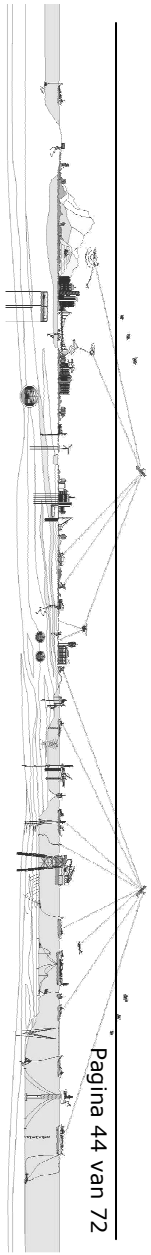
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Klei	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.16	0.84	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.47	0.53	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.22	0.78	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



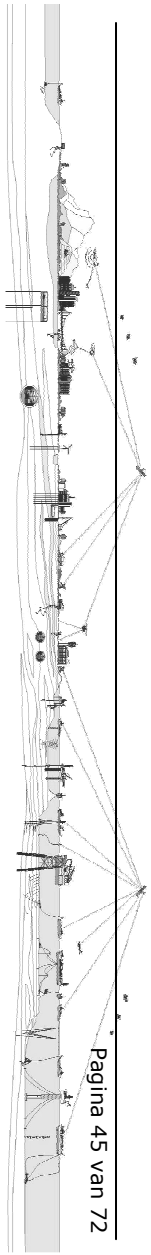
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



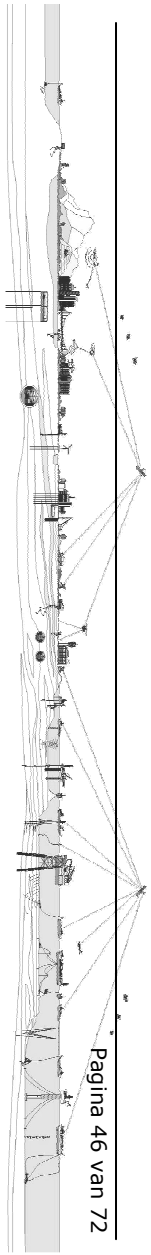
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



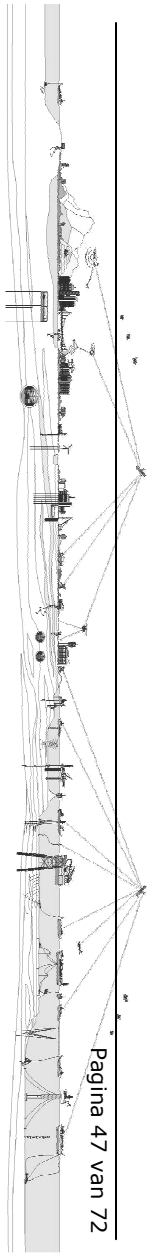
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 3 Tiel	Veen	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	



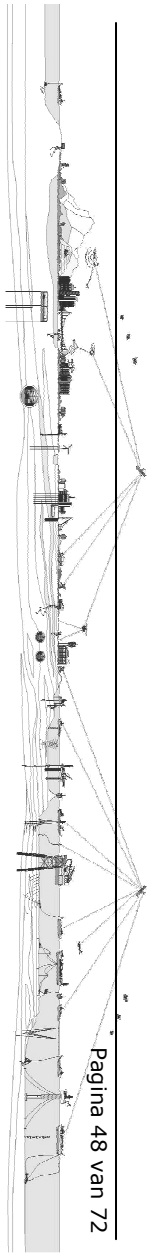
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 4 Ens	Klei	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.51	0.49	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.37	0.63	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.31	0.69	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.75	0.25	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.45	0.55	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.26	0.74	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.24	0.76	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.15	0.85	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.13	0.87	0.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.41	0.59	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.16	0.84	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 4 Ens	Klei	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.39	0.61	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.45	0.55	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.61	0.39	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	

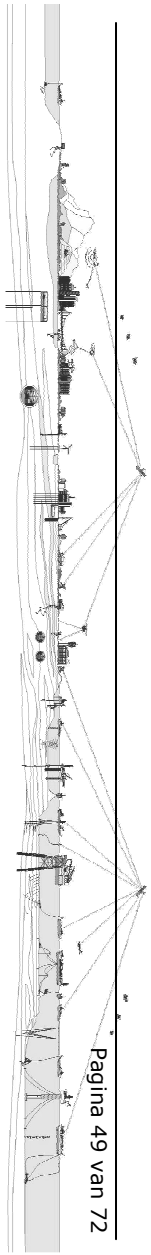


Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 4 Ens	Klei	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.41	0.59	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.74	0.26	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.41	0.59	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.47	0.53	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.41	0.59	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.11	0.89	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.28	0.72	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.17	0.83	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.23	0.77	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 4 Ens	Klei	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.58	0.42	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.37	0.63	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.44	0.56	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

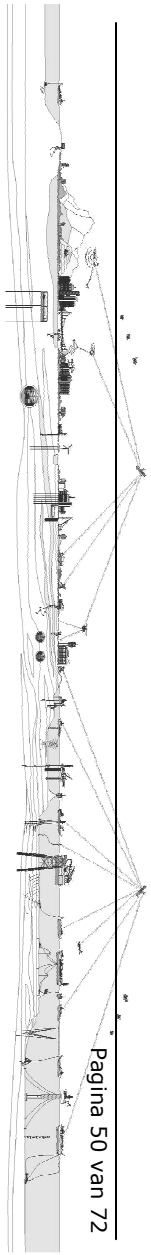


Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 4 Ens	Klei	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00		Grond 4 Ens	Klei	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.54	0.46	0.00	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.38	0.62	0.00	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.34	0.66	0.00	0.00	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00						> 12 mnd	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.31	0.69	0.00	0.00	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.26	0.74	0.00	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.38	0.62	0.00	0.00	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.34	0.66	0.00	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.16	0.84	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.61	0.39
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.34	0.66	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.15	0.85	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.28	0.72	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.19	0.81	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.11	0.89	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.19	0.81	0.00					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

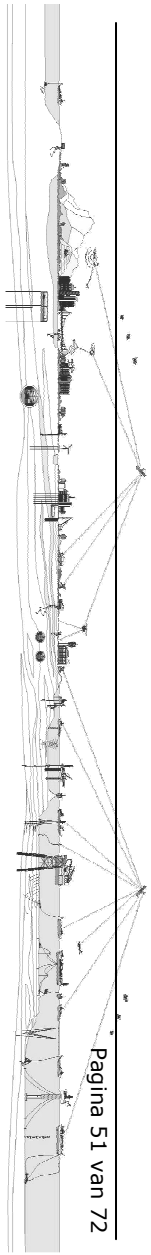


Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 4 Ens	Klei	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.31	0.69	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.31	0.69	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

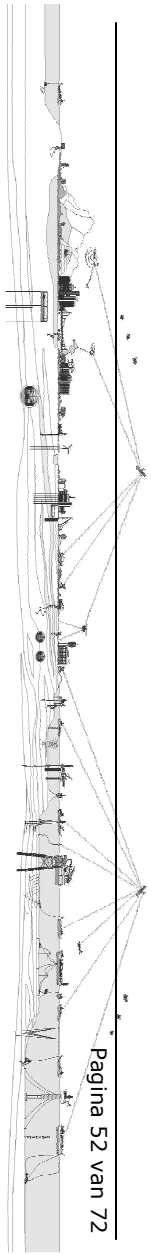
Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond					
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm	
Grond 4 Ens	Veen	< 1m	< 0,5	< 1 mnd	0.57	0.43	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.51	0.49	0.00	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00	
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00	
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.41	0.59	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.29	0.71	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.23	0.77	0.00	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.19	0.81	0.00	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.41	0.59	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58	
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71	
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78	
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	



Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 4 Ens	Veen	1-2 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00		Grond 4 Ens	Veen	2-3 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.77	0.23	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.23	0.77						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00



Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 4 Ens	Veen	3-4 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00		Grond 4 Ens	Veen	4-5 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.63	0.37	0.00	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.45	0.55						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.19	0.81						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.28	0.72					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00



Knoop 'Zetting van de grond'											Knoop 'Zetting van de grond'										
Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond						Grondtype	Grondsoort	Laagdikte	Verlaging	Bemalingsduur	Zetting van de grond				
					< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm							< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
Grond 4 Ens	Veen	5-6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00		Grond 4 Ens	Veen	>6 m	< 0,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.47	0.53	0.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36
			0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00					0,5 - 1,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97
			1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00					1,0 - 1,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.47	0.53	0.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.17	0.83
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58					1,5 -2,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00
			2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78					2,0 - 2,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92					2,5 - 3,0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					3,0 - 3,5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					3.5 - 4.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					4.0 - 4.5	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					4.5 - 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
			> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					> 5.0	< 1 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						1 mnd - 3mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						3 mnd - 6 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						6 mnd - 12mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00						> 12 mnd	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

5.2.3 Zettingsverschil

Het zettingsverschil tussen de zetting aan de voorkant van de belending en de achterkant van de belending is eenvoudig te berekenen. Hiervoor wordt de zetting aan de achterkant afgetrokken van de zetting aan de voorkant. Hierbij doet zich echter een probleem voor, namelijk de zetting aan de achterkant van de belending kan nooit groter zijn dan aan de voorkant van de belending (hoogstens gelijk). In het netwerk kan er voor de kans hierop echter niet 0 worden ingevuld. Om deze knoop toch in het model op te kunnen nemen, wordt in het geval dat deze situatie optreedt gesteld dat de zetting van de belending <10 mm is. De regels in de tabel waar het over gaat zijn in het rood aangegeven. Omdat de zetting aan de voor- en achterkant in klassen vallen is met behulp van een driehoeksverdeling vervolgens de kanstabel ingevuld.

Knoop 'Zettingsverschil'						
Zetting op afstand 2 (A)	Zetting op afstand 1 (V)	Zettingsverschil				
		< 10 mm	10 - 25 mm	25 - 45 mm	45 - 95 mm	> 95 mm
< 10 mm	< 10 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 25 mm	0.07	0.93	0.00	0.00	0.00
	25 - 45 mm	0.00	0.05	0.95	0.00	0.00
	45 - 95 mm	0.00	0.00	0.02	0.98	0.00
	> 95 mm	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99
10 - 25 mm	< 10 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 25 mm	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00
	25 - 45 mm	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00
	45 - 95 mm	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00
	> 95 mm	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90
25 - 45 mm	< 10 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 25 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25 - 45 mm	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
	45 - 95 mm	0.00	0.10	0.40	0.50	0.00
	> 95 mm	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76
45 - 95 mm	< 10 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 25 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25 - 45 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	45 - 95 mm	0.20	0.30	0.40	0.10	0.00
	> 95 mm	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57
> 95 mm	< 10 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 25 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25 - 45 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	45 - 95 mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 95 mm	0.10	0.14	0.19	0.47	0.10

5.2.4 Rotatiegraad

De rotatiegraad is eenvoudig te bepalen, door het zettingsverschil te delen door de afmeting van de belending. Met een driehoeksverdeling is onderstaande kanstabel ingevuld.

Knoop 'rotatiegraad'						
Zettingsverschil	Afmeting belending	Rotatiegraad				
		< 1:600	1:600 - 1:300	1:300 - 1:150	1:150 - 1:100	> 1:100
< 10 mm	< 3 m	0.14	0.17	0.35	0.34	0.00
	3-6 m	0.47	0.53	0.00	0.00	0.00
	6-12 m	0.98	0.02	0.00	0.00	0.00
	12-18 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	>18 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10 - 25 mm	< 3 m	0.00	0.00	0.15	0.15	0.70
	3-6 m	0.00	0.25	0.50	0.25	0.00
	6-12 m	0.25	0.50	0.25	0.00	0.00
	12-18 m	0.73	0.27	0.00	0.00	0.00
	>18 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25 - 45 mm	< 3 m	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95
	3-6 m	0.00	0.00	0.23	0.31	0.46
	6-12 m	0.00	0.23	0.62	0.15	0.00
	12-18 m	0.12	0.71	0.17	0.00	0.00
	>18 m	0.58	0.42	0.00	0.00	0.00
45 - 95 mm	< 3 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	3-6 m	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90
	6-12 m	0.00	0.00	0.24	0.28	0.48
	12-18 m	0.00	0.15	0.62	0.23	0.00
	>18 m	0.18	0.38	0.44	0.00	0.00
> 95 mm	< 3 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	3-6 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	6-12 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	12-18 m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	>18 m	0.00	0.16	0.36	0.36	0.12

5.2.5 Kwetsbaarheid belendingen

De indeling van belendingen in een klasse van kwetsbaarheid volgt uit de kwalitatieve analyse uit paragraaf 8.4.1. Waar het hier om gaat, is de gevoeligheid van een belending voor zetting van de grond. Des te gevoeliger een belending, des te groter de kwetsbaarheid. Hierbij is klasse A zeer kwetsbaar en klasse D zeer robuust. Wat hierbij het meest van belang is, is de funderingwijze van het gebouw. Waarbij een gebouw op staal de zetting nagenoeg volgt, zal een gebouw op palen minder gevoelig zijn voor zetting op maaiveldniveau. Echter een verhoogde negatieve kleefbelasting op de palen kan leiden tot een overbelasting van de palen, wat kan leiden tot zetting. Om deze reden is de leeftijd van het gebouw meegenomen. Vanaf ongeveer 1945 worden met name betonnen palen toegepast en wordt bij de berekening van de draagkracht rekening gehouden met negatieve kleefbelasting. Hiervoor werd er met de berekening van houten paalfunderingen geen rekening gehouden, omdat men het verschijnsel nog niet kende. Ook kan worden gesteld dat dankzij de bouwregelgeving een constructie veel sterker is dan voor 1945 (vanaf 1945 werd de bouwregelgeving algemeen doorgevoerd). Verder kan gesteld worden dat een groot gebouw, gevoeliger is voor zettingen dan een klein gebouw (gevoeliger voor zettingsverschil vanwege de grotere afmeting). De staat van de bebouwing en het soort bebouwing bepalen verder de kwetsbaarheid van de belending (zie paragraaf 8.4.1 voor verdere toelichting). Op basis van deze factoren is de kanstabel ingevuld (over de kansverdeling valt te discussiëren). De onderstaande kanstabel is uit de analyse voortgekomen.

Knoop 'Kwetsbaarheid belendingen'								
Fundering	Afmetingen belending	Leeftijd gebouw	Staat van bebouwing	Soort bebouwing	Kwetsbaarheid belendingen			
					A	B	C	D
palen	< 14 meter	< 1945	Slecht	Metselwerk	0.00	0.00	0.20	0.80
				Hout	0.00	0.00	0.10	0.90
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.05	0.95
		< 1945	Goed	Metselwerk	0.00	0.00	0.10	0.90
				Hout	0.00	0.00	0.00	1.00
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.00	1.00
		> 1945	Slecht	Metselwerk	0.00	0.00	0.00	1.00
				Hout	0.00	0.00	0.00	1.00
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.00	1.00
		> 1945	Goed	Metselwerk	0.00	0.00	0.00	1.00
				Hout	0.00	0.00	0.00	1.00
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.00	1.00
	> 14 meter	< 1945	Slecht	Metselwerk	0.15	0.15	0.45	0.25
				Hout	0.05	0.20	0.40	0.35
				Gewapend beton	0.00	0.10	0.40	0.50
		< 1945	Goed	Metselwerk	0.00	0.05	0.35	0.60
				Hout	0.00	0.00	0.30	0.70
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.25	0.75
		> 1945	Slecht	Metselwerk	0.00	0.00	0.30	0.70
				Hout	0.00	0.00	0.25	0.75
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.20	0.80
		> 1945	Goed	Metselwerk	0.00	0.00	0.15	0.85
				Hout	0.00	0.00	0.10	0.90
				Gewapend beton	0.00	0.00	0.05	0.95
staal	< 14 meter	< 1945	Slecht	Metselwerk	0.80	0.20	0.00	0.00
				Hout	0.75	0.25	0.00	0.00
				Gewapend beton	0.70	0.30	0.00	0.00
		< 1945	Goed	Metselwerk	0.80	0.20	0.00	0.00
				Hout	0.75	0.25	0.00	0.00
				Gewapend beton	0.70	0.30	0.00	0.00
		> 1945	Slecht	Metselwerk	0.70	0.30	0.00	0.00
				Hout	0.65	0.35	0.00	0.00
				Gewapend beton	0.60	0.40	0.00	0.00
		> 1945	Goed	Metselwerk	0.65	0.30	0.05	0.00
				Hout	0.60	0.30	0.10	0.00
				Gewapend beton	0.50	0.30	0.20	0.00
	> 14 meter	< 1945	Slecht	Metselwerk	1.00	0.00	0.00	0.00
				Hout	1.00	0.00	0.00	0.00
				Gewapend beton	1.00	0.00	0.00	0.00
		< 1945	Goed	Metselwerk	1.00	0.00	0.00	0.00
				Hout	1.00	0.00	0.00	0.00
				Gewapend beton	1.00	0.00	0.00	0.00
		> 1945	Slecht	Metselwerk	0.90	0.10	0.00	0.00
				Hout	0.85	0.15	0.00	0.00
				Gewapend beton	0.80	0.20	0.00	0.00
		> 1945	Goed	Metselwerk	0.75	0.20	0.05	0.00
				Hout	0.65	0.20	0.15	0.00
				Gewapend beton	0.55	0.25	0.20	0.00

5.2.6 Schade

Onderstaande kanstabel is overgenomen uit Brassinga et al. [2002]. Hier is schade ook bepaald met behulp van de rotatiegraad en de kwetsbaarheid van belendingen. Deze tabel is voortgekomen uit de schadeklassen van Boscardin [1989].

Knoop 'schade'						
Rotatiegraad	Kwetsbaarheid belendingen	Schade				
		Verwaarloosbaar	Licht	Matig	Ernstig	Zeer ernstig
< 1:600	Klasse A	0.90	0.09	0.01	0.00	0.00
	Klasse B	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Klasse C	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Klasse D	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:600 - 1:300	Klasse A	0.50	0.30	0.10	0.09	0.01
	Klasse B	0.75	0.10	0.10	0.05	0.00
	Klasse C	0.95	0.05	0.00	0.00	0.00
	Klasse D	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:300 - 1:150	Klasse A	0.00	0.20	0.30	0.30	0.20
	Klasse B	0.20	0.40	0.20	0.15	0.05
	Klasse C	0.60	0.20	0.10	0.09	0.01
	Klasse D	0.80	0.10	0.05	0.05	0.00
1:150 - 1:100	Klasse A	0.00	0.10	0.20	0.40	0.30
	Klasse B	0.00	0.15	0.25	0.35	0.25
	Klasse C	0.20	0.20	0.20	0.25	0.15
	Klasse D	0.60	0.20	0.10	0.09	0.01
> 1:100	Klasse A	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70
	Klasse B	0.00	0.05	0.15	0.40	0.40
	Klasse C	0.00	0.10	0.30	0.30	0.30
	Klasse D	0.00	0.30	0.40	0.20	0.10

Schadeklassen beschrijving volgens Boscardin	**Relatieve hoekverdraaiing ($x10^{-3}$)**
Klasse 0/1 verwaarloosbare tot zeer lichte schade	**0 - 1.67**
Scheuren maximaal 0,1 mm	(0 tot 1:600)
Klasse 2 - lichte schade	**1.67 - 3.33**
Scheuren maximaal 5 mm	(1:600 tot 1:300)
Lichte vervorming van kozijnen	
Klasse 3 - matige schade	**3.33 - 6.67**
Scheuren maximaal 15 mm	(1:300 tot 1:150)
Matige vervorming van kozijnen	
Lekkage	
Gescheurde dienstleidingen	
Klasse 4 - ernstige schade	**6.67 - 10**
Scheuren maximaal 25 mm	(1:150 tot 1:100)
Sterke vervorming van kozijnen	
Merkbaar hellende vloeren (>1:100)	
Scheefstand van muren (>1:100)	
Bolling van muren	
Enkele balken verliezen opleglengte	
Gebroken dienstleidingen	
Klasse 5 - zeer ernstige schade	**> 10**
Scheuren minimaal 25 mm	(1:100 en meer)
Balken verliezen opleglengte	
Muren moeten worden gestut	
Gebroken ramen	
Gevaar voor instabiliteit / instorting	

Tabel 5.3. Schadeklassenindeling volgens Boscardin [1989].

5.3 BN SCHADE DOOR TRILLINGEN

In deze bijlage worden de knopen referentiesnelheid heien, referentiesnelheid trillen, bronsterkte, trillingsintensiteit, grenswaarde, overschrijding toetsingscriterium, versnelling, zettingen maaiveld en tot slot zettingsverschil behandeld.

5.3.1 Referentiesnelheid heien & trillen

Onderstaande tabellen zijn ingevuld met behulp van de tabel 7.2 afkomstig uit de CUR 166 [1997], zie hoofdstuk 7. Voor enkele karakteristieke bodemprofielen is er een referentiesnelheid bepaald op basis van meetresultaten en literatuurgegevens. Omdat deze parameters zo goed mogelijk aan de waarnemingen in de praktijk zijn aangepast, betekent dit dat er ook enige spreiding ten opzichte van de berekende resultaten te verwachten is. Daarom heeft de referentiesnelheid een gemiddelde variatiecoëfficiënt en een kansverdelingsfunctie. Voor een voorbeeld van deze spreiding, zie figuur 7.2. Hierin is te zien dat de waarden ook minder dan 0 kunnen zijn. Aangezien dit in de praktijk niet mogelijk is, is het oppervlak onder de Gauss-kromme aan de linkerkant van de nulgrens (dus de waarden kleiner dan 0) verdeeld over de waarden aan de rechterkant van de nulgrens (waarden groter dan 0). Op deze manier valt het voorspelde percentage van de waarden groter dan 0 iets groter uit. Voor de bodemprofielen, waarbij een referentiesnelheid bekend is, is de kansverdeling bepaald. De profielen die niet bekend zijn hebben een uniforme kansverdeling gekregen.

Knoop 'referentiesnelheid heien'										
	Ref. snelheid heien									
Grond-profielen	0-0.01 mm/s	0.01-0.02 mm/s	0.02-0.03 mm/s	0.03-0.04 mm/s	0.04-0.05 mm/s	0.05-0.06 mm/s	0.06-0.07 mm/s	0.07-0.08 mm/s	0.08-0.09 mm/s	0.09-0.10 mm/s
Amsterdam hor	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Amsterdam ver	0.06	0.17	0.23	0.23	0.17	0.09	0.04	0.01	0.00	0.00
Eindhoven hor	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Eindhoven ver	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Groningen hor	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Groningen ver	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Den Haag hor	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Den Haag ver	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Maasvlakte hor	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Maasvlakte ver	0.04	0.10	0.15	0.18	0.18	0.15	0.10	0.06	0.03	0.01
Rotterdam hor	0.07	0.22	0.28	0.24	0.13	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
Rotterdam ver	0.15	0.42	0.32	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tiel hor	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Tiel ver	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Knoop 'referentiesnelheid trillen'				
	Ref. snelheid trillen			
Grond-profielen	0-2.5 mm/s	2.5-5.0 mm/s	5.0-7.5 mm/s	7.5-10.0 mm/s
Amsterdam hor	0.48	0.41	0.10	0.01
Amsterdam ver	0.89	0.11	0.00	0.00
Eindhoven hor	0.38	0.47	0.14	0.01
Eindhoven ver	0.48	0.43	0.09	0.00
Groningen hor	1.00	0.00	0.00	0.00
Groningen ver	0.39	0.40	0.17	0.04
Den Haag hor	0.38	0.47	0.14	0.01
Den Haag ver	0.48	0.43	0.09	0.00
Maasvlakte hor	0.25	0.25	0.25	0.25
Maasvlakte ver	0.25	0.25	0.25	0.25
Rotterdam hor	0.48	0.41	0.10	0.01
Rotterdam ver	0.89	0.11	0.00	0.00
Tiel hor	0.48	0.41	0.10	0.01
Tiel ver	0.89	0.11	0.00	0.00

5.3.2 Bronsterkte

Om de verwachtingswaarde van de bronsterkte te bepalen, moet de referentiesnelheid worden verrekend met de slagkracht van het trilblok of in geval van heien met het energieniveau van het heiblok. Dit is gedaan met de vergelijkingen 7.2 en 7.3. Door in het model te kiezen voor heien óf trillen, kan de bronsterkte worden bepaald. De kanstabel is zo samengesteld, dat als de keuze heien wordt geselecteerd het niet uit maakt wat de referentiesnelheid van trillen en de slagkracht van het trilblok is en vice versa. Met een driehoeksverdeling is onderstaande kanstabel ingevuld.

Knoop 'bronsterkte'											
					Bronsterkte						
Uitvoerings-methode	Snelheid heien	Snelheid trillen	Slagkracht trilblok	Energieniveau heiblok	0-2.5 mm/s	2.5-5.0 mm/s	5.0-7.5 mm/s	7.5-10 mm/s	10-12.5 mm/s	12.5-15.0 mm/s	>15.0 mm/s
heien	0.0 - 0.01	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.88	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.44	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.48	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.01 - 0.02	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.73	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.34	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.10	0.79	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.44	0.47	0.09	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.17	0.43	0.40	0.00	0.00	0.00
	0.02 - 0.03	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.17	0.68	0.15	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.32	0.38	0.30	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.30	0.37	0.33	0.00
	0.03 - 0.04	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.66	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.09	0.60	0.31	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.22	0.60	0.18	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.25	0.31	0.31	0.12
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.33	0.60
	0.04 - 0.05	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.34	0.60	0.06	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.27	0.53	0.20	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.26	0.54	0.20	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.27	0.54
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	0.05 - 0.06	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.11	0.52	0.37	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.42	0.46	0.12	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.49	0.21
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	0.06 - 0.07	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.39	0.46	0.15	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.12	0.41	0.41	0.06
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	0.07 - 0.08	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.20	0.41	0.39	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.37	0.38
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	0.08 - 0.09	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.05	0.37	0.37	0.21	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.34	0.64
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	0.09 - 0.10	0-2.5 / 2.5-5.0 / 5.0-7.5 / 7.5 -10	100-350 kN / 350-700 kN / 700-1100 kN / 1100-2000 kN / > 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	0.26	0.34	0.34	0.06
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Knoop 'bronsterkte'											
					Bronsterkte						
Uitvoerings-methode	Snelheid heien	Snelheid trillen	Slagkracht trilblok	Energieniveau heiblok	0-2.5 mm/s	2.5-5.0 mm/s	5.0-7.5 mm/s	7.5-10 mm/s	10-12.5 mm/s	12.5-15.0 mm/s	>15.0 mm/s
trillen	0.0-0.01 / 0.01-0.02 / 0.02-0.03 / 0.03-0.04 / 0.04-0.05 / 0.05-0.06 / 0.06-0.07/ 0.07-0.08/ 0.08-0.09/ 0.09-0.10	0-2.5	100-350 kN	10 - 30 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			350-700 kN	10 - 30 kNm	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.74	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			700-1100 kN	10 - 30 kNm	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.46	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			1100-2000 kN	10 - 30 kNm	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.13	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			> 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.30	0.62	0.08	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.30	0.62	0.08	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.30	0.62	0.08	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.30	0.62	0.08	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.30	0.62	0.08	0.00	0.00	0.00
		2.5-5.0	100-350 kN	10 - 30 kNm	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			350-700 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			700-1100 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			1100-2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00	0.00
			> 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00	0.00

Knoop 'bronsterkte'											
					Bronsterkte						
Uitvoerings-methode	Snelheid heien	Snelheid trillen	Slagkracht trilblok	Energieniveau heiblok	0-2.5 mm/s	2.5-5.0 mm/s	5.0-7.5 mm/s	7.5-10 mm/s	10-12.5 mm/s	12.5-15.0 mm/s	>15.0 mm/s
trillen	0.0-0.01 / 0.01-0.02 / 0.02-0.03 / 0.03-0.04 / 0.04-0.05 / 0.05-0.06 / 0.06-0.07/ 0.07-0.08/ 0.08-0.09/ 0.09-0.10	5.0-7.5	100-350 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			350-700 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00
			700-1100 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00
			1100-2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00	0.00
			> 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07	0.00
		7.5-10	100-350 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
			350-700 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00
			700-1100 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00
			1100-2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.23	0.58	0.19	0.00
			> 2000 kN	10 - 30 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07
				30 - 60 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07
				60 - 90 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07
				90 - 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07
				> 200 kNm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.55	0.07

5.3.3 Trillingsintensiteit

De trillingsintensiteit is nu eenvoudig te bepalen door de bronsterkte te verrekenen met de afstand tot de trillingsbron (geometrische demping). De materiaaldemping door de grond is niet meegenomen, omdat deze maar bij enkele bodemprofielen bekend is en in verhouding weinig bijdraagt aan de reductie van de trillingsintensiteit. Met een driehoeksverdeling is onderstaande kanstabel ingevuld.

Knoop 'trillingsintensiteit'										
		Trillingsintensiteit								
Bronsterkte	Afstand tot bouwput	0 - 2.5 mm/s	2.5 - 5.0 mm/s	5.0 - 7.5 mm/s	7.5 - 10 mm/s	10 - 12.5 mm/s	12.5 - 15.0 mm/s	15 - 20 mm/s	20 - 30 mm/s	30 - 40 mm/s
0 - 2.5	< 2 m	0.39	0.50	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 5 m	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5 - 5.0	< 2 m	0.00	0.27	0.30	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 5 m	0.20	0.66	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.56	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.0 - 7.5	< 2 m	0.00	0.00	0.17	0.23	0.23	0.23	0.15	0.00	0.00
	2 - 5 m	0.00	0.31	0.52	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.01	0.90	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.28	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.5 - 10	< 2 m	0.00	0.00	0.00	0.12	0.18	0.18	0.36	0.16	0.00
	2 - 5 m	0.00	0.00	0.39	0.43	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10 - 12.5	< 2 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.15	0.30	0.46	0.00
	2 - 5 m	0.00	0.00	0.07	0.37	0.37	0.19	0.00	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.00	0.01	0.66	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.00	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	0.21	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	0.77	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.5 - 15.0	< 2 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.26	0.52	0.16
	2 - 5 m	0.00	0.00	0.00	0.16	0.32	0.32	0.20	0.00	0.00
	5 - 10 m	0.00	0.00	0.30	0.58	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 - 15 m	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> 15.0	< 2 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.20	0.73
	2 - 5 m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.11	0.11	0.11	0.58
	5 - 10 m	0.00	0.00	0.01	0.18	0.18	0.18	0.37	0.07	0.00
	10 - 15 m	0.00	0.00	0.16	0.28	0.28	0.27	0.00	0.00	0.00
	15 - 30 m	0.00	0.09	0.32	0.32	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 50 m	0.00	0.32	0.48	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 50 m	0.03	0.58	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.3.4 Grenswaarde

De onderstaande kanstabel is ingevuld met behulp van figuur 7.1 uit de SBR richtlijn A Schade aan gebouwen [2002], zie hoofdstuk 7. Uit deze tabel volgt de karakteristieke grenswaarde die vervolgens nog gedeeld moet worden door de veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt (1.5 ingeval van heien en 2.5 bij trillen). Bij de grenswaarde voor een trillingsgevoelige fundering mag een veiligheidsfactor 1.0 worden aangehouden. Met een driehoeksverdeling is onderstaande kanstabel ingevuld.

Knoop 'grenswaarde'													
			Grenswaarde Vr										
Frequentie	Gebouw categorie	Uitvoerings-methode	0 - 2.5 mm/s	2.5 - 5.0 mm/s	5.0 - 7.5 mm/s	7.5 - 10 mm/s	10 - 12.5 mm/s	12.5 - 15.0 mm/s	15.0 - 17.5 mm/s	17.5 - 20.0 mm/s	20.0 - 22.5 mm/s	22.5 - 25.0 mm/s	25 - 30 mm/s
10 - 15	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.47	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.47	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
15 - 20	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20 - 25	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25 - 30	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 - 35	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
		trillen	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35 - 40	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40 - 45	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45 - 50	1	heien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
		trillen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	heien	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	heien	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	fund	heien	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		trillen	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.3.5 Overschrijding toetsingscriterium

Deze kanstabel behoeft weinig uitleg. Wanneer de trillingsintensiteit de grenswaarde overschrijdt is er sprake van een overschrijding van het toetsingscriterium. Als de twee waarden gelijk aan elkaar zijn, is er evenveel kans op onderschrijding als overschrijding.

Knoop 'overschrijding toetsingscriterium'			
Trillingsintensiteit	Grenswaarde	Overschrijding toetsingscriterium	
		ja	nee
0 - 2.5	0 - 2.5	0.50	0.50
	2.5 - 5.0	0.00	1.00
	5.0 - 7.5	0.00	1.00
	7.5 - 10	0.00	1.00
	10 - 12.5	0.00	1.00
	12.5 - 15.0	0.00	1.00
	15.0 - 17.5	0.00	1.00
	17.5 - 20.0	0.00	1.00
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00
2.5 - 5.0	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	0.50	0.50
	5.0 - 7.5	0.00	1.00
	7.5 - 10	0.00	1.00
	10 - 12.5	0.00	1.00
	12.5 - 15.0	0.00	1.00
	15.0 - 17.5	0.00	1.00
	17.5 - 20.0	0.00	1.00
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00
5.0 - 7.5	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	0.50	0.50
	7.5 - 10	0.00	1.00
	10 - 12.5	0.00	1.00
	12.5 - 15.0	0.00	1.00
	15.0 - 17.5	0.00	1.00
	17.5 - 20.0	0.00	1.00
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00
7.5 - 10	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	1.00	0.00
	7.5 - 10	0.50	0.50
	10 - 12.5	0.00	1.00
	12.5 - 15.0	0.00	1.00
	15.0 - 17.5	0.00	1.00
	17.5 - 20.0	0.00	1.00
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00

Knoop 'overschrijding toetsingscriterium'			
Trillingsintensiteit	Grenswaarde	Overschrijding toetsingscriterium	
		ja	nee
10 - 12.5	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	1.00	0.00
	7.5 - 10	1.00	0.00
	10 - 12.5	0.50	0.50
	12.5 - 15.0	0.00	1.00
	15.0 - 17.5	0.00	1.00
	17.5 - 20.0	0.00	1.00
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00
12.5 - 15.0	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	1.00	0.00
	7.5 - 10	1.00	0.00
	10 - 12.5	1.00	0.00
	12.5 - 15.0	0.50	0.50
	15.0 - 17.5	0.00	1.00
	17.5 - 20.0	0.00	1.00
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00
15 - 20	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	1.00	0.00
	7.5 - 10	1.00	0.00
	10 - 12.5	1.00	0.00
	12.5 - 15.0	1.00	0.00
	15.0 - 17.5	0.75	0.25
	17.5 - 20.0	0.75	0.25
	20.0 - 22.5	0.00	1.00
	22.5 - 25.0	0.00	1.00
	25 - 30	0.00	1.00
20 - 30	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	1.00	0.00
	7.5 - 10	1.00	0.00
	10 - 12.5	1.00	0.00
	12.5 - 15.0	1.00	0.00
	15.0 - 17.5	1.00	0.00
	17.5 - 20.0	1.00	0.00
	20.0 - 22.5	0.88	0.12
	22.5 - 25.0	0.88	0.12
	25 - 30	0.75	0.25
30 - 40	0 - 2.5	1.00	0.00
	2.5 - 5.0	1.00	0.00
	5.0 - 7.5	1.00	0.00
	7.5 - 10	1.00	0.00
	10 - 12.5	1.00	0.00
	12.5 - 15.0	1.00	0.00
	15.0 - 17.5	1.00	0.00
	17.5 - 20.0	1.00	0.00
	20.0 - 22.5	1.00	0.00
	22.5 - 25.0	1.00	0.00
	25 - 30	1.00	0.00

5.3.6 Versnelling

Met behulp van vergelijking 7.14 wordt de trillingsversnelling genormeerd met de zwaartekrachtversnelling *g* bepaald. Met een driehoeksverdeling is onderstaande kanstabel ingevuld.

Knoop 'versnelling'						
Trillings-intensiteit	Frequentie	Versnelling				
		< 0.115 g	0.115 - 0.13 g	0.13 - 0.15 g	0.15 - 0.165 g	> 0.165 g
0 - 2.5	10 - 15 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 20 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20 - 25 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25 - 30 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 35 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35 - 40 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	40 - 45 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	45 - 50 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5 - 5.0	10 - 15 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 20 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20 - 25 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25 - 30 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30 - 35 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35 - 40 Hz	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00
	40 - 45 Hz	0.64	0.19	0.18	0.00	0.00
	45 - 50 Hz	0.49	0.17	0.23	0.11	0.00
5.0 - 7.5	10 - 15 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 20 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20 - 25 Hz	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00
	25 - 30 Hz	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00
	30 - 35 Hz	0.26	0.21	0.28	0.21	0.04
	35 - 40 Hz	0.04	0.19	0.25	0.19	0.34
	40 - 45 Hz	0.00	0.02	0.23	0.17	0.58
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.06	0.16	0.78
7.5 - 10.0	10 - 15 Hz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15 - 20 Hz	0.77	0.23	0.00	0.00	0.00
	20 - 25 Hz	0.30	0.23	0.31	0.16	0.00
	25 - 30 Hz	0.00	0.14	0.28	0.21	0.38
	30 - 35 Hz	0.00	0.00	0.07	0.19	0.74
	35 - 40 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	40 - 45 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
10.0 - 12.5	10 - 15 Hz	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00
	15 - 20 Hz	0.30	0.23	0.31	0.16	0.00
	20 - 25 Hz	0.00	0.03	0.28	0.21	0.49
	25 - 30 Hz	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94
	30 - 35 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	35 - 40 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	40 - 45 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Knoop 'versnelling'						
Trillings-intensiteit	Frequentie	Versnelling				
		< 0.115 g	0.115 - 0.13 g	0.13 - 0.15 g	0.15 - 0.165 g	> 0.165 g
12.5 - 15.0	10 - 15 Hz	0.55	0.23	0.22	0.00	0.00
	15 - 20 Hz	0.00	0.14	0.28	0.21	0.38
	20 - 25 Hz	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94
	25 - 30 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	30 - 35 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	35 - 40 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	40 - 45 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
15.0 - 20.0	10 - 15 Hz	0.20	0.16	0.21	0.16	0.28
	15 - 20 Hz	0.00	0.00	0.05	0.12	0.83
	20 - 25 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	25 - 30 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	30 - 35 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	35 - 40 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	40 - 45 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
20.0 - 30.0	10 - 15 Hz	0.00	0.01	0.12	0.09	0.77
	15 - 20 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	20 - 25 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	25 - 30 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	30 - 35 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	35 - 40 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	40 - 45 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
30.0 - 40.0	10 - 15 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	15 - 20 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	20 - 25 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	25 - 30 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	30 - 35 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	35 - 40 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	40 - 45 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	45 - 50 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

5.3.7 Zettingen maaiveld

Voor het bepalen van de zetting van de grond is er gebruik gemaakt van de formule van Hergarden en van Tol [2001], zie paragraaf 7.3.1. Om de zetting te kunnen berekenen, zijn er de volgende gegevens benodigd:

- de trillingsversnelling;
- de dikte van de zandlaag waarvan de zetting wordt berekend;
- de relatieve dichtheid van de zandlaag;
- een minimaal en maximaal poriëngetal (hier e_{min} = 0.49 en e_{max} = 0.82 aangehouden);
- 'coefficient of vibratory compaction' α_{Barkan} (hier α_{Barkan} = 4 aangehouden).

Resultaat van de berekeningen zijn terug te vinden in de kanstabellen op de volgende bladzijden, die zijn opgesteld met behulp van een driehoeksverdeling.

Knoop 'zettingen maaiveld'							
Versnelling	Dikte zandlagen	Relatieve dichtheid	Zettingen maaiveld				
			< 10 mm	10-25 mm	25-45 mm	45-95 mm	>95 mm
< 0.115 g	< 2 m	< 42.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 4 m	< 42.5 %	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 - 6 m	< 42.5 %	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6 - 8 m	< 42.5 %	0.24	0.72	0.04	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 8 m	< 42.5 %	0.15	0.66	0.19	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.115 - 0.13 g	< 2 m	< 42.5 %	0.43	0.57	0.00	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 4 m	< 42.5 %	0.11	0.54	0.35	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 - 6 m	< 42.5 %	0.05	0.30	0.47	0.18	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6 - 8 m	< 42.5 %	0.03	0.17	0.35	0.45	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 8 m	< 42.5 %	0.02	0.09	0.24	0.62	0.03
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13 - 0.15 g	< 2 m	< 42.5 %	0.13	0.61	0.26	0.00	0.00
		42.5 - 47.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 4 m	< 42.5 %	0.03	0.20	0.40	0.37	0.00
		42.5 - 47.5 %	0.47	0.53	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 - 6 m	< 42.5 %	0.01	0.08	0.20	0.63	0.08
		42.5 - 47.5 %	0.21	0.72	0.07	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6 - 8 m	< 42.5 %	0.01	0.04	0.11	0.53	0.31
		42.5 - 47.5 %	0.12	0.57	0.31	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 8 m	< 42.5 %	0.01	0.03	0.07	0.36	0.53
		42.5 - 47.5 %	0.08	0.47	0.42	0.03	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Knoop 'zettingen maaiveld'							
Versnelling	Dikte zandlagen	Relatieve dichtheid	Zettingen maaiveld				
			< 10 mm	10-25 mm	25-45 mm	45-95 mm	>95 mm
0.15 - 0.165 g	< 2 m	< 42.5 %	0.08	0.47	0.42	0.03	0.00
		42.5 - 47.5 %	0.38	0.62	0.00	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 4 m	< 42.5 %	0.00	0.05	0.23	0.70	0.02
		42.5 - 47.5 %	0.10	0.49	0.41	0.00	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 - 6 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.06	0.54	0.40
		42.5 - 47.5 %	0.04	0.27	0.45	0.24	0.00
		47.5 - 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6 - 8 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.01	0.25	0.74
		42.5 - 47.5 %	0.02	0.13	0.34	0.51	0.00
		47.5 - 52.5 %	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 8 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88
		42.5 - 47.5 %	0.02	0.08	0.21	0.63	0.06
		47.5 - 52.5 %	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> 0.165 g	< 2 m	< 42.5 %	0.03	0.21	0.41	0.35	0.00
		42.5 - 47.5 %	0.08	0.43	0.47	0.02	0.00
		47.5 - 52.5 %	0.22	0.72	0.06	0.00	0.00
		> 52.5 %	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 - 4 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.06	0.52	0.42
		42.5 - 47.5 %	0.01	0.09	0.28	0.62	0.00
		47.5 - 52.5 %	0.06	0.35	0.46	0.13	0.00
		> 52.5 %	0.47	0.53	0.00	0.00	0.00
	4 - 6 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86
		42.5 - 47.5 %	0.00	0.03	0.11	0.58	0.28
		47.5 - 52.5 %	0.02	0.13	0.35	0.50	0.00
		> 52.5 %	0.21	0.72	0.07	0.00	0.00
	6 - 8 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98
		42.5 - 47.5 %	0.00	0.01	0.06	0.34	0.59
		47.5 - 52.5 %	0.01	0.07	0.19	0.64	0.09
		> 52.5 %	0.12	0.57	0.31	0.00	0.00
	> 8 m	< 42.5 %	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
		42.5 - 47.5 %	0.00	0.01	0.03	0.21	0.75
		47.5 - 52.5 %	0.01	0.05	0.12	0.55	0.27
		> 52.5 %	0.08	0.47	0.42	0.03	0.00

5.3.8 Zettingsverschil

Het zettingsverschil is uit te rekenen door de zetting te delen door de kleinste afmeting van de belending. Dit is afwijkend van de berekening van het zettingsverschil bij het BN 'Schade door bemaling'. De reden hiervoor is dat het hier niet gewenst was om de zetting te bepalen aan de voor- en achterkant van de belending. Dit heeft voornamelijk te maken met dat de trillingsintensiteit normaliter enkel wordt bepaald aan de voorkant van de belending. En deze is gekoppeld aan de trillingsversnelling die de verdichting als gevolg van trillingen bepaald. Ook kan gesteld worden dat de zettingen sterk afnemen met de afstand tot de trillingsbron. Met een driehoeksverdeling is onderstaande kanstabel ingevuld.

Knoop 'zettingsverschil'						
Zetting	Kleinste afmeting belending	Zettingsverschil				
		< 1:600	1:600 - 1:300	1:300 - 1:150	1:150 - 1:100	> 1:100
< 10 mm	< 7 meter	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00
	7 - 14 meter	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	> 14 meter	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10-25 mm	< 7 meter	0.01	0.56	0.44	0.00	0.00
	7 - 14 meter	0.22	0.76	0.01	0.00	0.00
	> 14 meter	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00
25-45 mm	< 7 meter	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00
	7 - 14 meter	0.00	0.22	0.78	0.00	0.00
	> 14 meter	0.18	0.82	0.00	0.00	0.00
45-95 mm	< 7 meter	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84
	7 - 14 meter	0.00	0.00	0.22	0.54	0.24
	> 14 meter	0.00	0.19	0.81	0.00	0.00
> 95 mm	< 7 meter	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	7 - 14 meter	0.00	0.00	0.00	0.22	0.78
	> 14 meter	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00

5.3.9 Kwetsbaarheid belendingen

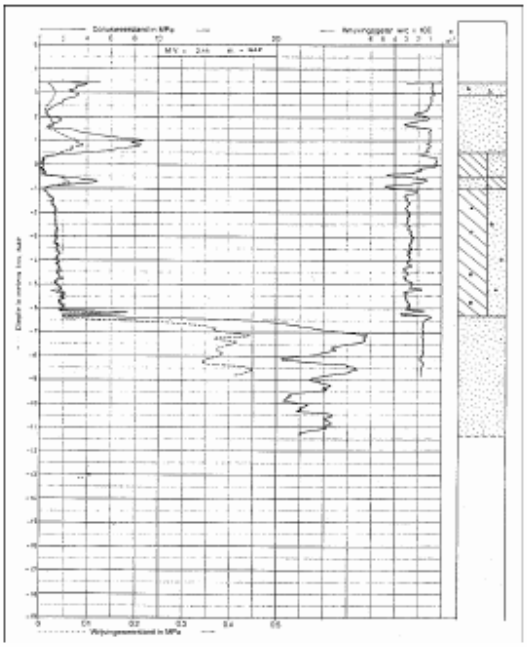
De kanstabel kwetsbaarheid belendingen is gelijk aan die gebruikt in het BN 'Schade door bemaling', zie bijlage 5.2. Hierbij wordt namelijk ook gekeken naar de gevoeligheid van de belending voor zakking van het maaiveld.

5.3.10 Schade

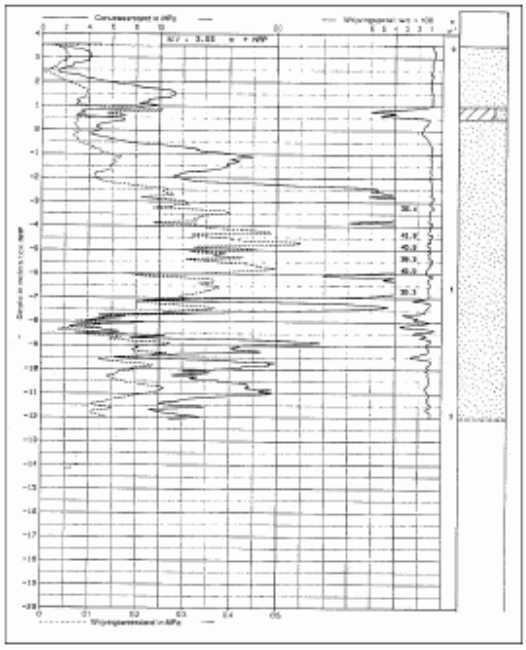
De kanstabel schade is gelijk aan die gebruikt in het BN 'Schade door bemaling', zie bijlage 5.2.

BIJLAGE 6 KARAKTERISTIEKE PROFIELEN T.B.V. BEPALING BRONSTERKTE

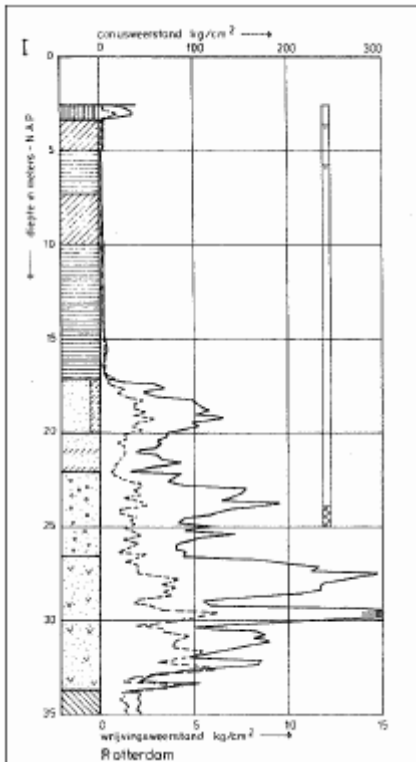
Deze sonderingen vormen de basis voor de invoer van het Bayesiaans Netwerk 'Schade door trillingen'.



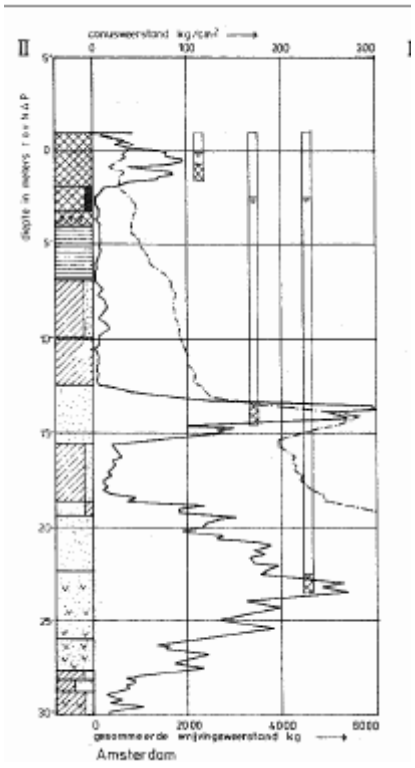
Figuur 6.1. Sondering Groningen [CUR 166,2005].



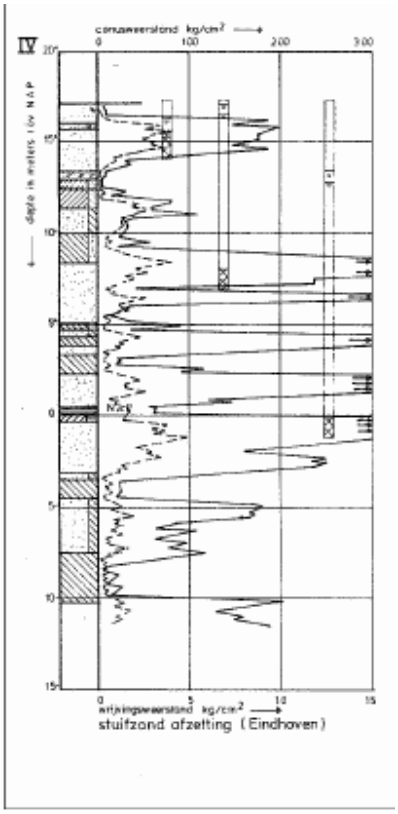
Figuur 6.2. Sondering Den Haag [CUR 166,2005].



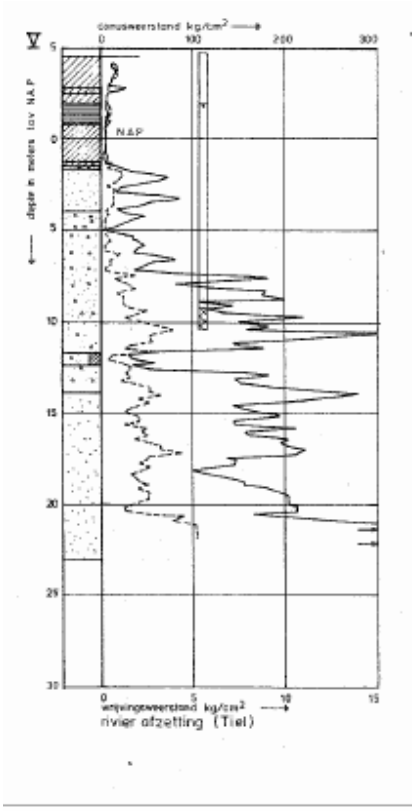
Figuur 6.3. Sondering Rotterdam [Heijnen et al.,1977].



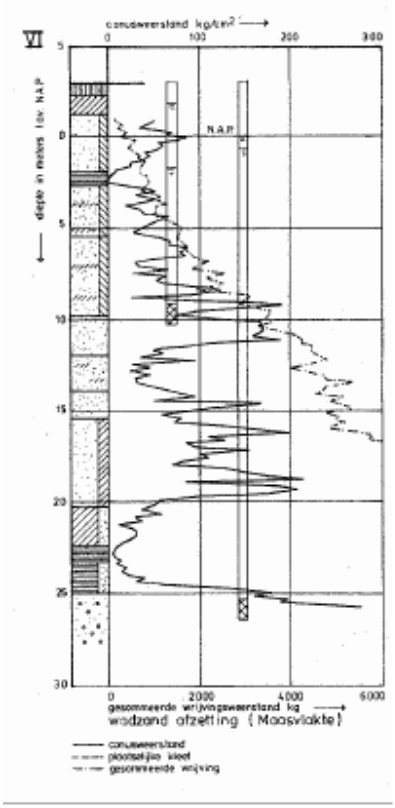
Figuur 6.4. Sondering Amsterdam [Heijnen et al.,1977].



Figuur 6.5. Sondering Eindhoven [Heijnen et al.,1977].



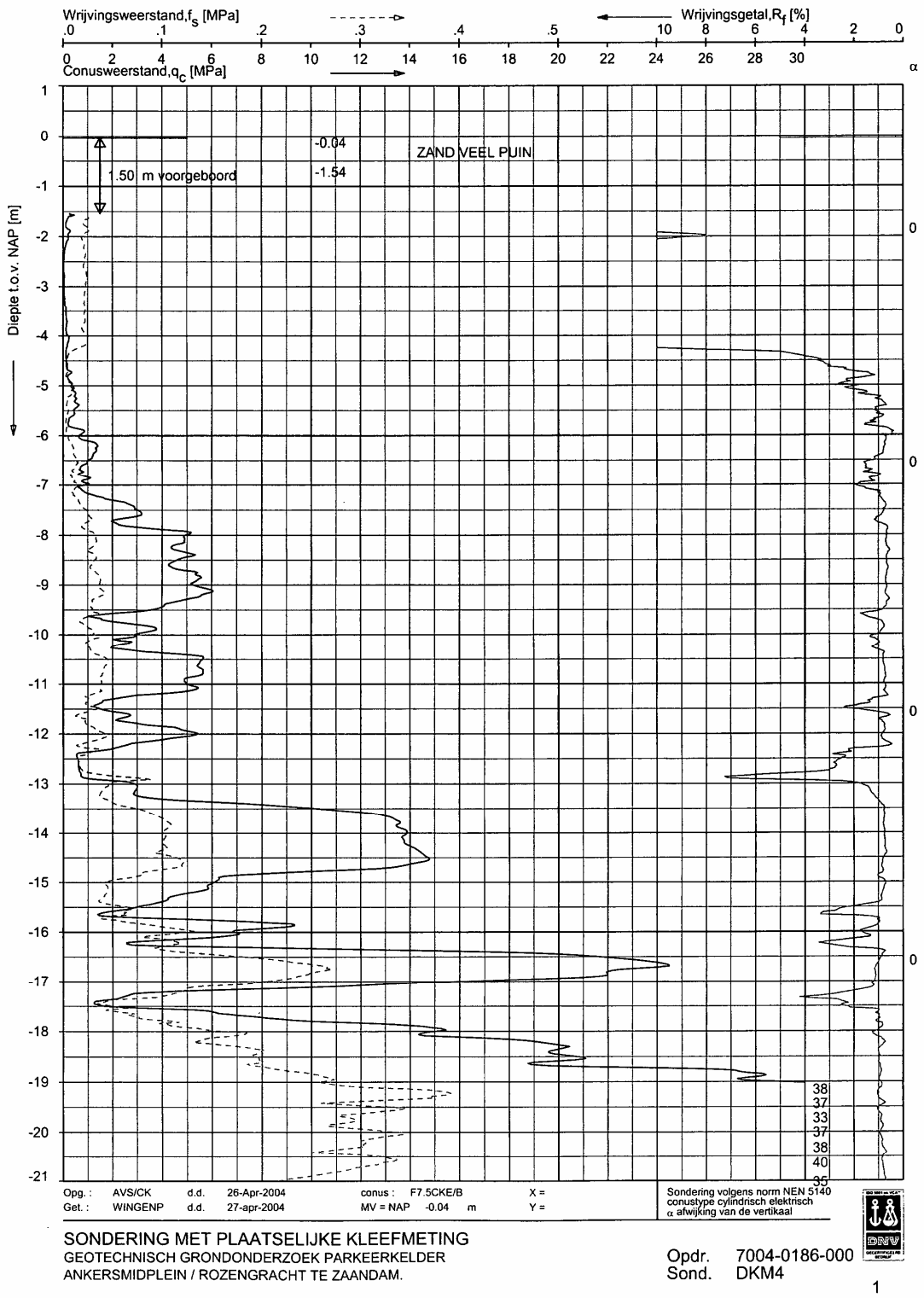
Figuur 6.6. Sondering Tiel [Heijnen et al.,1977].



Figuur 6.7. Sondering Maasvlakte [Heijnen et al.,1977].

BIJLAGE 7 MAATGEVENDE SONDERING CASE ZAANDAM

In de onderstaande figuur is de maatgevende sondering te zien, die gebruikt is om de bodemopbouw voor de testcase Zaandam vast te stellen.



Figuur 7.1. Sondering DKM4, Zaandam [Fugro, 2005].