



Bronbemaling in stappen

Onderbouwend rapport voor de voorbereiding van tijdelijke bemalingen

Bjorn Mars in opdracht van Henk van Tongeren bronbemaling Apeldoorn

Colofon

Titel:	Bronbemaling in stappen
Subtitel:	Onderbouwend rapport voor de voorbereiding van tijdelijke bemalingen
Versie:	Definitief
Datum:	4 juni 2015
Auteur:	Bjorn Mars
Emailadres:	bjorn.mars@hotmail.com
Contact:	Henk van Tongeren bronbemaling B.V. Zwaansprengweg 9 7332 BE Apeldoorn

Voorwoord

Het voor u liggende rapport is het resultaat van mijn onderzoek naar het maken van een stappenplan voor tijdelijke bronbemalingen. Het rapport is onderdeel van het afstuderen voor de studierichting Hydrologie van de opleiding Land- en Watermanagement aan de hogeschool VHL te Velp. Mijn interesse voor het onderwerp is gewekt door de geohydrologische vakken die ik heb gevolgd tijdens mijn studietijd en de twee stages die ik heb gelopen, respectievelijk bij Wareco Deventer (adviseurs op het gebied van (grond)water) en Henk van Tongeren Bronbemaling B.V. Apeldoorn. Het laatst genoemde het bedrijf is het bedrijf waar het onderzoek voor is uitgevoerd.

Door middel van het uitvoeren van dit onderzoek heb ik veel ervaring op gedaan. Niet alleen ervaring voor het uitvoeren van een onderzoek maar ook (en vooral) op het gebied van hoe de markt van de grond- weg en waterbouw werkt. Welke spelers er in voor komen en wie, wat doet. Gedurende het onderzoek heb ik meerdere malen gemerkt hoe divers het vak van bronbemaling is en hoe de vele haken en ogen die deze diversiteit met zich mee brengt tot frustratie kunnen leiden.

Graag wil ik in dit voorwoord het bedrijf Henk van Tongeren bedanken door het mogelijk maken van de opdracht en het vrij maken van tijd van de werknemers om mij te assisteren bij mijn onderzoek. Immers zonder informatie die ik van de werknemers heb gekregen had ik het niet kunnen doen. Naast alle werknemers van het bedrijf wil ik graag twee personen noemen waar ik extra veel aan te danken heb. Guido van Tongeren, mijn begeleider binnen het bedrijf en Piet Bouwmeester Calculator/werkvoorbereider.

Tevens wil ik Ad Bot, mijn begeleider binnen VHL, bedanken voor het begeleiden tijdens de afstudeeropdracht. Hij heeft mij van goede tips en inzichten voorzien wanneer ik dreigde af te dwalen van mijn uiteindelijke doel.

Tot slot wil ik ook buiten het bedrijf een aantal mensen bedanken voor de onvoorwaardelijke steun, positieve instelling en zo nu en dan het spreekwoordelijke hart onder de riem op het moment dat het wat minder liep. Dit zijn mijn vader en moeder, Wil en Yvon, en mijn vriendin Wendy.

Ik kijk tevreden terug op leerzame periode, niet alleen hier bij Henk van Tongeren met alle geweldige vakmensen die er werken, maar ook op 4 jaar studeren bij VHL. Ik heb in deze tijd vernomen hoe fijn het is om met verschillende studenten, leraren en collega's om te gaan die allemaal geïnteresseerd zijn in het vak Land en Water Management.

Apeldoorn, Juni 2015
Bjorn Mars

Samenvatting

Bij het uitvoeren van opdrachten voor tijdelijke bemalingen komt het voor dat er problemen ontstaan. De opdrachten voor tijdelijke bemalingen die HVT uitvoert worden de laatste jaren groter en complexer. Naarmate de opdrachten groter en complexer worden, worden de gevolgen van de problemen ook groter. Dit heeft geleid naar de vraag voor ondersteuning van de werknemers die de voorbereiding van tijdelijke bemalingen uitvoeren. Het doel van dit onderzoek is het onderbouwen van een stappenplan die het onjuist of onvolledig voorbereiden van tijdelijke bemalingen voorkomt.

Ten eerste is onderzocht welke fase van de voorbereiding gestructureerd moet worden om fouten bij de uitvoering te voorkomen. Ten tweede zijn de stakeholders en de eisen die zij stellen aan de voorbereiding geïnventariseerd. Ten derde zijn de technische eisen geïnventariseerd en is onderzocht welke criteria bepalend zijn voor de keuze van een bemalingstechniek. Tot slot zijn drie deelstappenplannen gemaakt. De drie deelstappenplannen samen vormen één stappenplan. Dit stappenplan zorgt voor een juiste en volledige voorbereiding van een tijdelijke bemaling.

Uit het onderzoek is gebleken dat alléén als HVT de rol als onderaannemer speelt en het contractvorm geïntegreerde contracten gebruikt verder moet worden gegaan met de voorbereiding. Een uitzondering is als contractvorm 'Traditioneel bestek' wordt gebruikt waarin HVT vrij is in het ontwerpen van de tijdelijke bemaling. De eisen die worden gesteld door het bevoegd gezag en de opdrachtgever aan de voorbereiding verschillen per opdracht en per locatie. De mate van invloed van de eisen op de voorbereiding is daardoor voor elke afzonderlijke opdracht verschillend. Na het analyseren van de verschillende bemalingstechnieken is geconcludeerd dat de juiste techniek kan worden bepaald wanneer alle informatie aanwezig is om de volgende punten te bepalen:

1. K-waarde
2. Het debiet
3. Gelaagdheid
4. Aanwezigheid van spanningswater
5. Aanwezigheid van kabels/leidingen in de grond
6. Verlaging van de grondwaterstand

Het eindproduct zijn drie deelstappenplannen die zijn samengevoegd tot één stappenplan. In het onderzoek is uitgegaan van standaardmaten van de verschillende onderdelen van een tijdelijke bemaling. Tevens is niet onderzocht welke financiële gevolgen bepaalde deelstappenplannen hebben. Ook is de lozing van het onttrokken water niet mee genomen in dit onderzoek. Aanbevolen wordt om het onderzoek uit te breiden met bovenstaande punten zodat een stappenplan gemaakt kan worden die niet alleen ter ondersteuning maar ook als calculatiemodel te gebruiken is.

Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	8
1.1 Aanleiding.....	8
1.2 Vraagstelling.....	8
1.3 Doelstelling.....	9
1.4 Afbakening.....	9
1.5 Werkwijze	9
1.6 Doelgroep	9
1.7 Leeswijzer	9
2. Tijdelijke bemaling.....	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Het principe	10
2.3 De onderdelen van een tijdelijke bemaling.....	10
2.3.1 Filters	10
2.3.2 Leidingwerk	11
2.3.3 Pompen	11
3. Fases van de voorbereiding.....	12
3.1 Inleiding	12
3.2 De verschillende processen.....	12
3.3 De verschillende opdrachtvormen	12
3.3.1 De rollen	13
3.3.2 De contractvormen.....	13
3.4 Afbakening van opdrachtvormen.....	14
3.5 Fases van de opdrachtvorm	14
3.5.1 Aanvraag tijdelijke bemaling	14
3.5.2 Offerte	14
3.5.3 Opdrachtbevestiging	15
3.5.4 Planning.....	15
3.6 Voorgekomen problemen	15
3.7 Deelconclusie.....	16
4. Eisen van de stakeholders	17
4.1 Algemeen.....	17
4.2 Stakeholders.....	17
4.2.1 Belangrijkste stakeholders	17

4.3	Gestelde eisen aan de voorbereiding.....	17
4.3.1	Bevoegd gezag.....	17
4.3.2	Opdrachtgever.....	18
4.3.3	HVT.....	18
4.4	Deelconclusie.....	19
5.	Technische bepaling tijdelijke bemalingen	20
5.1	Algemeen.....	20
5.2	Bemalingstechnieken	20
5.2.1	Openbemaling	20
5.2.2	Verticalebemaling.....	20
5.2.3	Diepwellbemaling.....	22
5.2.4	Horizontalebemaling	22
5.3	Spanningsbemaling	24
5.4	Deelconclusie.....	25
6.	Het ontwerp	26
6.1	Algemeen.....	26
6.2	Deelstappenplan ‘De opdrachtvorm’	26
6.3	Deelstappenplan ‘Eisen van de stakeholders’	27
6.4	Deelstappenplan ‘Technische bepaling’	28
6.5	Deelconclusie.....	29
7.	Conclusies.....	30
7.1	Conclusie	30
7.2	Discussie	31
7.3	Aanbevelingen.....	32
	Literatuurlijst	33
	Bijlage 1 Voorbeeld bestek TB-OA uitzondering	34
	Bijlage 2 Voorgekomen problemen.....	35
	Bijlage 3 Berekening waterbezwaar	37
	Bijlage 4 Deelstappenplan ‘Opdrachtvorm bepaling’	38
	Bijlage 5 Deelstappenplan ‘Eisen van de stakeholders’	39
	Bijlage 6 Deelstappenplan ‘Technische bepaling’	40
	Bijlage 7 Kwetsbare bodemgebruiksfuncties	41
	Bijlage 8 Voorbeeld analytische formule in spreadsheet.....	42
	Bijlage 9 Voorbeeld planning.....	43
	Bijlage 10 Interview Piet Bouwmeester	44
	Bijlage 11 Begrippenlijst	45

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De opdrachten die worden aangenomen door HVT worden groter en complexer. Door de groter wordende opdrachten sturen opdrachtgevers veel informatie mee. Het filteren van relevante informatie is arbeidsintensief. Door de hogere complexiteit ontstaat druk op de werknemers. Zij moeten manieren vinden om de complexere werken op een juiste manier uit te voeren. Naast het groter en complexer worden van opdrachten worden ook de eisen van de opdrachtgevers strenger. De eisen die gesteld worden moeten geanalyseerd worden. Dit begint bij de voorbereiding van de opdracht. Een voorbeeld van een eis is dat volgens de BRL 12000 gewerkt moet worden. Dit kan een verandering in werkwijze veroorzaken. Wanneer een opdracht voor een tijdelijke bemaling bij HVT binnen komt wordt vanuit meerdere hoeken naar de opdracht gekeken. Elke werknemer, die aan het voorbereidingsproces van tijdelijke bemaling werkt heeft zijn eigen visie en zijn eigen werkmethode. De werknemers moeten er voor zorgen dat alle 'Tijdelijke bemalingen' worden voorbereid en/of uit worden gevoerd conform de eisen van de opdrachtgever en de geldende wet- en regelgeving. Dit wordt door de vele verschillende opdrachten die HVT voorbereidt niet altijd op dezelfde manier gedaan.

Door de hogere complexiteit, arbeidsintensief filteren van relevante informatie, strengere eisen van de opdrachtgever en de verschillende manieren van voorbereiden van de werknemers ontstaan er problemen.

Om deze problemen in de toekomst te ondervangen heeft de directie van HVT de opdracht geformuleerd om een stappenplan te ontwikkelen waarmee de voorbereiding van tijdelijke bemalingen wordt gestructureerd. Ook moet het stappenplan voor preventie van problemen in de uitvoering zorgen die ontstaan en voorkomen hadden kunnen worden in de voorbereiding. De vraag naar een gestructureerde voorbereiding van tijdelijke bemalingen en de preventie van problemen zorgen voor de directe aanleiding voor dit afstudeeronderzoek.

1.2 Vraagstelling

- Uit welke stappen moet de voorbereiding van tijdelijke bemalingen bestaan om te voldoen aan de eisen die stakeholders stellen aan de voorbereiding?

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag zijn de onderstaande deelvragen beantwoord.

- welke fases van het voorbereidingsproces moeten gestructureerd worden om problemen bij de uitvoering te voorkomen?
- Welke technische criteria bepalen de techniek die wordt toegepast bij tijdelijke bemalingen?
- Welke eisen worden gesteld aan de voorbereiding van tijdelijke bemalingen door de belangrijkste stakeholders en welke mate van invloed heeft dit op de voorbereiding?
- Waar bevinden zich beslismomenten in de voorbereiding van een tijdelijke bemaling?

1.3 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is het onderbouwen en maken van een stappenplan die zorgt voor de structurering van de voorbereiding van een tijdelijke bemaling. Verder moet het stappenplan werknemers die de voorbereiding uitvoeren ondersteunen en zorgen dat problemen voorkomen worden, zodat aan de eisen van de stakeholders wordt voldaan.

1.4 Afbakening

Het onderzoek richt zich enkel op de voorbereiding van tijdelijke bemalingen. De voorbereiding van tijdelijke bemalingen begint bij de aanvraag van de opdracht en eindigt met de overdracht van de technische uitwerking van het bemalingsplan. Bemalingen voor bijvoorbeeld brandputten, langdurige bemalingen voor grondwatersanering en permanente bemalingen worden niet in het onderzoek meegenomen.

1.5 Werkwijze

Voor de methode van het maken van het stappenplan is gekozen om deelstappenplannen te maken. De deelstappenplannen worden gemaakt op basis van informatie die in de verschillende hoofdstukken is onderzocht. Ook worden in elk deelstappenplan beslismomenten ingevoerd die aangeven of er met de volgende stap en/of deelstappenplan verder kan worden gegaan.

1.6 Doelgroep

Het onderzoeksrapport is geschreven voor en in opdracht van Henk van Tongeren bronbemaling B.V. Het is bedoeld voor de directie en werknemers die het voorbereidingsproces van tijdelijke bemalingen uitvoeren. Daarnaast dient het onderzoek als afstudeeropdracht voor het afronden van de opleiding Land en Watermanagement aan Hogeschool VHL, te Velp.

1.7 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft wat een tijdelijke bemaling inhoudt. In hoofdstuk 3 is bepaald voor welke fase van de voorbereiding een stappenplan gemaakt moet worden. In hoofdstuk 4 staat beschreven welke eisen worden gesteld en welke mate van invloed de eisen hebben. Hoofdstuk 5 beschrijft de verschillende bemalingstechnieken. Aan de hand van de informatie uit hoofdstuk 3, 4, en 5 worden in hoofdstuk 6 de deelstappenplannen beschreven. In hoofdstuk 7 staan de conclusie, discussie en aanbevelingen.

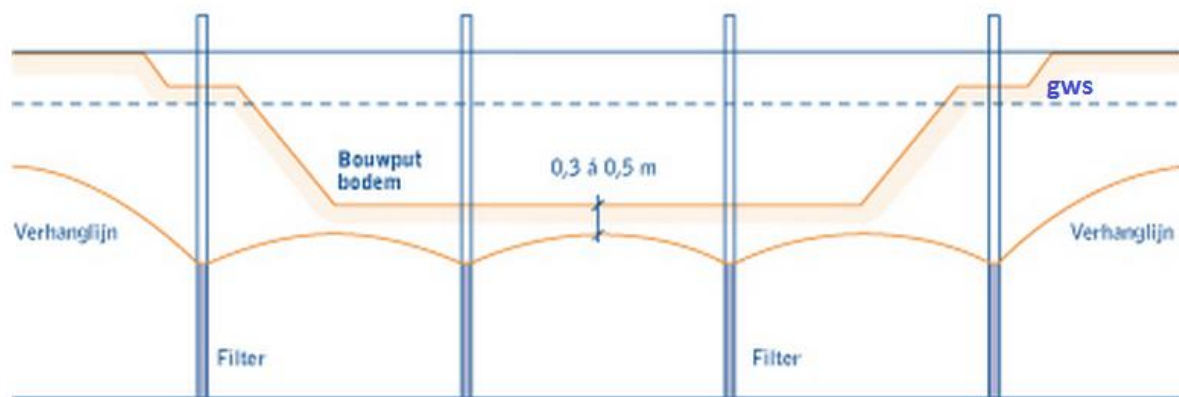
2. Tijdelijke bemaling

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is uitgelegd wat een tijdelijke bemaling inhoudt, welke onderdelen het bevat en waarom het wordt toegepast.

2.2 Het principe

Tijdelijke bemaling (ook wel tijdelijke bronbemaling genoemd) is een proces waarbij grondwater opgepompt wordt en via een leiding wordt afgevoerd, om plaatselijk en tijdelijk de grondwaterspiegel en/of de stijghoogte te verlagen. De duur van de tijdelijke bemaling kan variëren van enkele dagen bij kleine opdrachten zoals een kelder van een huis tot aan enkele jaren voor grote infrastructurele werken. In figuur 1 is een voorbeeld situatie weergegeven van een tijdelijke bemaling bij een bouwput.



Figuur 1 Schematische weergave van bronbemaling [bron:SIKB]

Wanneer werkzaamheden onder de grondwaterspiegel moeten worden verricht en dit moet in den droge uitgevoerd worden, is het noodzakelijk om tijdelijke bemaling toe te passen. In figuur 1 is de natuurlijke grondwaterstand aangegeven met 'gws'. Onder de bodem van de bouwput wordt door HVT een minimale verlaging van de grondwaterstand gehanteerd van 0.3 meter. De maximale verlaging van de grondwaterstand mag niet meer bedragen dan 0.5 m onder de ontgravingsdiepte of onder de benodigde stijghoogte [bron:SIKB].

2.3 De onderdelen van een tijdelijke bemaling

Een tijdelijke bemaling bestaat altijd uit minimaal drie verschillende onderdelen. Dit zijn:

- Filter(s)
- Leidingwerk
- Pomp(en)

2.3.1 Filters

De definitie van een filter voor tijdelijke bemalingen is een buis voorzien van gaatjes. Deze gaatjes zijn zo klein dat het alleen de aller fijnste stoffen doorlaat. De buis bestaat uit twee delen. Het blinde gedeelte en het perforatie gedeelte. In het perforatie gedeelte zijn bovengenoemde gaatjes aanwezig en in het blinde gedeelte zijn geen gaatjes. Afhankelijk van de hoeveelheid te onttrekken

water wordt bepaald hoeveel meter het blinde en het filter gedeelte wordt. De diameter van het filter begint vanaf 60 millimeter.

2.3.2 Leidingwerk

Een ringleiding of verzamelleiding is een aaneenkoppeling van buizen die het water afvoert, wat uit de ondergrond onttrokken wordt. Nadat het de pomp is gepasseerd gaat de ringleiding over in de afvoerleiding. Het enige verschil tussen de ringleiding en de afvoerleiding is dat de ringleiding aangesloten kan worden op de filters doormiddel van een hals boven op de leiding, zoals is weergegeven in figuur 2. De meest gebruikte maat is 4 duims, 100 mm. Bij bemalingen met een groot debiet kan ook voor 6 of 10 duims gekozen worden, respectievelijk 150mm en 250mm.



Figuur 2 Filter aangesloten op ringleiding [bron:koop bronbemaling]

2.3.3 Pompen

In het systeem van een tijdelijke bemaling wordt de pomp gebruikt om het water via de filters en door de leiding uit de grond te pompen. Aan de hand van de samenstelling van het water, de te gebruiken techniek (hoofdstuk 3.3), en de hoeveelheid water wordt een keuze gemaakt welke pomp het best geschikt is. Nadat het door de leiding is gepompt wordt het water geloosd. De meest gebruikte pomp voor het onttrekken van grondwater is een plunjerpomp. Naast plunjerpompen worden ook centrifugaalpompen en onderwaterpompen gebruikt.

3. Fases van de voorbereiding

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is beschreven op welke manier het onderzoeken van een bepaalde fase tot stand is gekomen. Ten eerste is uit het hele proces van tijdelijke bemalingen het voorbereidingsproces geïsoleerd. Ten tweede zijn van de rollen die worden gespeeld en contractvormen die worden gebruikt opdrachtvormen gemaakt. Tot slot is door middel van het inventariseren en analyseren van problemen die in het verleden zijn voorgekomen een fase binnen de voorbereiding van een tijdelijke bemaling naar voren gekomen die gestructureerd moet worden.

3.2 De verschillende processen

In onderstaand figuur is weergegeven wie de uitvoerende partij is bij de verschillende processen van tijdelijke bemalingen volgens SIKB.

Processen	Uitvoerende partij
Voorbereiden melding of vergunning	Adviseur bemalingsadvies
Voorbereiden technische uitvoering	Deskundige bemalingsplan
Uitvoeren bemaling	Kwaliteitsverantwoordelijke uitvoeren bemaling
Aansturen bemaling	Coördinator aansturen bemaling Vergunningverlener

Figuur 3 Processen tijdelijke bemaling volgens SIKB [bron: SIKB]

Alleen de eerste twee processen hebben betrekking op voorbereiding van een tijdelijke bemaling. Het eerste onderdeel is het 'Voorbereiden van een melding of vergunning' voor een tijdelijke bemaling. De melding of vergunning wordt verleend op basis van een bemalingsadvies. De adviezen worden gemaakt door een adviesbureau. Om aansprakelijkheidsredenen is HVT een adviesbureau begonnen die deze adviezen schrijft. Het adviesbureau is in dit rapport aangeduid als 'HVT Advies'. Dit is een onafhankelijk bedrijf. De scope van het onderzoek is gericht op HVT als voorbereider en uitvoerder ('Deskundige bemalingsplan', figuur3) van tijdelijke bemalingen en niet op het adviesbureau (HVT Advies). Dit betekent dat het onderdeel voorbereiden melding of vergunning buiten de scope van het onderzoek ligt. Het onderdeel voorbereiden technische uitvoering wordt wel binnen HVT gedaan. Wanneer de voorbereiding hiervan begint wordt er van uit gegaan dat de melding is gedaan of de vergunning al is verleend.

3.3 De verschillende opdrachtvormen

Een tijdelijke bemaling is altijd onderdeel van een grotere (bouw)opdracht. Binnen de (bouw)opdracht voert HVT alleen de tijdelijke bemaling uit. Hierdoor is HVT nooit de enige partij die aan de opdracht werkt. Een opdracht kan worden aangenomen door een (hoofd)aannemer of door een combinatie van aannemers/bedrijven. Dit verschil zorgt ervoor dat HVT twee verschillende rollen kan spelen. Naast de verschillende rollen zijn er ook verschillende contracten waarmee gewerkt wordt. Dit zijn Traditioneel Bestek contracten en Geïntegreerde Contracten.

Tabel 1 Opdrachtvormen

Contracten / Rol →	Onderaannemer (OA)	In combinatie (combi)
Traditioneel bestek (TB)	TB-OA	TB-combi
Geïntegreerd contract (GC)	GC-OA	GC-combi

Wanneer de contracten en rollen tegenover elkaar in een tabel gezet worden komen er verschillende vormen uit. De vier verschillende vormen worden ‘opdrachtvormen’ genoemd en in de rest van dit onderzoek weergegeven met de afkorting zoals in tabel 1 is weergegeven.

3.3.1 De rollen

Wanneer de opdracht wordt aangenomen door een (hoofd)aannemer speelt HVT de rol als onderaannemer. In deze rol is de partij die de opdracht aanneemt, de opdrachtgever van HVT. Dit is een (hoofd)aannemer. De verantwoordelijkheid voor de melding of vergunning voor het onttrekken van het grondwater ligt bij de opdrachtgever. Wanneer een opdracht wordt aangenomen door een combinatie van aannemers/bedrijven betekent dit, dat HVT in de combinatie zit. Dit wordt in combinatie genoemd. Het bedrijf, de overheid of de persoon die het werk uit wil laten voeren is in deze rol de opdrachtgever. In deze rol ligt de verantwoordelijkheid voor de melding of vergunning voor het onttrekken van het grondwater bij de bedrijven in combinatie. Zoals beschreven in hoofdstuk 3.2 voert HVT de ‘voorbereiding melding of vergunning’ niet uit. Dit wordt gedaan door een adviesbureau. Wanneer HVT Advies de voorbereiding van de melding of vergunning voor het onttrekken van het grondwater uitvoert wordt in het advies altijd een bemalingsplan voor de ‘technische uitvoering’ verwerkt. Beide onderdelen van de voorbereiding zijn dan al uitgevoerd. Dit betekent, wanneer in combinatie de opdracht wordt uitgevoerd, wordt in dit rapport niet verder op de voorbereiding ingegaan.

3.3.2 De contractvormen

Bij Geïntegreerde contracten wordt met een programma van eisen gewerkt. De eisen worden opgesteld door de opdrachtgever. HVT is met dit soort aanvragen vrij in het ontwerpen van een bemaling zolang zij aan de gestelde eisen voldoet. Bij een Traditioneel Bestek moet HVT voldoen aan wat in het bestek staat. Dit kunnen zijn: hoeveelheden, eenheden, bepaalde bemalingssystemen, tijdsduur, planning, etc. Hierdoor liggen de keuzes van verschillende bemalingstechnieken vast en betekent dat de ‘Vorbereiding technische uitvoering’, zoals beschreven in hoofdstuk 3.2, gedaan is. Echter is het mogelijk dat in een bestek niet alles vast staat en dus de voorbereiding niet is gedaan. In bijlage 1 is hiervan een voorbeeld gegeven. Wanneer dit het geval is kan een Traditioneel Bestek gezien worden als een Geïntegreerd Contract en moet het ‘Vorbereiden technische uitvoering’ nog gedaan worden.

3.4 Afbakening van opdrachtvormen

De vormen TB-combi en GC-combi vallen buiten de scope van dit onderzoek, omdat deze worden gemaakt door HVT Advies. De vorm TB-OA heeft al de voorbereiding doorlopen doordat de opdrachtgever alle werkzaamheden heeft vastgelegd in het TB. Deze valt ook buiten de scope. De uitzondering van TB-OA waarin de bemalingskeuze (bijlage 1, gele vak) vrij is, kan gezien worden als een GC-OA. De opdrachtvorm GC-OA is in dit rapport verder onderzocht en wordt verder in dit rapport aangeduid als 'de opdrachtvorm'. In tabel 2 is de afbakening van de verschillende opdrachtvormen weer gegeven.

Tabel 2 opdrachtvorm binnen de scope van het onderzoek

Contracten / Rol →	Onderaannemer (OA)	In combinatie (combi)
Traditioneel bestek (TB)	x	x
Geïntegreerd contract (GC)	GC-OA	x

3.5 Fases van de opdrachtvorm

De voorbereiding van de opdrachtvorm is het proces dat begint vanaf de aanvraag van een tijdelijke bemaling tot aan de uitvoering van het werk. De aanname die is gedaan is dat de melding is gedaan of de vergunning is verleend. Het voorbereidingsproces heeft vier verschillende fasen:

- Aanvraag voor het uitvoeren van een tijdelijke bemaling
- Offerte
- Opdrachtbevestiging
- Planning

3.5.1 Aanvraag tijdelijke bemaling

Wanneer een aanvraag bij HVT gedaan wordt voor het uitvoeren van een tijdelijke bemaling moet de aanvraag voldoen aan de criteria van de opdrachtvorm. Hierin speelt HVT de rol als onderaannemer en wordt het contract GC of TB (waarin HVT vrij in de keuze van bemaling is) gebruikt, zie bijlage 1. Voldoet de aanvraag aan de criteria dan kan naar de volgende fase (offertefase) gegaan worden. Voldoet de aanvraag niet aan de criteria dan moet de beslissing genomen worden dat niet verder wordt gegaan met de volgende fase.

3.5.2 Offerte

De offerte fase is de fase waarin een prijs opgesteld wordt voor de uit te voeren werkzaamheden. Bij een GC-OA aanvraag zijn de werkzaamheden niet beschreven zoals in een TB het geval is. Hierdoor moet een ontwerp gemaakt worden om een inschatting te kunnen doen voor welke prijs aan het programma van eisen voldaan kan worden. Het programma van eisen wordt opgesteld door de

opdrachtgever. In hoofdstuk 6 staat beschreven welke vragen beantwoord moeten worden om tot een juist ontwerp te komen. In ieder geval moet een offerte de onderstaande onderdelen bevatten [bron: ondernemersplein].

- Beschrijving van de werkzaamheden + voorwaarden.
- Prijs, dit kan zowel vast als verrekenbaar zijn.
- Planning van de werkzaamheden + voorwaarden.
- Uiterste geldigheidsdatum.
- Verwijzing naar algemene voorwaarden van organisatie.
- Geldige ondertekening.

Hoe duidelijker de werkzaamheden en voorwaarden beschreven staan hoe minder onduidelijkheden naderhand ontstaan over wie, welke handelingen moet uitvoeren en wie, financieel verantwoordelijk is voor een handeling. Het komt voor dat partijen hier op in spelen. De opdrachtgever doet dit om voor minder geld meer gedaan te krijgen en een aannemer doet dit om extra werk te krijgen, zogenaamd meerwerk. Een voorbeeld is een melding of aanvraag voor een vergunning voor het onttrekken van grondwater bij het waterschap. Een opdrachtgever gaat er vaak vanuit dat dit wordt gedaan door de partij die het water onttrekt, dit zijnde een bronbemaler. Maar een bronbemaler doet dit alleen als zij hier opdracht voor heeft gekregen. Als dit moet worden gedaan, zal hier meerwerk van worden gemaakt en dus wordt een extra offerte opgesteld voor de aanvraag van de vergunning van de onttrekking.

3.5.3 Opdrachtbevestiging

De bevestiging is de handtekening van de daartoe gemachtigde persoon onder de gemaakte opdrachtbeschrijving. Dit kan de offerte zijn die door HVT is opgesteld en dit kan de opdrachtbeschrijving van de opdrachtgever zijn. Met de handtekening wordt, uiteraard na ontvangst van de ondertekende bevestiging, ingestemd met het aangeboden werk onder de aangeboden voorwaarden van de offerte. Juridisch gezien is dit ook de overeenkomst die is aangegaan tussen twee partijen en dus moeten beide partijen hier zich aan houden.

3.5.4 Planning

Een planning van een GC-OA bestaat uit een overzicht van de uit te voeren werkzaamheden en wanneer die uitgevoerd moeten worden. Onderdeel van de planning zijn de inzet van materiaal, materieel en manuren. De planning wordt gemaakt na bevestiging van de opdracht. Door middel van een goede planning moet er voor gezorgd worden dat aan de werkzaamheden en gestelde voorwaarden voldaan wordt. In bijlage 9 staat een voorbeeld van een planning weergegeven.

3.6 Voorgekomen problemen

Het uitvoeren van tijdelijke bemalingen is een belangrijk onderdeel van de werkzaamheden van HVT. Tijdens de uitvoering komen regelmatig problemen voor. Een groot aantal problemen zijn te voorkomen door een heldere voorbereiding. In tabel 3 is een inventarisatie gemaakt van problemen die zijn ontstaan tijdens de uitvoering als gevolg van een verkeerde voorbereiding. De opdrachten en de daarbij ontstane problemen zijn in bijlage 2 opgesomd. Naast de opsomming is per probleem

geïnventariseerd welke rol en welk contractvorm HVT bij de desbetreffende opdracht had. In de vorige paragraaf is beschreven dat de opdrachtvorm GC-OA wordt onderzocht. De nummers 2, 4, 7 en 14 zijn problemen die voorgekomen zijn in de vorm GC-OA. Dit betekent dat alleen deze nummers worden geanalyseerd. De rest van de problemen vallen buiten de scope van het onderzoek. In tabel 3 zijn de problemen uit bijlage 2 die in de opdrachtvorm GC-OA zijn voorgekomen bij elkaar gevoegd.

Tabel 3 voorgekomen afwijkingen GC-OA

Nr.	Afwijking	Oplossing	Reden van probleem en Preventie	contractvorm	rol
2	Alsnog Visuele verkleuring van oppervlaktewater bij lozingspunt na ontijzing	ontijzingsunit was geplaatst, bleek niet voldoende dus extra ingezet	Aanname 1 unit is genoeg. Grondwater analyse uitvoeren om extra data in te winnen zodat ijzergehalte in kaart wordt gebracht (offertefase)	GC	OA
4	Max. toegestane debiet was 25m3/h. werkelijk was 150m3/h.	Doorgegaan met werken, dwangsom volgt nog	Onderbouwing debiet gedaan o.b.v. ervaring in de buurt. Data inwinnen en uitrekenen. (offertefase)	GC	OA
7	Alsnog Visuele verkleuring van oppervlaktewater bij lozingspunt na ontijzing	ontijzingsunit was geplaatst, bleek niet voldoende dus extra ingezet	Aanname 1 unit is genoeg. Grondwater analyse uitvoeren om extra data in te winnen zodat ijzergehalte in kaart wordt gebracht (offertefase)	GC	OA
14	Standaard klokomp geplaatst, te kleine opvoerhoogte	Pomp met hogere opvoerhoogte aansluiten	aanname standaard is voldoende. Berekening maken en in het bemaling ontwerp zetten. (offertefase)	GC	OA

In de kolom 'Reden van probleem en Preventie' is aangegeven wat de reden voor het probleem is en wat gedaan had kunnen worden om het probleem te voorkomen. Tussen haakjes is weergegeven in welke fase, zoals beschreven in hoofdstuk 3.5, het probleem voorkomen had kunnen worden. De reden dat dit de offertefase is, is dat in de offerte fase een ontwerp gemaakt moet worden zoals beschreven in hoofdstuk 3.5.2. De vier problemen hadden voorkomen kunnen worden door in plaats van aannames te doen, de gegevens (beter) te onderzoeken.

3.7 Deelconclusie

De problemen die ontstaan bij de uitvoering van de opdrachten hebben als oorzaak dat er niet of niet voldoende gegevens worden verzameld. In plaats van het verzamelen van gegevens worden aannames gedaan. De aannames worden gemaakt wanneer een ontwerp gemaakt moet worden. Dit ontwerp wordt gemaakt in de offertefase. Geconcludeerd kan worden dat wanneer in de offertefase het maken van een ontwerp gestructureerd wordt, het risico op problemen in de uitvoering gereduceerd wordt.

4. Eisen van de stakeholders

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk is beschreven wat de belangrijkste stakeholders van een tijdelijke bemaling zijn. Ten tweede is beschreven welke eisen de stakeholders stellen aan de voorbereiding van een tijdelijke bemaling. Tot slot is beschreven welke invloed de gestelde eisen hebben op de voorbereiding van een tijdelijke bemaling.

4.2 Stakeholders

Stakeholders zijn de personen of organisaties die invloed hebben op en/of baat hebben bij het product of de dienst die wordt geleverd. In het geval van dit onderzoek is dat een tijdelijke bemaling. Om duidelijkheid te scheppen worden de stakeholders ingedeeld op basis van hun relatie en invloed ten opzicht van de voorbereiding van een tijdelijke bemaling. Binnen HVT worden stakeholders aangeduid met intern en buiten de organisatie worden de stakeholders aangeduid met extern.

Intern

- Werknemers
- Uitvoerders
- Directie
- Aandeelhouders

Extern

- Bevoegd gezag
- leveranciers
- Opdrachtgevers/klanten

4.2.1 Belangrijkste stakeholders

De scope van dit onderzoek richt zich op de voorbereiding van tijdelijke bemalingen vanuit het standpunt van HVT. Hierin worden alle interne stakeholders gezien als 1 stakeholder, HVT. De belangrijkste stakeholders worden gezien als diegene die eisen kunnen stellen aan de voorbereiding van een tijdelijke bemaling. Dit zijn:

- Bevoegd gezag
- Opdrachtgever
- HVT

4.3 Gestelde eisen aan de voorbereiding

4.3.1 Bevoegd gezag

De Waterwet, in werking getreden op 22 december 2009, regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater. De wet houdt rekening met de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Tijdelijke bemalingen vallen onder het grondwaterbeheer. Tijdelijke bemalingen kunnen vergunningplichtig zijn. De kosten van een vergunning kunnen verschillen per instantie. De Waterwet geeft aan welke instantie bevoegd gezag heeft gedurende de bemaling. [bron: Helpdesk waterwet]

Rijkswaterstaat

Grondwateronttrekkingen in een gebied waar Rijkswaterstaat het waterkwantiteitsbeheer uitvoert, vallen onder bevoegdheid van Rijkswaterstaat. Voor het uitvoeren van een bronbemaling of proefbemaling in één van deze gebieden, geldt een vergunning- of meldplicht. De meldplicht volstaat wanneer de hoeveelheid te onttrekken grondwater minder dan $100 \text{ m}^3/\text{uur}$ bedraagt en in totaal niet meer bedraagt dan $100.000 \text{ m}^3/30$ dagen (artikel 6.3a lid 1 Waterregeling, opgenomen in huidige Waterwet).

Waterschappen

Tijdelijke bemalingen die niet onder de bevoegdheid van RWS vallen, vallen onder de bevoegdheid van een waterschap. Voor tijdelijke bemalingen geldt (vrijwel) altijd een vergunning- of meldplicht. Verplicht is, voorafgaand aan een grondwateronttrekking of infiltratie, contact op te nemen met het desbetreffende waterschap. In het Keur van het desbetreffende waterschap is opgenomen wanneer een vergunningplicht of meldplicht geldt.

Aan de hand van het model Keur, opgesteld door de Unie van Waterschappen, heeft elk waterschap haar eigen Keur opgesteld. Binnen dit Keur zijn eigen eisen vastgesteld, aanvullend op de Waterwet. Hierdoor verschillen de criteria voor vergunning- en meldplicht per waterschap. De grenzen van deze criteria worden uitgedrukt in m^3/uur , m^3/maand , waterbezwaar of maximale pompcapaciteit. [bron: Spikker en Van Veen 2014]

4.3.2 Opdrachtgever

Op tijdelijke bemalingen zijn diverse regelgevingen van toepassing. Onder andere is voor de voorbereiding van tijdelijke bemalingen sinds 2013 vanuit de branche een richtlijn opgesteld. Dit is de BRL SIKB 12000 (versie 1.2). De richtlijn is nog niet wettelijk verplicht, maar enkele opdrachtgevers eisen al dat volgens deze richtlijn gewerkt moet worden. Binnen de richtlijn is voor elk proces (hoofdstuk 3.2) van een tijdelijke bemaling een protocol opgesteld. Op het proces 'Voorbereiding technische uitvoering' is het protocol 12020 van toepassing. Het accent van het protocol ligt op het verkleinen van de kans op mogelijke schade en tegengaan van ongewenste effecten bij een tijdelijke bemaling als gevolg van een onjuiste of onvolledig technische voorbereiding. [Bron: SIBK]

Andere eisen verschillen per opdracht en kunnen gezien worden als aanvullende eisen boven op de eisen die gesteld zijn in de wet- en regelgeving. Hier kan men denken aan eisen op het gebied van veiligheid, overlast in de omgeving, etc. Dit kan betekenen dat voor de opdracht de werknemers een ander soort jas of een andere kleur helm moeten dragen. Bij overlast kan men denken aan supergedempte pompen of elektrische pompen op locaties waar mensen wonen.

4.3.3 HVT

De voorbereiding van een tijdelijke bemaling met de opdrachtvorm GC-OA wordt gedaan met de aanname dat de vergunning is verleent of de melding voor de onttrekking van grondwater is gedaan. HVT eist dat de vergunning of melding wordt gecontroleerd door middel van het berekenen van het debiet en de reikwijdte. Met de berekeningen kan een inschatting gemaakt worden van de risico's

van de tijdelijke bemaling. De inschatting wordt door de werknemers van HVT gemaakt op basis van ervaring en beschikbare gegevens. In hoofdstuk 6 is een categorisering van het risico niveau gemaakt. Wanneer blijkt dat de risico's te groot zijn of de gestelde voorwaarden niet haalbaar zijn wordt de opdracht niet uitgevoerd. Naast het debiet en de reikwijdte moet de vergunning of melding gecontroleerd worden op aanvullende eisen. Enkele eisen die regelmatig beschreven staan, zijn:

- Grondwater monitoringsplan
- Onderhoudsplan
- Lozingseisen

De aanvullende eisen die worden gesteld moeten worden gecontroleerd op haalbaarheid. Uit ervaring is gebleken dat aanvullende eisen eenvoudig uitvoerbaar zijn, maar dat het voldoen hieraan, arbeidsintensief is [bron: interview Piet bouwmeester]. Uitzonderingen zijn de eisen die worden gesteld aan de locatie en de kwaliteit van het te lozen grondwater. Het is niet duidelijk welke impact de lozingseisen kunnen hebben op de voorbereiding van een tijdelijke bemaling.

4.4 Deelconclusie

Het bevoegd gezag stelt geen directe eisen aan de voorbereiding van een tijdelijke bemaling. De 'Keur' geeft de waterschappen de vrijheid, aanvullende eisen te stellen bovenop de eisen van de waterwet. Wel hebben de eisen die gesteld worden aan het debiet en reikwijdte invloed op de keuze voor een bepaalde bemalingstechniek, omdat deze hiervan afhankelijk is. Echter de mate van invloed is niet te bepalen omdat bij elke opdracht en bij elk waterschap de eisen anders zijn.

HVT heeft geen gestructureerde voorbereiding waar de werknemers zich aan moeten/kunnen houden. De eisen die worden gesteld zijn dat het debiet en de reikwijdte worden gecontroleerd door middel van berekeningen en dat aanvullende eisen worden getoetst op haalbaarheid. Hiervoor is echter geen gestructureerd plan. Dit betekent dat de mate van invloed op de voorbereiding klein is.

De opdrachtgever stelt geen eisen aan de bemaling zelf, want HVT is bij de opdrachtvorm GC-OA vrij in het maken van het ontwerp. Wel kan de opdrachtgever eisen stellen aan het voorbereidingsproces. Dit kan gebeuren door te eisen dat volgens de BRL SIKB 12000 wordt gewerkt. Geconcludeerd kan worden dat dit positieve invloed heeft op de volledigheid van het voorbereidingsproces doordat het accent van het protocol ligt op het verkleinen van de kans op mogelijke schade door een onvolledige technische voorbereiding.

5. Technische bepaling tijdelijke bemalingen

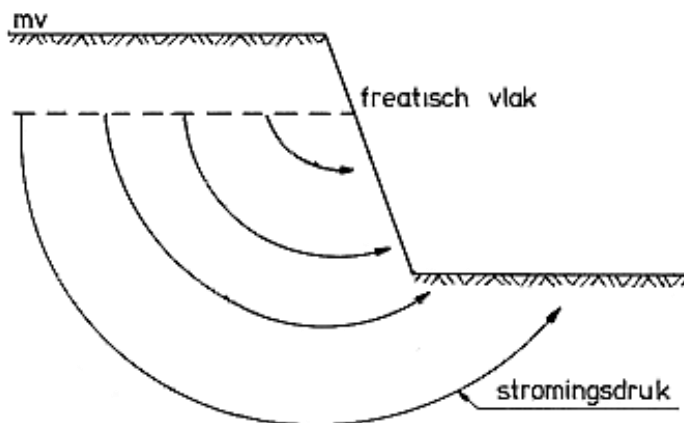
5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zijn de verschillende technieken beschreven die worden uitgevoerd bij een tijdelijke bemaling. Bij de Bemalingstechnieken horen verschillende criteria. Op basis van theoretische kennis en ervaring van werknemers zijn de criteria die bepalend zijn voor de keuze van een techniek beschreven.

5.2 Bemalingstechnieken

5.2.1 Openbemaling

Openbemaling wordt toegepast voor de ontwatering en het droog houden van een ontgravingsput in slecht doorlatende lagen, zoals klei en veen. Er wordt gesproken van slecht doorlatende lagen als de k -waarde minder dan 0.01m/dag bedraagt [bron:bodemrichtlijn]. Het overtollige water, bestaande uit neerslag en horizontaal toestromend (lek)water uit schermen en grondlagen. Vanuit het dieptste punt wordt van de ontgravingsput wordt dit weggepompt. Door middel van het vergroten van de capaciteit van de pomp is het mogelijk een groter debiet te verpompen. De pomp die het water van het diepste punt wegpompt is een vuilwaterpomp, ook wel een kattenkop genoemd. De reden dat voor dit soort pomp wordt gekozen is dat deze minder onderhevig is aan slijtage wanneer het water zand en/of vuil bevat. Een nadeel van deze techniek is dat door de horizontale toestroom van water naar de bouwput de instabiliteit van de taluds wordt vergroot, figuur 4. Om dit te voorkomen zijn minder steile taluds of damwanden nodig[bron: M.J. Fraanje].



Figuur 4 horizontale toestroom bij openbemaling [bron: M.J. Fraanje]

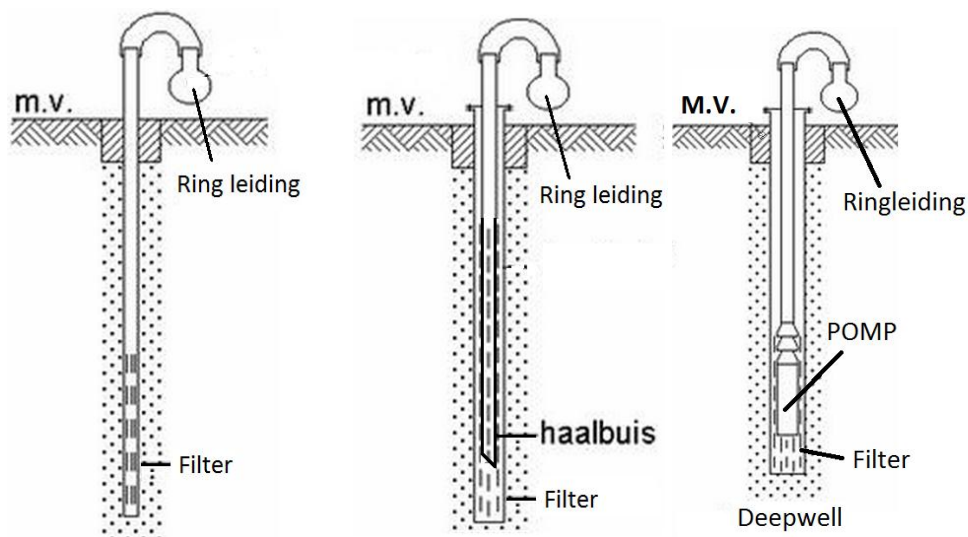
5.2.2 Verticalebemaling

Onder verticalebemaling verstaan we twee technieken: vacuümbemaling en zwaartekracht bemaling met haalbuizen. Deze laatste techniek wordt ook wel beschreven als open bronnen.

Vacuümbemaling

Bij een vacuümbemaling wordt onder in de buis voor een onderdruk gezorgd door deze bovenaan luchtdicht af te sluiten. Zie linker schets van figuur 5. Dit wordt bereikt door een pomp op een

ringleiding aan te sluiten. Hierdoor ontstaat een vacuüm in de buis. Dit vacuüm zorgt ervoor dat in fijnkorrelige (korrelgrootte $<0.06\text{m}$) gronden met kleine poriën het water naar het filtergedeelte wordt gezogen. Een bijkomend voordeel van deze techniek is dat fijne zandlagen een hogere stabiliteit krijgen. De k-waarde van deze lagen ligt in het algemeen tussen de 10^{-5} en 10^{-7} m/s ($0.86 - 0.0086$ m/d) [bron: M.J. Fraanje]. Door de beperkte zuighoogte van pompen, de leidingweerstand en kleine lekkages kan vacuümbemaling de grondwaterstand met maximaal 6 meter verlagen ten opzichte van de hoogte van de pomp. Het maximale debiet dat kan worden onttrokken bedraagt per filter 5 á 6 kubieke meter per uur. De filterlengte die wordt toegepast is 1 meter. Dit is een standaard lengte voor vacuümbemaling [bron:interview Piet Bouwmeester]. De diameter van de filters die worden gebruikt is 60 millimeter. De verhanglijn van de grondwaterstand hangt bij een vacuümbemaling niet alleen af van de werking van de zwaartekracht maar ook van het vacuüm in de bron. Als gevolg van veel onzekerheden is een theoretisch verantwoorde formule niet beschikbaar [bron: M.J. Fraanje]. Vacuümbemaling kan toegepast worden met verschillende lengtes blinde buis. Ook wordt het toegepast om opbarsten(hoofdstuk 5.3) tegen te gaan.



Figuur 5 vacuüm-, zwaartekracht- en deepwellbemaling [bron: infrawiki]

Zwaartekrachtbemaling met haalbuizen (open bronnen)

Bij zwaartekrachtbemaling met haalbuizen wordt gebruik gemaakt van een buis die over de hele lengte is geperforeerd. Doordat de hele lengte is geperforeerd, loopt uit elke grondlaag die in aanraking komt met de buis, water naar de onderkant van de buis. Een haalbuis is een blinde buis (niet geperforeerd) die binnen in het filter wordt aangebracht, waarbij de onderkant enkele centimeters boven de onderkant van het filter wordt gehangen. De haalbuis is door middel van een ringleiding aangesloten op een vacuüm pomp. Het vacuüm dat de pomp creëert zorgt ervoor dat het water dat in het filter naar beneden stroomt via de haalbuis wordt opgepompt. Zie middelste schets van figuur 5. Deze techniek wordt toegepast wanneer het bovenste pakket van de ondergrond lagen bevat met verschillende diktes en k-waardes(ook wel gelaagdheid genoemd). Wanneer het debiet hoger is dan haalbaar met vacuümbemaling wordt tevens zwaartekrachtbemaling toegepast. Doordat gebruik wordt gemaakt van een vacuüm om het water naar de ringleiding te pompen is het niet mogelijk om de grondwaterstand meer dan zes meter te verlagen gemeten vanaf de hoogte van

de pomp. Het risico bestaat lucht wordt aangezogen wanneer het water in het filter zakt tot onder het laagste punt van de haalbuis. Het gevolg hiervan is dat de grondwaterstand omhoog komt. Om het risico tegen te gaan, dat lucht wordt aangezogen in een filter wordt bij HVT altijd een lengte van negen meter gebruikt. Alleen de eerste meter is hierbij blind. Dit betekent dat het filter acht meter perforatie heeft. De standaard diameter van een filter die gebruikt wordt bij zwaartekracht bemaling, is 90mm. Het maximum debiet dat wordt aangehouden bij HVT bedraagt 15 kubieke meter per uur per filter (standaard filters) [bron:interview Piet Bouwmeester]. Dit debiet wordt verkregen bij een K-waarde van 80 m/dag. De theoretische bepaling van het toelaatbaar debiet per filter is $16.51\text{m}^3/\text{uur}$, zie bijlage 3. De vuistregel die binnen HVT wordt gehanteerd komt overeen met de theoretische benadering van het debiet. Echter wanneer de k-waarde groter dan 80 m/dag wordt blijkt uit de praktijk dat de gewenste verlaging niet gehaald wordt. Dit betekent dat meerdere filters geplaatst moeten worden of een andere techniek toegepast moet worden om de gewenste verlaging te halen. Waterschappen hebben bepaalde lagen aangeduid als watervoerend pakket. Dit water mag onder geen beding gemengd worden met freatisch water of water uit een ander watervoerendpakket. Bij menging kunnen ongewenste geochemische en microbiologische processen optreden. Dit betekent dat wanneer open bronnen toegepast worden de gehele lengte van het filter in hetzelfde pakket moet staan.

5.2.3 Deepwellbemaling

Bij deepwellbemaling wordt gebruik gemaakt van een buis met perforatie zoals is weergegeven in de rechter schets in figuur 5. Het verschil met de vacuumbemaling is dat bij deepwellbemaling de buis wordt voorzien van een onderwaterpomp die het water omhoog pompt. De reden dat de pomp in de buis wordt gehangen is dat op deze manier op elke gewenste diepte kan worden bemalen. De perforatie kan variëren van enkele meters tot de hele buis, afhankelijk van het doel van de bemaling en de bodemopbouw. Het maximale debiet dat per filter kan worden onttrokken is afhankelijk van de diameter van het filter en de capaciteit van de pomp die in de deepwellbemaling wordt geplaatst.

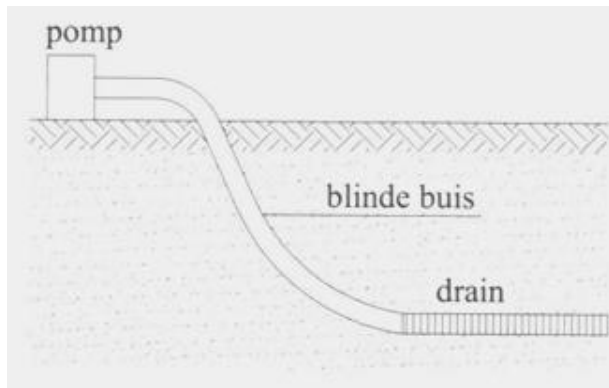
5.2.4 Horizontalebemaling

Bij horizontalebemaling worden buizen horizontaal ingegraven. Dit gebeurt met behulp van een freesmachine, zoals weergegeven in figuur 6.



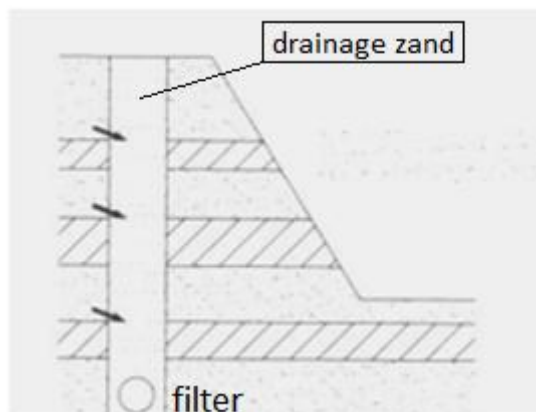
Figuur 6 freesmachine [bron: henk Tongeren bronbemaling]

Het eind van de buis komt boven het maaiveld uit. Deze wordt rechtstreeks aan een pomp gekoppeld. Vanaf het punt dat de buis richting het maaiveld gaat tot aan de pomp is de buis blind, dus niet geperforeerd. De rest is geperforeerd. Zie figuur 7.



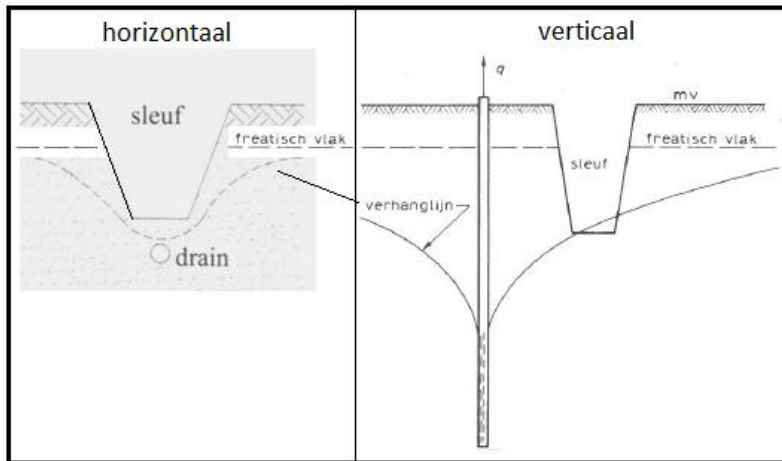
Figuur 7 doorsnede horizontale drainage [bron: bronbemaling dictaat]

Afhankelijk van grondslag wordt een lengte variërend van 25 tot 75 meter per pomp aangelegd. Wanneer het bovenste pakket bestaat uit verschillende lagen (gelaagdheid) dan wordt het filter met drainage zand aangelegd. Dit zorgt ervoor dat uit alle lagen het water naar het filter stroomt. Zie figuur 8.



Figuur 8 horizontale drainage met zand aanvulling [bron: bronbemaling dictaat]

Het water wordt opgepompt door middel van een vacuüm. Dit betekent dat met horizontalebemaling de praktische maximale grondwaterstandverlaging 6 meter bedraagt, gemeten ten opzichte van de hoogte van de pomp. De meest gangbare grootte van de horizontale drainage is rond 80mm en rond 100mm. Het maximum debiet dat als vuistregel wordt aangehouden bij HVT, is 50 kubieke meter per uur per filter. [bron: interview Piet Bouwmeester] Het voordeel van dit soort bemaling is dat het relatief snel aan te leggen is. Ook kan recht onder de bouwput of sleuf bemalen worden, in figuur 9 is te het verschil in verhanglijnen te zien van een horizontale- en een verticale bemaling.

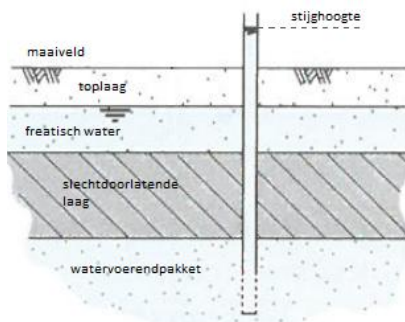


Figuur 9 verschil verhanglijn horizontale en verticale drainage [bron: M.J. Fraanje]

Het verschil zorgt ervoor dat bij horizontale bemaling minder water onttrokken hoeft te worden om de gewenste verlaging tot stand te brengen. Echter, doordat een grote frees door de grond heen gaat om het aan te leggen is het onmogelijk dit aan te leggen als er kabels en leidingen aanwezig zijn in deze grond. Bij HVT wordt een freesmachine ingezet wanneer deze minimaal 400 meter drainage per dag aan kan leggen. Bij een lengte kleiner dan 400 meter is het financieel niet haalbaar.

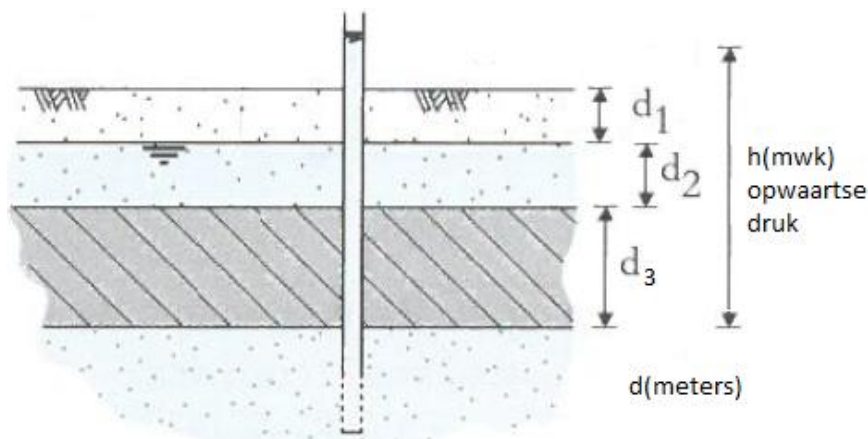
5.3 Spanningsbemaling

Wanneer een watervoerende laag onder een slecht doorlatende laag aanwezig is, dan is het mogelijk dat onder de slechtdoorlatende laag grondwater voorkomt met een stijghoogte die boven de onderkant van de bouwputbodem uitstijgt. Zie figuur 10. Dit kan voor opbarsten van de bouwputbodem zorgen. Om dit te voorkomen moet de opwaartse druk kleiner zijn dan de neerwaartse druk. bron:Bram Bot]



Figuur 10 stijghoogte [bron:Bram Bot]

De opwaartse druk (h) is de druk uit het watervoerend pakket. Dit wordt gemeten vanaf de onderkant van de slechtdoorlatende laag. Bijvoorbeeld wanneer deze twee meter boven de onderkant van de slechtdoorlatende laag uit komt is er twee meter waterkolom (mwk) druk. De neerwaartse druk bestaat uit de dichtheid maal de dikte van alle grondlagen boven de onderkant van de slechtdoorlatende laag hetzij verzadigd hetzij droog. Zie figuur 11.



Figuur 11 neer- en opwaartse druk [bron:Bram Bot]

De formule voor het berekenen van de neerwaartse druk in het voorbeeld van figuur 11:

$\rho = \text{kg/m}^3$
 $d = \text{meter}$

$$\text{Neerwaartsedruk} = \rho d_1 * d_1 + \rho d_{2(\text{verzadigd})} * d_2 + \rho d_{3(\text{verzadigd})} * d_3 / 1000 \text{ (mwk)}$$

Bij de situatie zoals weergegeven in figuur 11 is er kans dat de stijghoogte van het watervoerend pakket voor opbarsting zorgt. Er zit echter niet onder elke slechtdoorlatende laag spanning. De bepaling van de aanwezigheid van spanningswater is enkel te achterhalen door een peilbuis in het watervoerende pakket te plaatsen en de hoogte van de stijghoogte af te lezen. Voor de keuze van een spanningsbemaling moet de stijghoogte achterhaald worden en het opbarst risico berekend worden.

5.4 Deelconclusie

Er wordt gebruik gemaakt van vijf verschillende technieken om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. Ook wordt onderscheid gemaakt tussen grondwaterstand en stijghoogte. Wanneer er sprake is van stijghoogte die kan leiden tot opbarsting van de bouwput, worden twee technieken toegepast. De eerste techniek zorgt voor de grondwaterstandverlaging en de tweede techniek zorgt voor de stijghoogte verlaging. De stijghoogte verlaging voorkomt het opbarsten van de putbodem. De technische criteria die bepalen welke techniek wordt toegepast zijn:

7. K-waarde
8. Het debiet
9. Gelaagdheid
10. Aanwezigheid van spanningswater
11. Aanwezigheid van kabels/leidingen in de grond
12. Verlaging van de grondwaterstand

Wanneer de gegevens van bovenstaande criteria bekend zijn is het mogelijk om een juiste bemalingstechniek te bepalen.

6. Het ontwerp

6.1 Algemeen

In hoofdstuk 3 is geconcludeerd dat het stappenplan voor de offerte fase gemaakt moet worden. In het bijzonder voor het ontwerp. Om een ontwerp te kunnen maken voor de voorbereiding van een tijdelijke bemaling is het noodzakelijk om alle stappen inzichtelijk te maken. Om van stap naar stap te gaan moeten een aantal acties ondernomen worden. De acties die ondernomen moeten worden bepalen of er naar de volgende stap en naar welke stap kan worden gegaan. In dit hoofdstuk worden deelstappenplannen gemaakt aan de hand van de informatie uit de hoofdstukken 3,4 en 5.

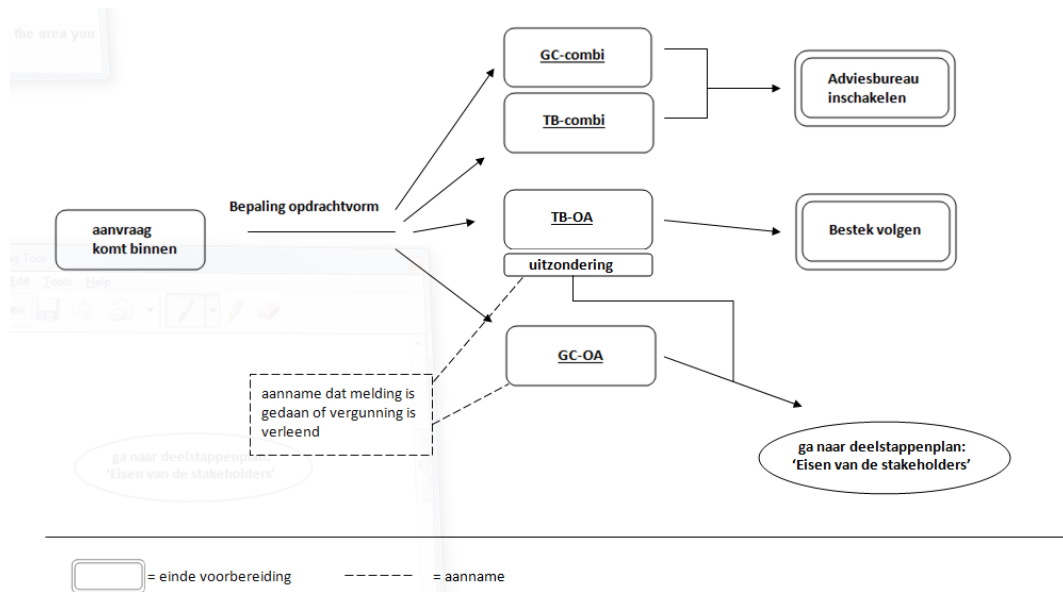
6.2 Deelstappenplan 'De opdrachtvorm'

Binnen het deelstappenplan 'De opdrachtvorm' worden een aantal stappen gemaakt. De eerste stap wanneer een aanvraag van voor een tijdelijke bemaling binnenkomt is het bepalen van de opdrachtvorm. Aan de hand van de volgende vraag wordt een onderscheid gemaakt tussen de verschillende opdrachtvormen.

- Bevindt de aanvraag zich in het proces 'Voorbereiding vergunning of melding' of in het proces 'Technische voorbereiding'?

Wanneer de aanvraag binnen het proces 'Voorbereiding vergunning of melding' valt, heeft het de opdrachtvorm GC-combi of OA-combi. In beide gevallen is de volgende stap het inschakelen van een adviesbureau. Dit kan het intern adviesbureau zijn (HVT Advies) maar dit kan ook een extern adviesbureau zijn. In ieder geval is hier de voorbereiding voor HVT afgelopen. Dit is aangegeven door middel van het dubbele vierkant 'adviesbureau inschakelen' in figuur 12.

Valt de aanvraag binnen het proces 'Technische voorbereiding' dan heeft het de opdrachtvorm TB-OA of GC-OA. Bij de opdrachtvorm TB-OA moet bepaald worden of het een uitzondering is. Bij een uitzondering is de keuze voor de bemaling vrij (bijlage 1) en het deelstappenplan 'Eisen van de stakeholders' gevolgd worden. Betreft TB-OA geen uitzondering dan kan het bestek gevolgd worden en per bestekpost een prijs opgegeven worden. Na deze stap wordt verder gegaan met de volgende fase. De opdrachtbevestiging(hoofdstuk 3.5). Deze fase valt buiten de scope van het onderzoek en wordt niet verder beschreven. Dit is aangegeven door middel van het dubbele vierkant 'Bestek volgen' in figuur 12. In Bijlage 4 is figuur 12 in een groter formaat weergegeven.



Figuur 12 deelstappenplan 'De opdrachtvorm'

6.3 Deelstappenplan 'Eisen van de stakeholders'

De wijze van berekenen van het debiet en de reikwijdte kan variëren van een inschatting, analytische formule tot gecompliceerde modelberekeningen. De wijze van berekenen die wordt uitgevoerd is afhankelijk van de risico's voor de omgeving die de tijdelijke bemaling met zich mee brengt. In bijlage 7 zijn mogelijk kwetsbare bodemgebruiksfuncties met de eventuele informatie bron weergegeven. De volgende criteria bepalen het risico van de tijdelijke bemaling. [bron: interview Piet Bouwmeester]

1. Kwetsbare bodemgebruiksfuncties
2. Zettinggevoelige bodemopbouw
3. Invloedssfeer

Ten eerste moet de invloedssfeer in worden geschat op basis van aanwezige gegevens. Bij twijfel moet een ruime marge worden aangehouden om het risico te verkleinen. Ten tweede moeten kwetsbare bodemgebruiksfuncties in de invloedssfeer geïnventariseerd worden. Ten derde moet de bodemopbouw op de locatie van de kwetsbare bodemgebruiksfuncties in kaart worden gebracht. Ten slotte moet per functie worden bepaald of de grondwater onttrekking een risico vormt. Bij geen aanwezigheid van kwetsbare bodemgebruiksfuncties binnen de invloedssfeer is het risico laag en is een inschatting van het debiet en de reikwijdte voldoende.

Bij aanwezigheid van kwetsbare bodemgebruiksfuncties maar geen zettinggevoelige bodemopbouw is het risico gemiddeld en moet een analytische formule gebruikt worden om het debiet en de reikwijdte te berekenen. Een formule kan eenvoudig berekend worden door middel van het gebruik van spreadsheets. Enkele voorbeelden van analytische formules die binnen HVT in spreadsheet aanwezig zijn:

- Formule van De Glee
- Formule van Thiem

Bij aanwezigheid van kwetsbare bodemgebruiksfuncties en zettinggevoelige bodemopbouw is het risico hoog. In deze situatie moet een modelberekening uitgevoerd worden om alle risico's ruimtelijk

in beeld te brengen. Enkele voorbeelden van software waarin de modellen kunnen worden ingevoerd en berekend zijn:

- M-Well
- Modflow
- Triwaco

Welke formule of model moet worden toegepast verschilt per situatie. Wanneer de uitkomst van een formule of model aangeeft dat het debiet van de grondwater onttrekking hoger is dan het maximaal toegestane debiet of dat het nadelige gevolgen heeft voor de kwetsbare bodemgebruiksfuncties, moet naar alternatieve oplossingen gezocht worden. De alternatieve oplossingen zijn (gerangschikt op toenemende kosten):

- een gesloten bouwkuip met ondiepe grondkerende wanden
- een gesloten bouwkuip met stalen damwand of diepwand tot in een van nature voorkomende waterremmende kleilaag;
- een gesloten bouwkuip met stalen damwand met een hiertussen horizontaal aangebrachte kunstmatige, afsluitende laag (grondbevriezing of chemisch geïnjecteerde grond);
- een gesloten bouwkuip met stalen damwand met een hiertussen horizontaal aangebrachte onderwaterbetonvloer die meestal aan trekpalen wordt verankerd;
- een gesloten bouwkuip met wanden en onderafdichting door grondbevriezing;
- werken onder luchtdruk (caissonmethode).

[bron: bronbemalingdictaat, A. Bot]

Wanneer gebruik wordt gemaakt van een alternatieve oplossing moet (door de hoge complexiteit van de alternatieve oplossingen) altijd een modelberekening uitgevoerd worden. In Bijlage 5 is het deelstappenplan 'Eisen van de stakeholders' weergegeven.

6.4 Deelstappenplan 'Technische bepaling'

Voor het maken van een keuze voor een technische afweging van een tijdelijke bemaling is een lijst met gesloten vragen opgesteld. Door middel van het beantwoorden van de vragen kan verder gegaan worden met de volgende stap. De vragen zijn:

1. Is de K-waarde van het bovenste pakket kleiner dan 0.01m/dag ? (k-waarde <0.01m/dag)
2. Zijn er kabels of leidingen aanwezig? (kabels)
3. Wordt de grondwaterspiegel tot meer dan 6 meter verlaagd ten opzichte van de hoogte van de pomp? (>6 meter)
4. Bestaat het bovenste pakket uit meerdere lagen met een verschillende k-waarde? (gelaagdheid)
5. Is er spanningswater aanwezig? (Spanning)

Voordat bovenstaande vragen beantwoord kunnen worden zijn een aantal acties nodig. In tabel 4 staan de stappen, benodigde acties en antwoorden weergegeven.

Tabel 4 Benodigde stappen, acties en antwoorden van deelstappenplan 2

Vraag →	1. K-waarde	2. Kabels	3. >6meter	4. Gelaagdheid	5. spanning
Actie(s)	K- waarde bepalen	KLICK melding uitvoeren	Gewenste verlaging bepalen.	Grondslag van bovenste pakket bepalen.	Stijghoogte bepalen
					Opbarst risico berekenen
Antwoord	K-waarde < 0.01m/d. ja/nee	Kabels/leidingen aanwezig. ja/nee	> 6 meter verlaging t.o.v. de hoogte van de pomp. ja/nee	Meerdere lagen in bovenste pakket met verschillende k-waarde. Ja/nee	Neerwaartse druk is < stijghoogte druk. Ja/nee

Elke vraag vertegenwoordigt een stap in het deelstappenplan. Na het uitvoeren van de acties en het beantwoorden van de vragen kunnen de stappen in het deelstappenplan worden genomen. Bovenstaande vragen worden weergegeven in bijlage 6 deelstappenplan 'Technische bepaling'. In de bijlage wordt links bovenaan gestart met de eerste vraag. Wanneer antwoord wordt gegeven op elke vraag komt uiteindelijk de techniek naar voren die bij de desbetreffende situatie het beste past. Dit is aangegeven doormiddel van een dubbel vierkant. Ook is het mogelijk dat twee verschillende technieken worden toegepast. wanneer een opbarst risico aanwezig is.

6.5 Deelconclusie

Bij de aanvraag moet de beslissing worden genomen of verder wordt gegaan met de opdracht. Wanneer de opdrachtvorm GC-OA is of het een uitzondering van TB-OA betreft moet verder worden gegaan. Dit is de eerste stap van de offertefase. In het deelstappenplan 'Eisen van de stakeholders' moet beslist worden of een offerte uitgebracht wordt aan de hand van de gestelde eisen. In het laatste deelstappenplan wordt beslist welke techniek of technieken worden toegepast. Wanneer bij deze stap begonnen wordt is de opdracht haalbaar geacht. De deelstappenplannen die samen de offertefase beschrijven zijn weergegeven in figuur 13.



Figuur 13 Stappenplan offertefase

7. Conclusies

7.1 Conclusie

Aan de hand van dit onderzoek is antwoord verkregen op de hoofdvraag:

- Uit welke stappen moet de voorbereiding van tijdelijke bemalingen bestaan om te voldoen aan de eisen die stakeholders stellen aan de voorbereiding?

Ten eerste moet een aanvraag voor een tijdelijke bemaling geanalyseerd worden en moet de opdrachtvorm bepaald worden. Ten tweede moeten de eisen van de stakeholders geïnventariseerd worden. Ten slotte moet een technische bepaling van de bemalingstechniek afgewerkt worden. Geconcludeerd kan worden dat wanneer de werknemers de bovenstaande stappen volgen, wordt voldaan aan de eisen die worden gesteld door de stakeholders aan de voorbereiding van een tijdelijke bemaling.

De deelvragen die zijn onderzocht in dit onderzoek zijn hieronder beantwoord.

Deelvraag 1:

Welke fases van het voorbereidingsproces moeten gestructureerd worden om problemen bij de uitvoering te voorkomen?

De problemen die ontstaan zijn, zijn te verhelpen doormiddel van het inwinnen en toepassen van relevante gegevens. Uit het onderzoek van de verschillende opdrachtvormen en fases blijkt dat problemen ontstaan in de offertefase van de opdrachtvorm GC-OA. Geconcludeerd kan worden dat het inwinnen van de juiste gegevens voor het maken van een ontwerp in de offertefase problemen bij de uitvoering kan voorkomen.

Deelvraag 2:

Welke technische criteria bepalen de techniek die wordt toegepast bij tijdelijke bemalingen?

De technische criteria die bepalend zijn voor de keuze van een bepaalde techniek zijn :

1. Het debiet
2. Grondslag
3. Aanwezigheid van spanningswater
4. Aanwezigheid van kabels/leidingen in de grond
5. Verlaging van de grondwaterstand

Door voor iedere opdracht bovenstaande criteria te definiëren is het mogelijk een keuze te maken voor een bepaalde bemalingstechniek.

Deelvraag 3:

Welke eisen worden gesteld aan de voorbereiding van tijdelijke bemalingen door de belangrijkste stakeholders en welke mate van invloed heeft dit op de voorbereiding?

De belangrijkste stakeholders zijn HVT, de opdrachtgever en het bevoegd gezag. HVT eist dat de vergunning gecontroleerd wordt en dat voor die controle een risicobepaling uitgevoerd wordt. De risicobepaling en de daarbij behorende wijze van berekenen van het debiet en reikwijdte moet er voor zorgen dat het risico op schade in de omgeving wordt geminimaliseerd. De opdrachtgever geeft geen directe eisen aan de voorbereiding. Wel kan de opdrachtgever eisen dat volgens de BRL 12000 gewerkt moet worden. De mate van invloed die de eisen hebben op de voorbereiding is voor elke opdracht anders. Geconcludeerd kan worden dat de eisen die gesteld worden aan de reikwijdte en het debiet het meeste invloed hebben op hoe de voorbereiding verloopt.

Deelvraag 4:

Waar bevinden zich beslismomenten in de voorbereiding van een tijdelijke bemaling?

Er zijn drie deelstappenplannen opgesteld. In het deelstappenplan 'Opdracht bepaling' zit het eerste beslismoment. Hierin wordt beslist of wordt begonnen met de offertefase. Dit beslismoment bepaalt of met een ontwerp wordt begonnen. Het tweede beslismoment zit in het deelstappenplan 'Eisen van de stakeholders'. Wanneer alle stappen zijn gezet komt men bij het controleren van de aanvullende eisen. Deze eisen bepalen of er verder wordt gegaan met het ontwerp of dat besloten moet worden om geen offerte uit te brengen. De laatste beslissing die gemaakt moet worden is de bemalingstechniek. Deze wordt gevonden door het beantwoorden van enkele vragen.

7.2 Discussie

Traditioneel bestek

In het rapport wordt bij traditioneel bestek er van uit gegaan dat alle onderdelen en voorwaarden voor een tijdelijk bemaling in het bestek worden meegenomen. Bij de uitzondering is er van uit gegaan dat het ontwerp vrij is voor de aannemer die de tijdelijke bemaling uitvoert. In dit geval is dat HVT. Echter komt het voor dat het bestek enkele onderdelen van een bemaling wel heeft opgenomen en enkele niet. Dit betekent dat een ontwerp gemaakt moet worden voor de onderdelen die niet staan beschreven. Wanneer dit het geval is zal het mogelijk dat voorbereiding van een tijdelijke bemaling anders verloopt.

Melding of vergunning

Bij de voorbereiding is er van uit gegaan dat een melding is gedaan of dat een vergunning is verleend. Het komt voor dat dit nog niet is gedaan en dat toch met de voorbereiding wordt begonnen. Wanneer dit wordt gedaan kan veel tijd verloren gaan als een nieuw ontwerp moet worden gemaakt wanneer blijkt dat het gemaakte ontwerp niet voldoet aan de eisen van de vergunning.

Technische bepaling

In de bepaling van de bemalingstechniek is niet ingegaan op de specifieke onderdelen, zoals aantal filters, grootte ringleiding, lengte filters etc. In de opdrachten worden voor het grootste gedeelte

standaard onderdelen gebruikt. Hoe vaak geen standaard onderdelen worden gebruikt en de mate van invloed dit heeft op de voorbereiding is niet bekend.

Lozingseisen

Het onttrokken grondwater moet altijd ergens geloosd worden. In het onderzoek zijn de eisen die gesteld worden aan het lozen en de impact van lozen op de voorbereiding niet meegenomen.

7.3 Aanbevelingen

Verschillende fases

In het onderzoek is de fase waarin de problemen ontstaan onderzocht. Echter is het aan te bevelen om het onderzoek uit te breiden naar de andere fases van de voorbereiding. Wanneer die ook worden onderzocht en worden toegevoegd als deelstappenplan kan een vlak dekkend stappenplan gemaakt worden voor het hele voorbereidingsproces van een tijdelijke bemaling.

Financiële factoren

De financiële factoren die spelen bij een opdracht zijn in dit rapport niet onderzocht. In de praktijk is dit wel een factor die bij veel opdrachten bepalend is. Aanbevolen wordt om per stap in elk deelstappenplan een onderzoek te doen naar de financiële gevolgen die deze stap heeft. Hierdoor kan eerder en nauwkeuriger worden beslist of door moeten worden gegaan met de volgende stap.

Informatie beschikbaarheid

Bij weinig tot geen beschikbaarheid van gegevens die het debiet en de reikwijdte bepalen moet de afweging gemaakt worden om (extra) veldonderzoek te doen. Dit onderzoek moet zich richten op parameters die de invloed van de grondwater onttrekking bepalen. Aanbevolen wordt om onderzoek te doen naar de haalbaarheid van (extra) veldonderzoek, wanneer een opdracht een bepaalde grootte heeft.

Berekeningswijze bepaling

Wanneer een bepaalde formule of model toegepast moet worden is voor elke situatie van grondwater onttrekken anders. Extra onderzoek wordt aanbevolen naar de parameters die de keuze van de verschillende formules of modellen bepalen.

lozen

De eisen die gesteld worden aan het lozen van het onttrokken grondwater worden steeds strenger. Dit kan grote gevolgen hebben voor de haalbaarheid van een ontwerp. Aanbevolen wordt om onderzoek te doen naar de impact van lozingseisen op de voorbereiding van tijdelijke bemalingen.

Literatuurlijst

Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit. Opgeroepen 21-3-2015:

<http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/b-in-situ-reiniging/b1-algemene-aspecten-in-situ-reiniging/in-situ-sanering-doorlatendheid-van-de-bodem>

Helpdesk waterwet. Opgeroepen op 10-4-2015:

<http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/waterwet/>

Ondernemersplein. opgeroepen op 10-5-2015:

<http://www.ondernemersplein.nl/ondernemen/marketing/klanten-vinden/info-en-advies/een-offerte-maken/>

Infrawiki. Opgeroepen op 29-5-2015:

<http://www.infrawiki.nl/index.php/begrippenlijst/228-bronbemaling>

Koop bronbemaling. Opgeroepen op 29-5-2015:

<http://www.koopbronbemaling.nl/Diensten/Verticale-bronbemaling/>

Bestek gemeente duiven:

RAW1439-89125 Project: Revitalisering Nieuwgraaf - Centerpoort Fase 2 Besteknummer: 15-001 Perceel 1, Gemeente Duiven, afdeling Beheer

Bronbemaling Dictaat, A. Bot:

versie 150321 blz. 34

M.J. Fraanje:

Fraanje, M.J. 1974. Bronbemaling. ISBN 90 10 104 745. Elsevier, Amsterdam. Blz. 127 – 128 Vacuümbepaling

Spikker en Veen:

Spikker, B. en Veen, M.K.V. van der. 2014. Toepasbaarheid van frequentiegestuurd bemalen met behulp van niveaumeting. Afstudeerrapport hogeschool VHL, opleiding Land en Watermanagement, Velp. Opdracht van Koop Watermanagement Bad Bentheim/Gildehaus Duitsland.

Stichting Infrastructuur Kwaliteitsboring Bodembeheer(SIKB):

Informatieblad nieuwe regels voor bronbemalingen, blz. 24 – 25 Voorbereiden melding of vergunning protocol 12010,

Bijlage 1 Voorbeeld bestek TB-OA uitzondering

301							BRONBEMALING				
301010	210299						Toepassen bronbemaling t.b.v. rioolsleuven Betreft: het aanbrengen, instandhouden en verwijderen van bronbemaling. Hoeveelheidsbepaling: de hoeveelheid wordt gelijk gesteld aan het aantal, in het werk gemeten, strekkende meter sleuf volgens bestekspostnr. 211010	m	1.040,00	V	
301011	210201						Aanbrengen bronbemaling. Betreft: verlagen van de heersende grondwaterstand. Het water afvoeren naar het lozingspunt zoals beschreven in het bemalingsplan. Verlaging van het freatisch vlak tot 0,30 m onder buizen en putten.				
		2					Opbouw bemaling ter keuze van de aannemer				
		1					Verticale filters/deepwells/horizontale drains. Zo efficiënt mogelijke afstelling van de filterdieptes is een vereiste. Diesel of elektrische aandrijving van de pompen ter keuze van de aannemer. Hierbij dienen de geldende				
		9									

BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER HOOFD- CODE	DEFICODE						OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING
		1	2	3	4	5	6				
						9		milieu- en geluidseisen in acht te worden genomen Reserve-energievoorziening is niet vereist, echter de aannemer dient de veiligheid van de drooglegging van de sleuven voldoende te waarborgen. Onttrekkingspompen verbinden met hoofdafvoerleiding.			
301012	210202							Instandhouden bronbemaling. Betreft: bronbemaling, aangebracht volgens bestekspostnr. 301011 Periode van instandhouding: Vanaf start ontgravingen tot na afloop van het aanvullingswerk. Verlaging van het freatisch vlak tot het in bestekspostnr. 301011 vermelde niveau Een wachtsman, die voldoende ter zake van de bemaling kundig is, moet op of in de directe nabijheid van het werk aanwezig zijn, ook buiten normale werktijden			
		1									
						1					
301013	210899							Aanbrengen debietmeetpunt. Aanbrengen, instandhouden, verplaatsen en verwijderen van benodigde debietmeetpunten. Aantal punten afhankelijk van werkwijze aannemer. Meting van het debiet met totaal telling van de onttrokken en geloosde hoeveelheid water. Debietmeter(s) en de metingen er van dienen te voldoen aan de eisen van het bevoegde gezag.			
301014	210204							Verwijderen bronbemaling. Betreft: bronbemaling, aangebracht volgens bestekspostnr. 301011 Filters en overig bemalingsmaterieel verwijderen. Filtergaten aanvullen conform BRL SIKB 2100.			
		9									

[bron:bestek gemeente duiven]

Bijlage 2 Voorgekomen problemen

Nr.	Aannemer	Plaats	Werk	afwijking	Oplossing	Preventie voor HVT	contractvorm	rol
1	Van Boekel	Tilburg	Tunnel doorschuiven	Tunnel was lek	bemaling moest blijven staan	NVT	TB	OA
2	Hoes	Hedel	Aanleg mestkelder	Alsnog Visuele verkleuring van oppervlaktewater bij lozingspunt na ontijzing	ontijzering was geplaatst, bleek niet voldoende dus extra ingezet	Grondwateranalyse uitvoeren om extra data in te winnen zodat ijzergehalte in kaart wordt gebracht (offertefase)	GC	OA
3	Klaassen	Druten	Aanleg fundering	Alsnog Visuele verkleuring van oppervlaktewater bij lozingspunt na ontijzing	ontijzering was geplaatst, bleek niet voldoende dus extra ingezet	Grondwateranalyse uitvoeren om extra data in te winnen zodat ijzergehalte in kaart wordt gebracht (offertefase)	TB	OA
4	Nikkels	Deventer	Aanleg kelder appartementen	Max. toegestane debiet was 25m ³ /h. werkelijk was 150m ³ /h.	Doorgegaan met werken, dwangsom volgt nog	Onderbouwing debiet gedaan o.b.v. ervaring in de buurt. Data inwinnen en uitrekenen. (offertefase)	GC	OA
5	Bam	Zutphen	Onderdoorgang spoor	Verontreiniging aangetroffen minerale olie, werk stil gelegd	Sanering	HVT niet verantwoordelijk, grondwater analyse (offertefase)	TB	OA
6	Dijkhof	Apeldoorn	Huiskelder	Watermeter niet na behoren gemonteerd	Watermeter opnieuw en na behoren monteren	Werknemers weten hoe het moet, controle door verantwoordelijke(uitvoerder) (planning-/offertefase)	TB	OA
7	Dusseldorp	Duiven	Aanleg/verplaatsen gemaal	Alsnog Visuele verkleuring van oppervlaktewater bij lozingspunt na ontijzing	ontijzering was geplaatst, bleek niet voldoende dus extra ingezet	Grondwateranalyse uitvoeren om extra data in te winnen zodat ijzergehalte in kaart wordt gebracht (offertefase)	GC	OA

Vervolg bijlage 2

8	Liemers	Uift	Rioolrenovatie	Werk stil gelegd, te veel (spook)kabels aanwezig. KLUCK melding gedaan.	Het voorgraven van filters	Kabels waren bij niemand bekend	TB	OA
9	NTP	Babberich	Plaatsen gemaal	Openbronnen ipv deewells op verkeerde plek aangegeven door aannemer	Diep wells op juiste plek gezet	Werkplan en tekening maken voor bemaling. Plek verifiëren met aannemer (offertefase)	TB	OA
10	Heijmans	Damwoude	Aanleg aquaduct	Laag kapot gebarsten door ontlasting pakket erboven	Remmende laag hersteld	Grote fluctuatie in bodemopbouw, uitgebreid geohydrologisch onderzoek (offertefase)	GC	C
11	Sprong	Almere	Rioolrenovatie	Sleuf was niet droog omdat aannemer andere bemaling wilde dan in advies was aangegeven	Open bronnen ipv vacuüm, zoals in advies was aangegeven	Aannemer overtuigen bij twijfel (offertefase)	TB	OA
12	Bam	Ens-Emmeloord	110Kv kabel	Afwerken peilbuizen niet in contract opgenomen	Prijs per stuk opgeven	Checklist bij contract opstellen (offertefase)	GC	C
13	Bam	Ens-Emmeloord	110Kv kabel	Werk stil gelegd door waterschap, retourbemaling plan was niet voldoende	Retourbemaling plan maken	Beter afstemmen met waterschap wat in plan moet staan. (offertefase)	GC	C
14	AVR	Duiven		Standaard klokpomp geplaatst, te kleine opvoerhoogte	Pomp met hogere opvoerhoogte aansluiten	Niet aannemen dat standaard voldoende is. Berekening maken en in bemalingsplan zetten. (offertefase)	GC	OA

Bijlage 3 Berekening waterbezwaar

uitwerking theoretische bepaling waterbezwaar enkele filter

voor kortdurende bemalingen: $v_f = \frac{\sqrt{K}}{15}$ (m/s) $\rightarrow v_f = 24 * 3600 * \frac{\sqrt{K}}{15}$ (m/d)

voor langdurende bemalingen: $v_f = \frac{\sqrt{K}}{35}$ (m/s) $\rightarrow v_f = 24 * 3600 * \frac{\sqrt{K}}{35}$ (m/d)

Met: K = doorlatendheid watervoerend pakket (m/s) $\leftarrow$!

Het **toelaatbare debiet van de bron**

kan nu berekend worden:

$$Q_{toel} = 2 \pi r_0 h_f v_f \text{ (m}^3\text{/dag)}$$

Met: h_f = filterlengte (m)
 r_0 = straal filter (m)
 v_f = filtersnelheid (m/d)

[bron: BronbemalingDictaat, A. Bot]

K=80m/dag = $9.26 * 10^{-4}$ m/sec

r = 45mm = 0.045m

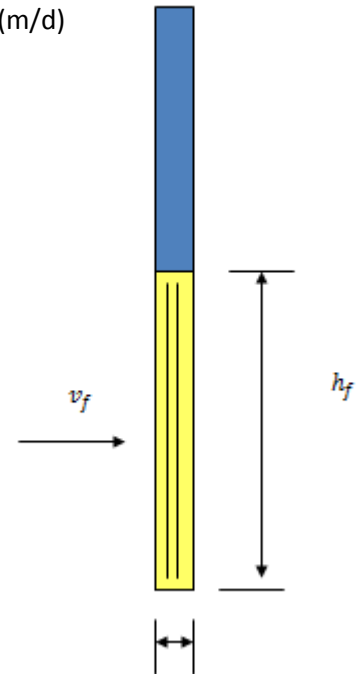
h_f = 8m

$$v_f = \frac{\sqrt{K}}{15} = (\sqrt{9.26 * 10^{-4}})/15 = 2.03 * 10^{-3} \text{ m/sec}$$

$$v_f = 24 * 3600 * \frac{\sqrt{K}}{15} \text{ (m/d)} = 2.03 * 10^{-3} * 24 * 3600 = 175.27 \text{ m/dag}$$

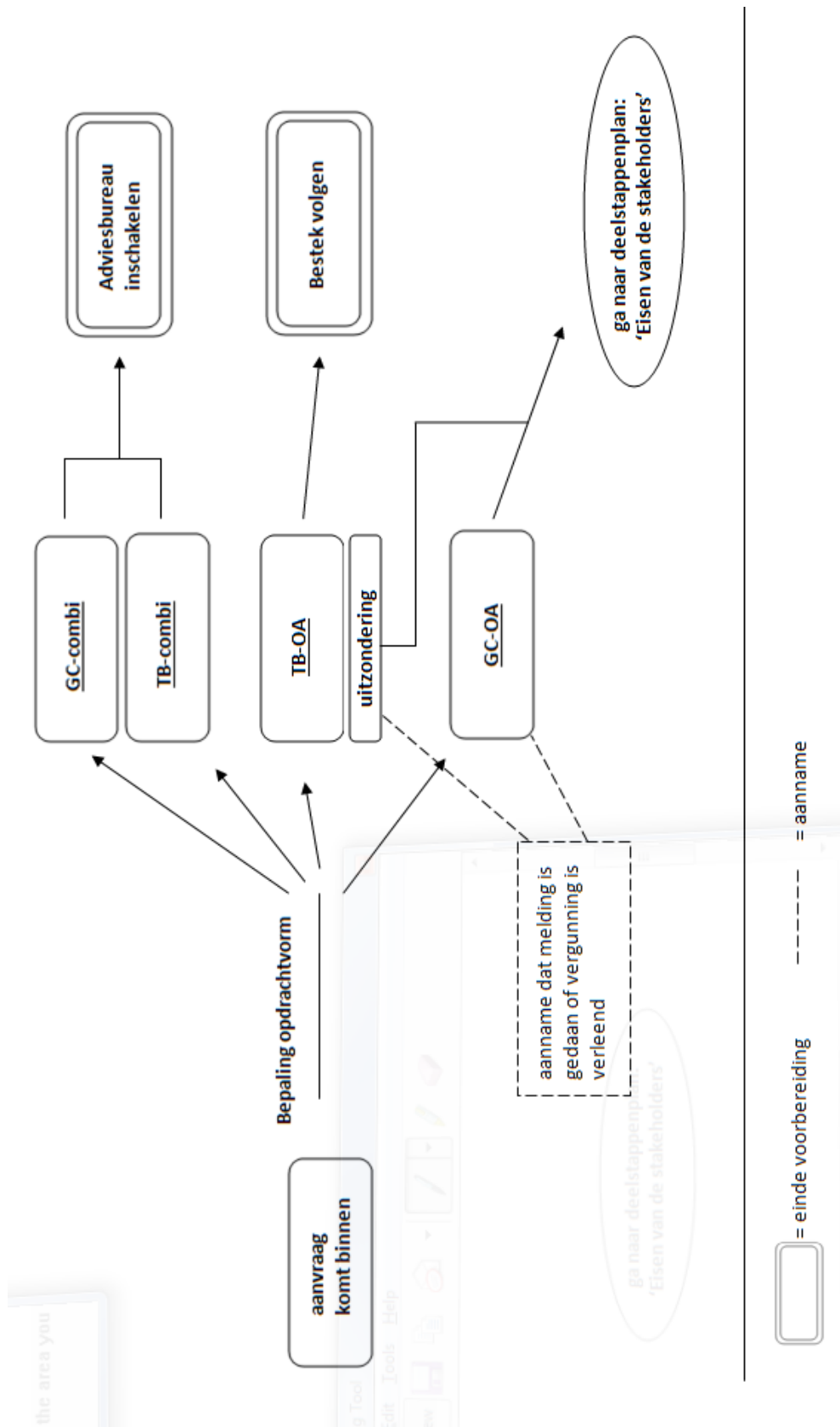
$$Q_{toel} = 2 \pi r_0 h_f v_f \text{ (m}^3\text{/dag)} = 2 * \pi * 0.045 * 8 * 175.27 = 396.45 \text{ m}^3\text{/dag}$$

$$396.45 / 24 = 16.51 \text{ m}^3\text{/uur}$$

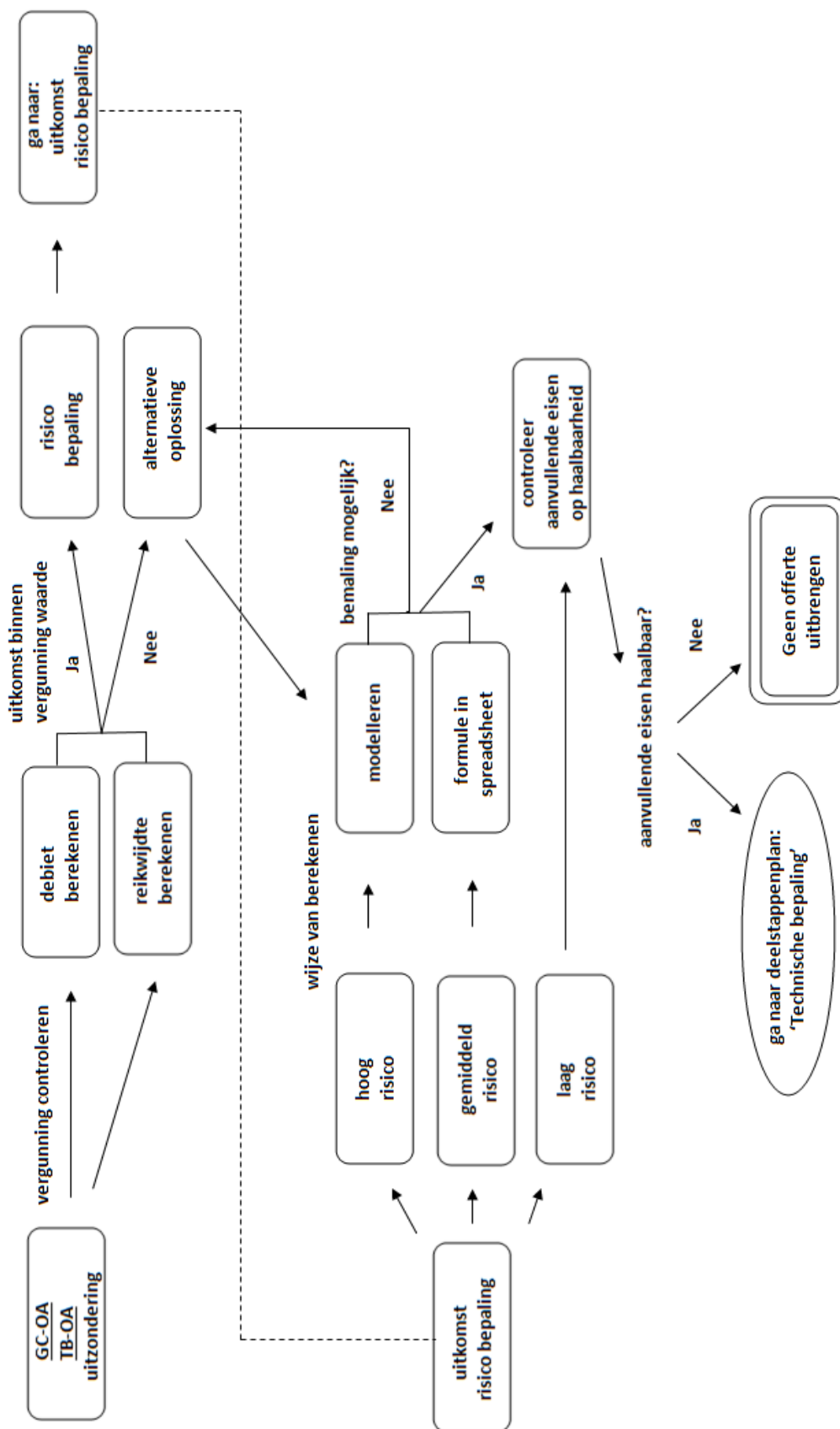


Figuur 14 parameters Q_{toel}

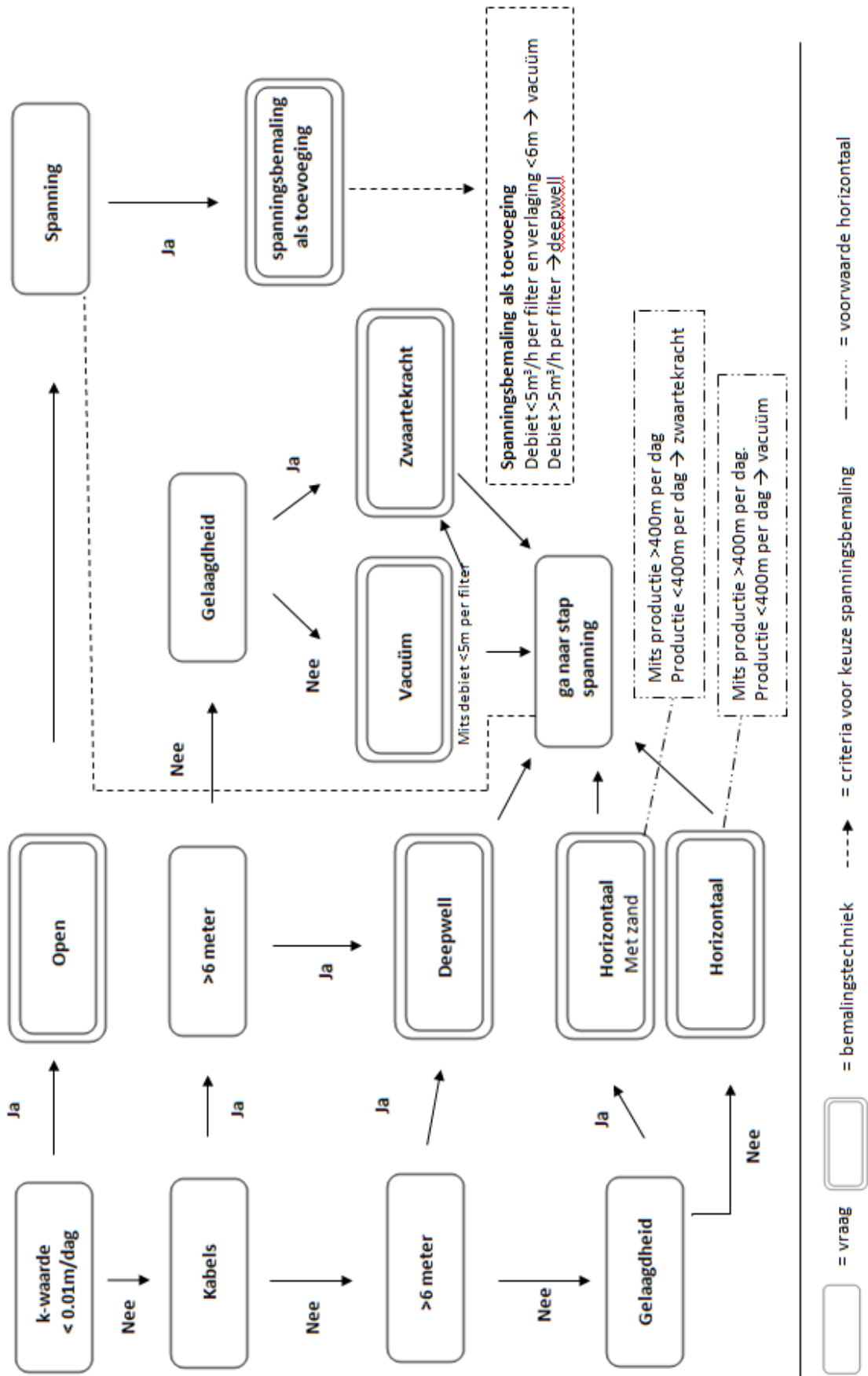
Bijlage 4 Deelstappenplan 'Opdrachtvorm bepaling'



Bijlage 5 Deelstappenplan 'Eisen van de stakeholders'



Bijlage 6 Deelstappenplan ‘Technische bepaling’



Bijlage 7 Kwetsbare bodemgebruiksfuncties

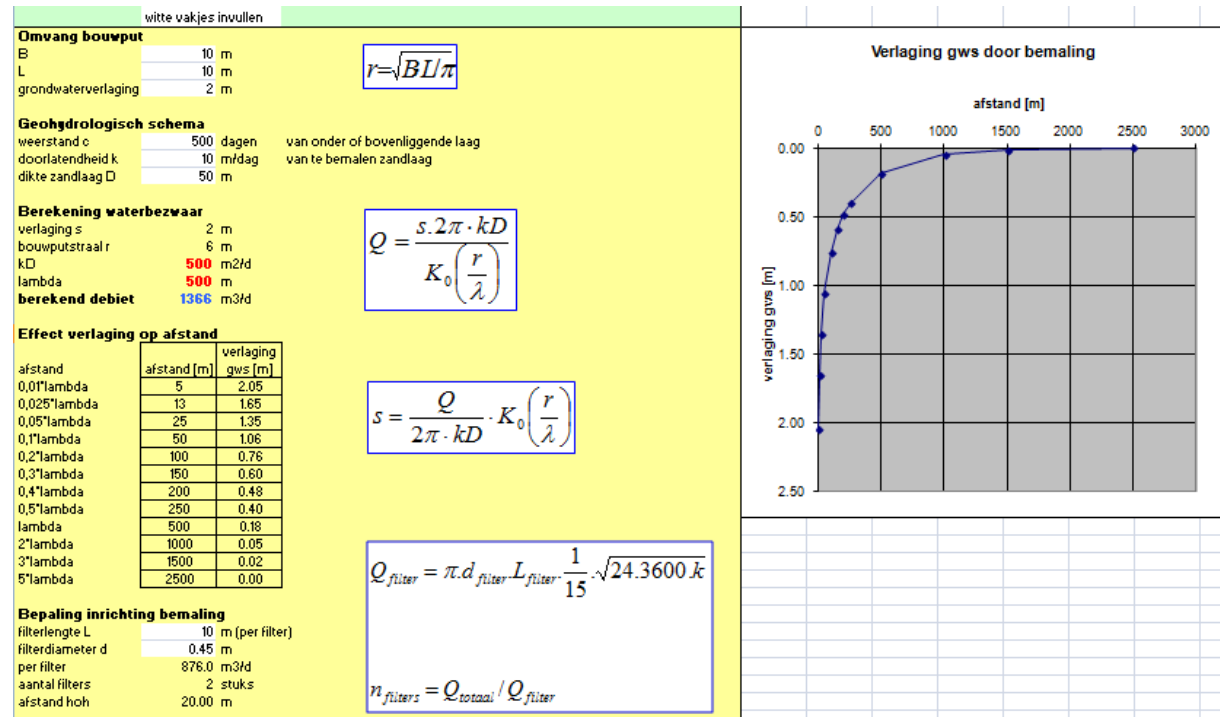
Mogelijk kwetsbare bodemgebruiksfuncties met eventuele informatie bron

- *Landbouw, natuur (verdroging) → provincie, waterschap, gemeente, Landbouw Economisch Instituut (LEI), Land- en Tuinbouw Organisatie (LTO);*
- *Grondwaterbeschermingsgebieden (verdroging) → provincie;*
- *Wegen, spoor, tunnels, kabels en leidingen (schade door verzakking) → beheerders infrastructuur (gemeente, ProRail, kabelmaatschappij, etc);*
- *Zettingsgevoelige bebouwing (schade door verzakking) → gemeente;*
- *Paalrot (bij op houten palen gefundeerde bebouwing) → gemeente;*
- *Groenvoorzieningen, kwetsbare beplantingen (verdroging of vernatting) → gemeente;*
- *Wateroverlast bij retourbemaling of infiltraties, denk bijvoorbeeld aan ontwateringsdiepte bij bomen, kruipruimtes, kelders, etc → gemeente;*
- *Opbarsten (water)bodems bij retournering of infiltratie → eigen controle;*
- *Zoet/brak en brak/zout grensvlak → provincie, waterschap, DINOLoket;*
- *Andere (tijdelijke) onttrekkingen en/of retourneringen zoals bijvoorbeeld industriële onttrekkingen en koude-warmte opslagsystemen → Landelijk Grondwater Register (LGR), (vanaf 2010 via provincie en waterschap);*
- *Archeologie en aardkundige waarden → Kennisinfrastructuur Cultuur Historie (KICH), gemeente;*
- *Onttrekken van water uit de strategische zoet grondwater voorraad → provincie, waterschap.*

[Bron:BRL SIKB 12000 protocol 12010]

Bijlage 8 Voorbeeld analytische formule in spreadsheet

De Glee



Bijlage 9 Voorbeeld planning

Werkplanning zwembad Silvolde															Hogeschool VHL University of Applied Sciences		Coördinator grondwatertechniek Edwin Bonsma		Inzet personeel materieel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Datum: ma di wo do vr za zo ma di wo do vr za zo ma di wo do vr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Onderdeel:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Bijlage 10 Interview Piet Bouwmeester

Interview Piet Bouwmeester
Calculator HVT bronbemaling

Datum 25-3-15

Vraag

Hoe wordt het maximaal debiet per verschillende bemalingstechniek bepaald?

antwoord

Door tientallen jaren ervaring van mijzelf en collega's. Er wordt gekeken naar hoeveel water opgepompt wordt. daarna zetten we er een extra pomp op en kijken we of er meer water uit komt. Als dit niet het geval is dan weet je het maximaal debiet. Dit staat nergens beschreven maar is ongeveer geschat en dat houden we aan als vuistregel wanneer we een keuze maken.

Bij vacuüm is dat 5 á 6 m³ per filter. Bij open bronnen is dat 15m³ per filter. Bij horizontaal houden we max. 50m³ per filter aan.

Dit betekent niet dat ook daadwerkelijk dit uit de bronnen komt, maar dit betekent dat wanneer we inschatten of berekenen dat meer water per filter onttrokken moet worden om de benodigde verlaging te behalen we een andere bemalingstechniek moeten toe passen.

Datum 20-4-15

Vraag

Er worden altijd aanvullende eisen gesteld door het waterschap. Wat betekent dat voor de voorbereiding van een tijdelijke bemaling?

antwoord

Ten eerste veel frustratie.

De aanvullende eisen zijn vaak eisen die veel tijd kosten. Tijd om ze voor te bereiden en tijd om ze uit te voeren. Dit kan veel geld kosten en de haalbaarheid van een opdracht in gevaar brengen. Vaak zijn ze niet heel complex.

Datum 21-4-15

Vraag

Hoe wordt bepaald op welke wijze het debiet en de reikwijdte wordt berekend?

Antwoord

wanneer voor een bemaling een alternatieve oplossing (vaak damwanden) moet worden bedacht moet altijd een modelberekening gemaakt worden. Dit gebeurt omdat met de alternatieve oplossingen het heel moeilijk is te schatten is hoeveel water er gaat komen en tot hoe ver het doorwerkt.

Wanneer geen alternatieve oplossing nodig is wordt het bepaald aan de hand van het risico dat het met zich mee brengt.

- Kwetsbare bodemgebruiksfuncties
- Zettingsgevoelige bodemopbouw
- Invloedssfeer

Aan de hand van die drie criteria wordt het risico bepaald op hoog, gemiddeld of laag.

Bijlage 11 Begrippenlijst

Bronbemaler

Bedrijf waarvan de werkzaamheden, voorbereiden en uitvoeren van tijdelijke bemalingen, zijn

Stijghoogte

Het potentieel van het wateroppervlak van grondwater, gemeten vanaf de onderkant van een niet of slecht doorlatende grondlaag

Grondslag

Geologische bodemopbouw van de ondiepe ondergrond.

Gelaagdheid

Meerdere lagen in het bovenste pakket van de ondergrond

Sondering

Het onderzoek en de registratie van de bodemgesteldheid naar draagkracht.

Stakeholders

Partij die betrokken is bij een onderneming of bedrijfsproces

BRL

Beroepsrichtlijn

HVT

Henk van Tongeren bronbemaling B.V.