

Tijdelijke open bemaling

In deze Infofiche wordt de aandacht toegespitst op tijdelijke bemalingen uitgevoerd met **open bemaling**, een techniek die, in het kader van bouwprojecten, de onttrekking van grondwater toelaat.

Eerst en vooral wordt de techniek en zijn toepassingsgebied beschreven. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op de gebruikte pompen. Ook worden verschillende bijzondere aandachtspunten bij het ontwerp en de uitvoering belicht.

Deze infofiche werd opgesteld in het kader van het VLAIO COOCK-project *Grondwaterbeheersing bij bouwprojecten*.

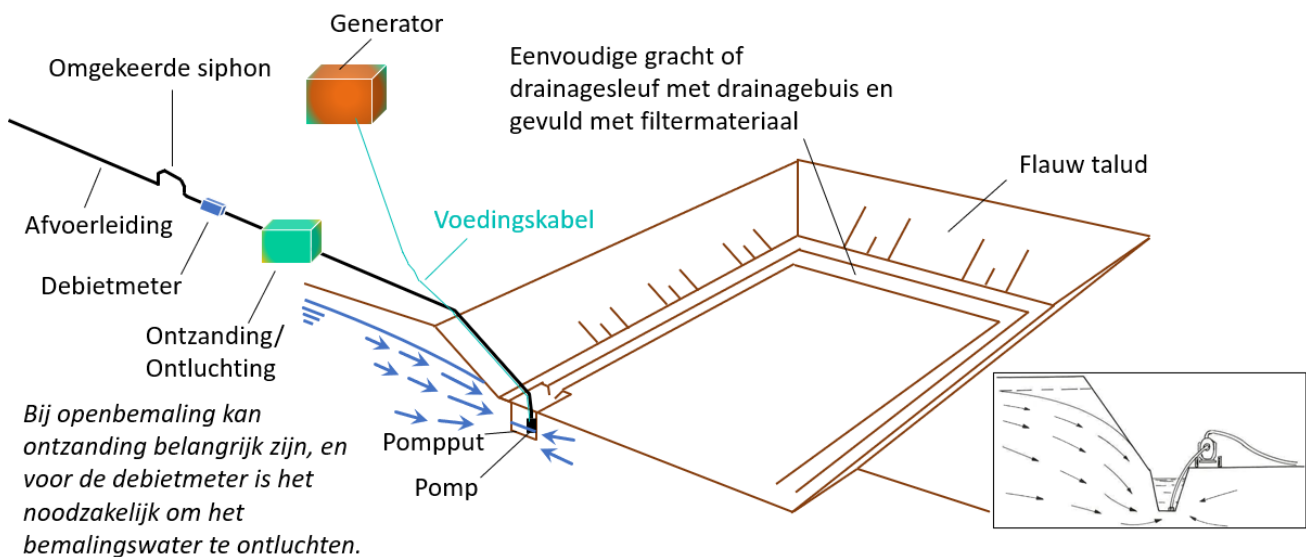


1. Algemeen principe

Open bemaling, meestal uitgevoerd door middel van pompputten, houdt in dat grondwater een uitgraving binnendringt, waarna het vervolgens wordt verwijderd door middel van pomp(en).

Dit is theoretisch de eenvoudigste manier om een grondwaterpeil te verlagen: het bemalingswater wordt opgepompt door middel van een pomp (vaak een dompelpomp) die het instromende water aanzuigt vanuit grachten die in een deel van de uitgraving zijn gemaakt. Het is echter altijd beter om ook een drain aan de voet van het talud te voorzien.

Open bemaling vereist een systeem van afvoerdrains om de instroom van grondwater op te vangen, die idealiter zou moeten opgevangen wanneer het de uitgraving binnenkomt. Het drainagesysteem moet worden gedimensioneerd om instromen van grondwater en oppervlaktewaterinstroom door neerslag aan te kunnen. Het drainagesysteem moet worden aangelegd om naar een of meerdere verzamelputten of pompputten te leiden, meestal in de hoek van de uitgraving op het diepste punt. Bij grote uitgravingen moeten sleuven en afvoerdrains in de richting van de pompput worden aangelegd [1].



Open bemaling: water stroomt in de bouwput en wordt aldaar opgevangen en afgepompt

- hier met een dompelpomp; andere configuraties zijn ook mogelijk bv. met een pomp buiten de pompput (zie omkaderde schets) of met een oppervlaktepomp buiten de bouwput en een zuigslang binnen de verzamelput
- in een brede bouwput wordt soms de generator in de bouwput geïnstalleerd

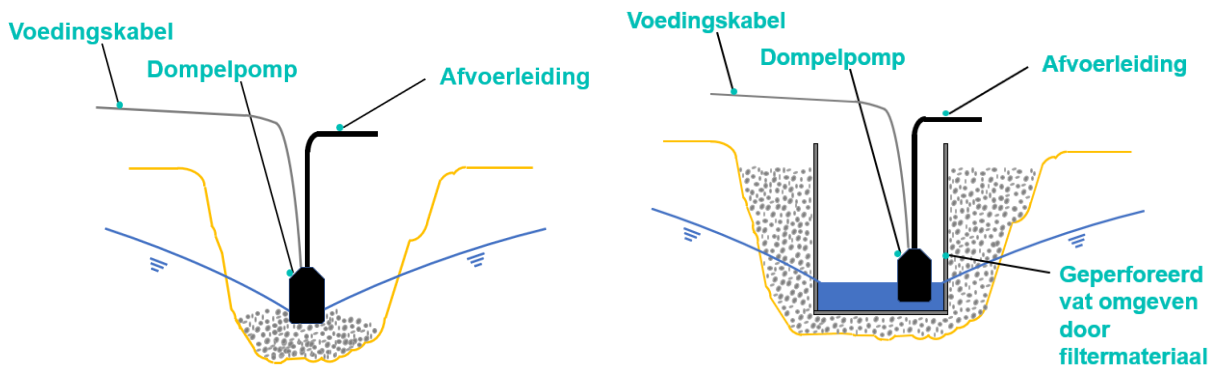
2. Open bemaling - typering van het systeem en uitvoering

De VMM-richtlijnen [2] definiëren een open bemaling als een bemaling *wanneer er zonder filters, bronnen of diep aangelegde drains rechtstreeks water wordt verwijderd vanuit een bouwput, waarbij dit water langs de taluds of de bouwputbodem in de bouwput terecht komt. In de bouwput wordt meestal een drainerende laag (steenslag, draineerzand, ...) aangelegd met een dikte van ca. 30 cm. In deze laag worden een aantal afwateringsdrains geïnstalleerd. Deze drains worden aangesloten op een collectorleiding of gracht die uitgeeft op een pompput. Met een klokpomp, een zelfaanzuigende centrifugaalpomp of een zelfaanzuigende membraanpomp¹ wordt het water uit de bouwput weggepompt.*

De pompput moet voldoende diep zijn ten opzichte van de bodem van de uitgraving om een effectieve afwatering te garanderen: de pomp (of de ondergedompelde buis) moet voldoende onder het niveau van de randdrains geplaatst kunnen worden. De afmetingen van de pompput moeten de installatie van de pomp mogelijk maken en groot genoeg zijn om deze te kunnen recupereren, rekening houdend met een zekere verstopping (door sedimentatie) van de pompput in de loop van de tijd. Met andere woorden, de pomp mag niet vast komen te zitten in de put. De pomp mag niet aan de wanden van het gat blijven plakken.

De wanden van de pompput moeten voldoende stabiel zijn (gebruik van een flauwe helling). Bij het werken met een filtersysteem om verstopping van de pompput te voorkomen, mag dit ook niet voorkomen dat er grondwater in komt.

Idealiter zou men een zekere afzetting van fijne deeltjes op de bodem van de pompput moeten kunnen toelaten door de pomp op enige afstand van de bodem van de pompput – boven filtermateriaal en eventueel op een steun/stoel – te plaatsen. Regelmatige controle en eventueel onderhoud zijn nodig om te voorkomen dat de pompput en de pomp verstopt raken. Een andere oplossing is de pomp in een geperforeerd vat omgeven door filtermateriaal te plaatsen. In dit geval is het belangrijk dat de rand van het vat zich altijd boven het niveau van het filtermateriaal² bevindt [3].



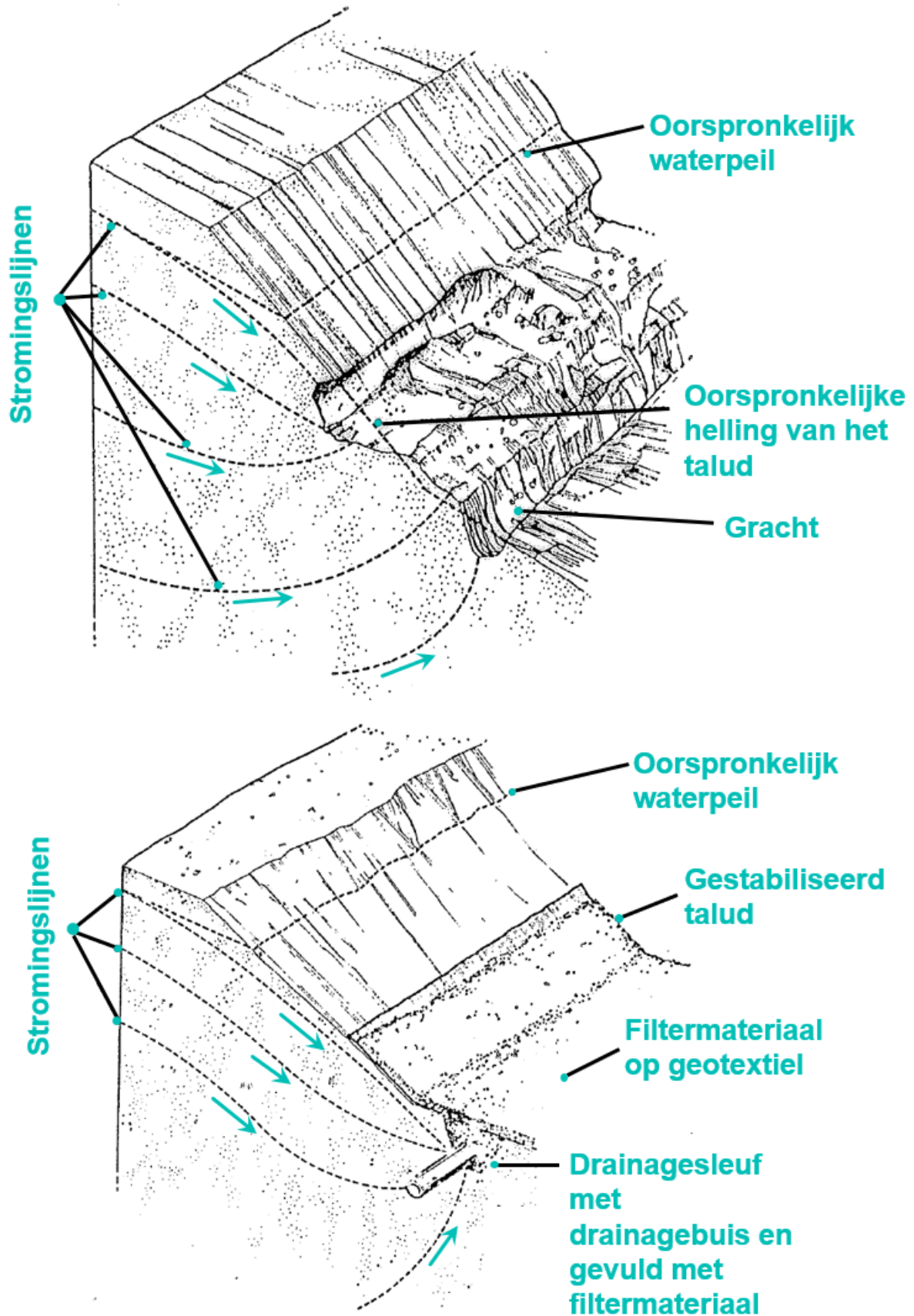
Plaatsing van de dompelpomp op filtermateriaal of in een geperforeerd vat omgeven door filtermateriaal

Het is duidelijk dat putten aan de rand van de uitgraving moeten worden geplaatst, zodat ze zich buiten de uiteindelijke constructie bevinden die wordt gebouwd. In deze opstelling is het eenvoudig om het water weg te pompen vanuit de pompputten totdat de bouwwerkzaamheden zijn voltooid en grondwaterbeheer niet langer nodig is.

Voor de grondwerken moet de grond worden afgegraven, zodat het water altijd naar de grachten kan afvloeien.

¹ Zie §4 voor uitleg over de verschillende types pompen

² Voor het filtermateriaal raadt CIRIA [1] het gebruik van grof grind (20 tot 40 mm) aan voor een vat geboord met gaten of sleuven van 10 tot 15 mm in diameter of dikte.



Concept van open bemaling – boven: alleen grachten, onder: met vulling van drainagegrachten met filtermateriaal [4]



Dompelpomp neergelegd op een grindpakket in de pompput



Omwille van de erosie van de omliggende grond dient een controle en als nuttig een onderhoud van de pomp gepland te worden om verstopping te voorkomen (zie §4).

3. Toepasbaarheid

Open bemaling is inderdaad een heel eenvoudige methode, maar waarvan de grenzen in de praktijk snel worden bereikt:

- Risico van afschuiving: de stroming van het grondwater naar het talud veroorzaakt stromingsdrukken die de **instabiliteit van het talud** sterk kunnen bevorderen.
- Uitspoeling van het talud: de aanwezigheid van een sijpeloppervlak kan erosie veroorzaken en **fijne deeltjes uit de grond/het talud** wegtrekken. Dit probleem is over het algemeen niet cruciaal als de grond uit grof zand en grind bestaat, maar wordt veel kritischer met fijn zand en lemige gronden. Een mogelijke mitigerende maatregel om deze erosie te voorkomen, is het vooraf bedekken van de hellingen en de bodem van de uitgraving met zand en grind van een grote korrelgrootte die als filter werkt. Met het transport van te veel fijne deeltjes uit het talud en de omliggende grond bestaat ook het risico van zettingen rond de bouwput. Dit kan in extreme gevallen leiden tot ontoelaatbare zettingen.
- Risico van drijfzand: het moet worden opgemerkt dat op de bodem van de uitgraving de druk van de stroming de neiging heeft om de grondkorrels naar boven te drijven, waardoor de effectieve spanning van de grond wordt verminderd. Onder deze omstandigheden kan de stabiliteit van de bodem van de bouwput erg laag zijn, waardoor de circulatie van bouwmachines in de bouwput wordt belemmerd of in het uiterste geval zelfs verboden is. *In het uiterste geval kan het gebeuren dat de grond van de bodem van de bouwput volledig onstabiel wordt. Dit noemt men drijfzand. Deze toestand ontstaat wanneer de effectieve spanningen volledig verdwijnen, waardoor de korrels geen onderling contact meer hebben en de grond zich als een vloeistof gedraagt. Er is dus gevaar voor drijfzand bij een opwaartse stroming [5]³.*

Soms wordt er geen drainerende laag aangebracht en wordt de pomp gewoon op de bouwputbodembodem geplaatst. Dit is echter niet ideaal. Door het water gaat de oppervlaktelaag van de bouwputbodembodem verweken, waardoor de werkvloer al snel een modderbad wordt. Het water dat verpompt wordt, bevat in dit geval ook veel meer gronddeeltjes, waardoor de pomp sneller verslijt [2].

Bij kleine uitgravingen kan de aanwezigheid van de pompput leiden tot aanzienlijk ruimteverlies en de goede werking van de site belemmeren [3].

Open bemaling heeft als verder nadeel dat de grondwaterstanden niet vooraf kunnen worden verlaagd [3].

Rekening houdend met deze beperkingen zijn open bemalingen beperkt tot gevallen waarin de grond zeer doorlatend is (typisch grind of rotsachtig materiaal) of juist zeer weinig doorlatend is (klei) voor ondiepe ontgravingen en bemalingsdiepten (enkele meters⁴) evenals bouwputten met zeer grote oppervlak (door de trage daling van het grondwaterpeil bij deze techniek). Bij open bemaling wordt het hemel- en grondwater uit de bouwput opgepompt. Voor diepere⁵ bouwputten wordt het aanbevolen om andere bemalingstechnieken te gebruiken. Naarmate de diepte toeneemt, neemt het risico op grondinstabiliteit toe als gevolg van de verhoogde waterdruk. Flauwe taluds moeten hoe dan ook worden gebruikt bij het uitvoeren van de uitgraving.

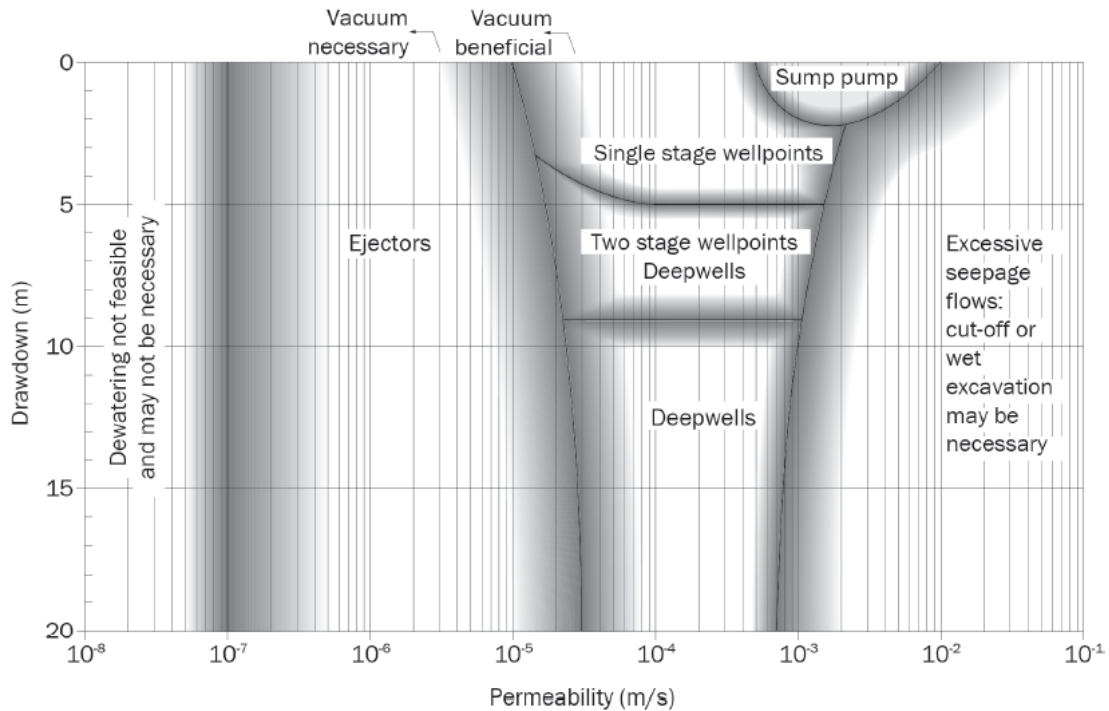
³ Drijfzand wordt veroorzaakt door opwaartse stroming, wat verschilt van het opbarsten van de bodem van een bouwput, dat wordt veroorzaakt door een verstoorde balans tussen de opwaartse waterdruk onder een waterremmende laag en het gewicht van de grond boven dit niveau (= onderkant van de waterremmende laag).

⁴ Volgens de richtlijnen van CIRIA [1] kan bij bemalingen van meer dan 1 à 2 meter de waterinstroom buitensporig worden, wat kan leiden tot instabiliteit in de uitgraving.

⁵ Zie voetnoot 4

Open bemaling is vaak gebruikt in combinatie met andere bemalingsmethodes; bijvoorbeeld voor meer complexe situaties: open bemaling voor de bemaling van het ondiepe freatisch vlak en dieptebronnen voor de bemaling van het gespannen grondwater.

CIRIA [1] beschrijft het toepassingsgebied van de verschillende bemalingstechnieken, inclusief open bemaling, in relatie tot de bemalingsdiepte en met inachtneming van de doorlatendheid van de grond.



Toepassingsgebied van de bemalingstechnieken in relatie tot de bemalingsdiepte en met inachtneming van de doorlatendheid van de grond [1]

In de handleiding van CIRIA [1] worden gunstige en ongunstige voorwaarden beschreven voor het toepassen van open bemaling:

| Aspect | Gunstig | Ongunstig |
|------------------------|---|---|
| Grond karakteristieken | <ul style="list-style-type: none"> - Niet-uniforme zanderige grinden⁶ - Schoon grind - Harde gespleten rots - Vaste en stijve klei | <ul style="list-style-type: none"> - Uniforme zanden en leemhoudende zanden - Leem en slappe klei - Gesteentelagen met risico op erosie, instabiliteit of afschuiving - Zandsteen met ongecementeerde lagen |
| Hydrologie | <ul style="list-style-type: none"> - Bescheiden bemaling - Geen nabije retourbronnen - Vrije grondwatertafel | <ul style="list-style-type: none"> - Belangrijke bemaling - Nabije retourbron - Gespannen grondwatertafel |
| Beschoeiing | <ul style="list-style-type: none"> - Flauwe taluds - Diepe damwanden - Diepe diepwanden | <ul style="list-style-type: none"> - Taluds met steile hellingen - Wanden met beperkte steek - Berlijnse wanden |
| Uitgraving | <ul style="list-style-type: none"> - Graaflaadmachines - Draglines | <ul style="list-style-type: none"> - scrapers - shovels |
| Structuur | <ul style="list-style-type: none"> - lichte funderingsbelastingen - palen | <ul style="list-style-type: none"> - zware funderingsbelastingen - alleenstaande funderingszolen en funderingsstroken op staal |
| Omgeving | <ul style="list-style-type: none"> - minimale eisen m.b.t. waterkwaliteit - laag risico op verontreiniging van lozingswater | <ul style="list-style-type: none"> - strenge eisen m.b.t. waterkwaliteit - hoge risico op verontreiniging van lozingswater |

⁶ Zanderige grinden met een goede spreiding in de korrelverdeling

CIRIA [1] geeft aan dat open bemaling niet direct kan worden uitgesloten op basis van één of twee ongunstige criteria waar aan voldaan zou worden. Echter, in bepaalde kritieke gevallen, zoals zwaarbelaste funderingen met aanzet onder het grondwaterpeil in uniform zand, is open bemaling zeker geen optie die overwogen moet worden.

Er zijn in werkelijkheid te veel variabelen om eenvoudige criteria vast te stellen voor wanneer open bemaling geschikt is.

Vaak gebruikt in het buitenland voor de bemaling van zeer doorlatende grond (grind of rotsachtig materiaal) is het toch interessant deze techniek te gebruiken in kleiachtige grond voor bouwputten van beperkte diepte om het netto volume van het opgepompte water te verminderen in overeenkomst met de filosofie van de [bemalingcascade](#). Omdat dit type bemalingstechniek wordt gebruikt om het grondwaterpeil van het freatisch vlak tot een beperkte diepte te verlagen, merken we op dat de hoeveelheid opgepompt water in kleiachtige gronden vaak kleiner zijn dan bij andere bemalingstechnieken en dat de invloedsstraal ook kan worden verkleind. Op voorwaarde dat een open bemaling überhaupt kan worden toegepast, zal dit in theorie alleen het volume grondwater verpompen dat strikt noodzakelijk is om de gewenste verlaging te bereiken, met andere woorden, alleen het binnenstromende water wordt opgepompt. In kleilagen bestaat er toch altijd een risico dat de bodem van de put verzacht en dat de taluds instorten. In dergelijke omstandigheden kan snel de begaanbaarheid van de bouwput moeilijk worden. Het criterium van stabiliteit van de bouwput dient altijd prioritair te blijven cf. het [Koninklijke Besluit van 25 januari 2001](#) betreffende de tijdelijke of mobiele bouwplaatsen. NAVB [6] benadrukt daarbij het risico op ontlasting van de grond naarmate grond wordt uitgegraven en vermeldt dat een verlaging van het grondwaterpeil eveneens grondbewegingen kan teweegbrengen: een ontlasting van de grond kan veroorzaakt worden door de verplaatsing van fijne deeltjes.

Ongeacht de bemalingstechniek moet de benodigde verlaging voor de uitgraving in elk geval worden bereikt. Dit betekent dat na een grondige risicoanalyse open bemaling vaak terzijde wordt geschoven ten gunste van andere bemalingstechnieken die beter kunnen worden gedimensioneerd, gecontroleerd, aangepast en bijgestuurd via engineering. Het is dus niet per definitie zo dat open bemaling minder water verpompt dan andere bemalingstechnieken; sterker nog, het kan zelfs resulteren in een grotere hoeveelheid opgepompt water, vooral in zeer doorlatende gronden. Elk geval moet afzonderlijk en grondig worden beoordeeld.

[Bemalingswater moet, voor zover dit met toepassing van beste beschikbare technieken mogelijk is, zoveel mogelijk terug in de grond worden ingebracht](#). Een belangrijk aspect hierbij is de kwaliteit van het opgepompte water, of het nu gaat om retournering, hergebruik of waterlozing. Het 'beladen' karakter van het water zal een grote impact hebben op de efficiëntie van het retourproces. Een grondige ontzandingsoperatie zal vereist zijn⁷. De vereisten voor waterkwaliteit voor het terug in de ondergrond brengen van bemalingswater worden vermeld in de [infofiche retourbemaling](#). De afstand tot de retourbronnen moet zorgvuldig worden bestudeerd om de doeltreffendheid van de bemaling en de stabiliteit van de bouwput niet nadelig te beïnvloeden, terwijl het toch effectief blijft in het verzachten van de effecten van de bemaling op de directe omgeving van de werf.

De tabel van de CIRIA-aanbevelingen (zie pagina 6 van deze infofiche) geeft richtlijnen voor de te gebruiken machines bij de uitgraving. Het is echter belangrijk op te merken dat de keuze voor een

⁷ Bij open bemaling kan het water zo beladen zijn met zand, maar ook met fijne deeltjes, dat het gebruik van een zandvangbak niet meer volstaat. In dit geval worden bezinkvijvers gebruikt om slibachtige en kleiachtige deeltjes uit het water te verwijderen [1]. Vanwege de beperkte ruimte op de meeste werklocaties, het gebrek aan controle over het sedimentatieproces en de benodigde tijd voor de operatie is dit echter niet altijd haalbaar. In zulke gevallen moet er gekozen worden voor een andere bemalingstechniek om te voldoen aan de kwaliteitseisen voor het retourneren of lozen van water.

bepaalde graafmachine in handen ligt van de aannemer die verantwoordelijk is voor de grondwerken en/of de open bemaling, rekening houdend met diens ervaring. De belangrijkste praktische aspecten om rekening mee te houden zijn het gewicht van de geselecteerde machine en de toegankelijkheid van de bodem van de uitgraving. In Vlaanderen wordt soms de ervaring gedeeld dat het gebruik van een graafmachine op rupsbanden in plaats van een traditionele graaflaadmachine op banden aan te raden is om redenen van bereikbaarheid.

4. Materialen

Pompen voor de uitvoering van de open bemaling

Het kenmerk van een pomp voor open bemaling is het feit dat hij in staat moet zijn (vervuild) water aan te zuigen dat beladen is met vaste deeltjes.

Dompelpompen (ook wel **klokpompen** genoemd) worden vaak gebruikt om hetzelfde type pompinstallatie te beschrijven. Deze pompen moeten niet verward worden met **oppervlaktepompen**. Hier zijn de belangrijkste verschillen tussen de twee typen pompen:

1. Toepassing: een oppervlaktepomp wordt meestal gebruikt om water op te pompen uit ondiepe putten, reservoirs, tanks of andere waterbronnen. Oppervlaktepompen worden boven het waterniveau geïnstalleerd. Een dompelpomp of klokpomp daarentegen wordt ondergedompeld in water en wordt meestal gebruikt voor het oppompen van schoon- of vuilwater, beladen met vaste deeltjes, uit diepere putten, bassins, vijvers, rivieren of andere waterlichamen.
2. Installatie: een oppervlaktepomp wordt boven de waterbron geïnstalleerd, meestal op een platform of aan de zijkant van de put. Het heeft een aanzuigleiding die het water naar de pomp trekt. Een dompelpomp daarentegen wordt volledig ondergedompeld in water geïnstalleerd. Het heeft een aanzuigopening of -slang waarmee water rechtstreeks vanuit de bron wordt aangezogen.
3. Aandrijving/werking: een oppervlaktepomp wordt meestal aangedreven door een externe motor die via een aandrijfjas met de pomp is verbonden. Deze pompen werken volgens het zuigprincipe, waarbij de pomp zich buiten de pompput bevindt met een zuigslang in de pompput. Deze pompen zijn vergelijkbaar met de pompen die worden gebruikt voor [filterbemalingen](#) - de opvoerhoogte wordt dus ook begrensd door het zuigprincipe – maar hebben een hogere tolerantie voor water beladen met vaste deeltjes. De motor kan zich boven de grond bevinden, waardoor onderhoud gemakkelijk uitgevoerd kan worden. Een dompelpomp daarentegen heeft een ingebouwde motor die in het water is geplaatst. Deze motor drijft direct de pomp aan. De motor draait met tussenpozen, afhankelijk van de watertoevoer. De pomp zuigt water en lucht aan. Capaciteiten van dompelpompen variëren meestal tussen 36 à 360 m³/u, met respectievelijk opvoerhoogten van 10 à 25 m [3]. Aangezien de pomp geen zuigerpomp is, heeft deze niet dezelfde beperkingen wat betreft de opvoerhoogte als oppervlaktepompen.

Dompelpompen of klokpompen worden het vaakst gebruikt als hulpmiddel of bij open bemaling.

Wanneer pompen worden gebruikt om grondwater onder controle te brengen of te houden, vallen ze onder een ingedeelde inrichting of activiteit cf. de integrale milieuwetgeving ([titel II van het VLAREM](#)) en officiële informatie met betrekking tot dit onderwerp [2].

Het gebruik van dompelpompen op bouwplaatsen wordt echter te weinig gecontroleerd. Zowel zand, zwevende stoffen, fijne deeltjes als lucht worden opgepompt, tenzij de dompelpomp is voorzien van een droogloopbeveiliging en wordt gebruikt in combinatie met een zuigkorf of pompput die is aangesloten op een drainage. Het gebruik van een buffer voor het stabiliseren van het debiet, ontzanding en ontluchting wordt aanbevolen.



Typische dompelpomp zoals gebruikt bij open bemalingen (met dank aan Atlas Copco)



Typische oppervlaktepomp met een zuigslang neergelegd in de verzamelput van de bouwput (met dank aan Atlas Copco)

Naast de eerder genoemde pompen worden in het domein van bemalingen ook **zelfaanzuigende centrifugaalpomp**en als **zelfaanzuigende membraanpompen** gebruikt om water te verplaatsen. Hier zijn de verschillen tussen de twee:

1. **Werking:** een zelfaanzuigende centrifugaalpomp maakt gebruik van centrifugale kracht om water naar binnen te trekken en te verplaatsen. Het heeft een draaiende waaier die centrifugale kracht genereert, waardoor water in de pomp wordt gezogen en vervolgens wordt uitgestoten. Een zelfaanzuigende membraanpomp daarentegen maakt gebruik van een flexibel membraan dat op en neer beweegt om water in en uit de pompkamer te trekken/verplaatsen. Het membraan wordt vaak bediend door een zuiger- of hefboommechanisme.
2. **Aanzuigcapaciteit:** een zelfaanzuigende centrifugaalpomp kan over het algemeen een grotere hoeveelheid water verplaatsen en heeft meestal een hogere capaciteit. Het kan water aanzuigen en verplaatsen over langere afstanden en met grotere opvoerhoogtes. Een zelfaanzuigende membraanpomp heeft meestal een lagere capaciteit en is geschikt voor het verpompen van kleinere hoeveelheden water over kortere afstanden en met lagere opvoerhoogtes.
3. **Toepassing:** een zelfaanzuigende centrifugaalpomp wordt vaak gebruikt in situaties waarin grote hoeveelheden water moeten worden verplaatst, zoals bij grootschalige bemalingsprojecten, irrigatie, watervoorzieningsystemen en industriële toepassingen. Een zelfaanzuigende membraanpomp wordt vaker gebruikt voor kleinere toepassingen, zoals huishoudelijke watervoorziening, kleine bemalingsprojecten en als draagbare pompen voor noodgevallen.
4. **Onderhoud:** over het algemeen vereisen zelfaanzuigende membraanpompen minder onderhoud dan zelfaanzuigende centrifugaalpomp. Dit komt doordat membraanpompen minder bewegende delen hebben en minder gevoelig zijn voor slijtage. Bij zelfaanzuigende centrifugaalpomp moeten de waaier en andere bewegende delen regelmatig worden geïnspecteerd en onderhouden om een optimale werking te garanderen.

Een klassieke zuigerpomp, zoals gebruikt voor [filterbemaling](#), is niet geschikt voor het uitvoeren van open bemaling. Het toestromende water kan immers heel wat zand bevatten waardoor de pomp snel verslijt [2].

Het is belangrijk op te merken dat de exacte specificaties en toepassingen van pompen kunnen variëren, afhankelijk van de fabrikant en het specifieke model. Het is altijd raadzaam om de handleiding en richtlijnen van de fabrikant te raadplegen voor de juiste installatie, gebruik en onderhoud van de pomp, evenals voor het vergelijken van de kenmerken van verschillende modellen.

De pomp moet zo gedimensioneerd zijn dat het verwachte debiet kan worden bereikt, zowel wanneer de onttrekking eenmaal tot stand is gebracht, als ook tijdens de eerste pompperiode, wanneer de debieten hoger kunnen zijn, vooral bij open bemaling onder zeer doorlatende omstandigheden.

Bij open bemaling is het bemalingswater bijzonder beladen met fijne gronddeeltjes die een schurend karakter kunnen hebben. Sommige daarvan kunnen zich op de bodem van de pompput nestelen, terwijl andere door de pomp worden opgezogen, wat vervuiling/verstopping van de pomp of zelfs versnelde slijtage kan veroorzaken. Bij open bemaling dient het onderhoud van de gebruikte pomp(en) in het werkplan te worden opgenomen, vooral wanneer de bemalingsduur belangrijk is. Informatie over de onderhoudsfrequentie is over het algemeen beschikbaar in de gebruikershandleiding van de pomp, maar deze moet met de nodige aandacht worden bekeken: elke bemaling is anders en de onderhoudsfrequentie moet worden aangepast aan de lokale waterkwaliteit.

In geval van onderbreking van de hoofdpomp dient er een backup pomp aanwezig te zijn.

5. Specifieke aandachtspunten

Grondonderzoek

De toepasbaarheid van de techniek is sterk afhankelijk van de doorlatendheid van de aanwezige grond. De aanwezigheid van gelaagde grond (stoorlagen) met zandlenzen binnen een overwegend kleiachtige horizon kan leiden tot waterinstroom die moeilijk te beheersen is. Hoewel open bemaling er eenvoudig kan uitzien vanuit het oogpunt van de beschikbare apparatuur (pomp en leidingen), is het van cruciaal belang dat de bodemkarakterisering grondig wordt uitgevoerd om schade te voorkomen die catastrofaal kan zijn in geval van instabiliteit van de uitgraving als gevolg van onvoldoende of ontoereikend grondonderzoek.

Ontwerp van de drainsleuven

Wat betreft de dimensionering van omtreksleuven, stelt Powers [7] het volgende voor:

Waar zijdelingse infiltratie door de hellingen van de taluds een probleem vormt, kan het raadzaam zijn om een randdrain te gebruiken. De sleuf moet ten minste met grind worden gevuld om te voorkomen dat sedimenten de pompput bereiken. Als de zijanten van de drainsleuf gevoelig zijn aan erosie (wat het geval kan zijn bij materialen anders dan stijve klei of verharde horizont), kan het nodig zijn om de drainsleuf met grind op te vullen. Als er water uit de grond in het grind sijpelt, wordt het gebruik van een geotextielfilter aanbevolen.

Of de drainsleuf gevuld met grind ook een geperforeerde drainbuis moet hebben, hangt af van de hoeveelheid water die kan infiltreren. Het probleem kan grofweg worden geanalyseerd door de wet van Darcy toe te passen.

Laten we als voorbeeld een afwateringssleuf van 50 cm bij 50 cm nemen met een helling van 3%. Rekening houdend met een doorlatendheid van 0,01 m/s voor het filtergrind, verkrijgen we een debiet van ongeveer 4,5 liter per minuut. Uit deze schatting blijkt dat de capaciteit van de drainsleuf gevuld met het filtergrind klein is. Als de te beheersen waterinstroming groot is, moet de sleuf groter worden gemaakt, moet het hellingspercentage steiler worden, moet de drainsleuf worden voorzien van een drainbuis of moeten er meer verzamelputten of pompputten worden aangebracht.

De drainbuis moet voldoende groot zijn om de nodige hoeveelheid water met de voorziene helling te kunnen geleiden. Een continue verbinding tussen het filtergrind en de drainbuis is noodzakelijk. De drainbuis moet zo ontworpen worden dat het water helder binnenkomt, zonder fijne deeltjes. In gevallen waar migratie van fijne deeltjes een probleem is, kan de drainsleuf worden bekleed met een drainage geotextiel voordat het filtergrind wordt geplaatst.

De uitvoering van een bouwput met open bemaling omvat daarom ingrijpende grondwerken en het aanleggen van drainagesleuven, wat vanwege de werkomstandigheden bij het uitgraven moeilijk kan zijn vanwege de aard van de bemalingsmethode. Bij open bemaling kan de grondwaterstand niet vooraf verlaagd worden. Om deze reden is het belangrijk om voorafgaandelijk de vraag te stellen naar de uitvoering van de bemaling met een andere techniek, zoals [filterbemaling](#).

Aanwijzingen met betrekking tot geotextiel en aan geotextiel verwante producten die worden gebruikt in drainage- en infiltratiesystemen kunnen worden gevonden in de [PTV 829](#) van COPRO [8], waarin criteria worden gegeven voor de selectie van het juiste type product.

Bescherming van de taluds van de uitgraving

Powers [7] geeft meer informatie over de bescherming en stabilisatie van de taluds van de uitgraving in de aanwezigheid van sterke inkomende waterstromingen. Zelfs een klein kwelvolume zal ernstige erosie van de helling veroorzaken als het oppervlaktezand van de helling een uniforme korrelverdeling heeft zonder fijn bodemmateriaal die het uitspoelen van gronddeeltjes kan verhinderen. Daarom is het noodzakelijk om een situatie te creëren waarin het water helder doorstroomt en de grondkorrels op hun plaats blijven. In dit geval kunnen zandzakken vanaf de grachten naar het oppervlak van de helling worden geplaatst om ze tegen erosie te beschermen. De zakken moeten poreus zijn en gevuld met goed doorlatend materiaal. Onder moeilijke omstandigheden kunnen zelfs zandzakken onder water worden geplaatst.

In geval van een grote hoeveelheid fijn bodemmateriaal (bijvoorbeeld klei in suspensie) dat door de waterstroom wordt meegevoerd, kunnen de poriën van de zandzakken verstopt raken, wat kan leiden tot lokale instabiliteit. Het afvoerwater wordt dan vertraagd of zelfs geblokkeerd door de zandzakken, die minder doorlatend zijn geworden. Bovendien kan het plaatsen en behandelen van de zandzakken tijdens de werkzaamheden een uitdaging zijn, aangezien open bemaling aangepast is aan brede bouwputten.

Onderhoud

Nogmaals, open bemaling lijkt een gemakkelijke techniek om te implementeren, maar men moet rekening houden met het onderhoud dat tijdens de bemaling nodig is. Het is noodzakelijk om de toestand van de drainagesleuven, de pompput en mogelijke vervuiling van de pomp te controleren. Deze moeten regelmatig worden onderhouden om ervoor te zorgen dat het oppompen van het vooraf ingestelde nominale debiet kan worden gegarandeerd. Het onderhoud van het verzamelpunt is niet altijd gemakkelijk. Dit is zeker nodig na hevige regenval, maar juist op dit moment zijn de werkomstandigheden bij het uitgraven het meest gecompliceerd.

Om deze reden, en ook gezien de eerder genoemde factoren, is het altijd raadzaam om goed na te denken voordat men aan open bemaling begint. Men moet overwegen of het mogelijk is om met een alternatieve bemalingstechniek te werken (bv. [filterbemaling](#)), die een betere controle van de bemalingscondities mogelijk maakt. In het geval dat open bemaling uiteindelijk wordt gekozen, is het belangrijk om samen te werken met een aannemer die ervaring heeft met deze specifieke techniek en de uitdagingen die ermee gepaard gaan.

6. Kwaliteitszorg en monitoring

Zie infofiche: Minimale monitoring van bemalingen

7. Literatuurlijst

- [1] CIRIA C 750. 2016. Groundwater control: design and practice, second edition.
- [2] VMM. [Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu](#).
- [3] Cashman, P.M. and Preene, M. 2021. Groundwater Lowering in Construction. A practical Guide to Dewatering. CRC Press. Taylor and Francis Group. 3^{de} druk.
- [4] Maertens, J. 1995. VIK cursus bouwputten, hoofdstuk 2. Grondwaterverlaging, 90p.
- [5] De Smedt, F. 2013. Cursus Grondmechanica VUB.
- [6] Nationaal Actiecomité voor Veiligheid en Hygiëne in het Bouwbedrijf. Werken langs en in sleuven. Brussel, NAVB, 2002.
- [7] Powers, J. P. 1992. Construction dewatering. Second edition.
- [8] COPRO. [PTV 829 - Technische voorschriften voor geotextiel : eisen](#)