

Tijdelijke bemalingen met horizontale drains

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

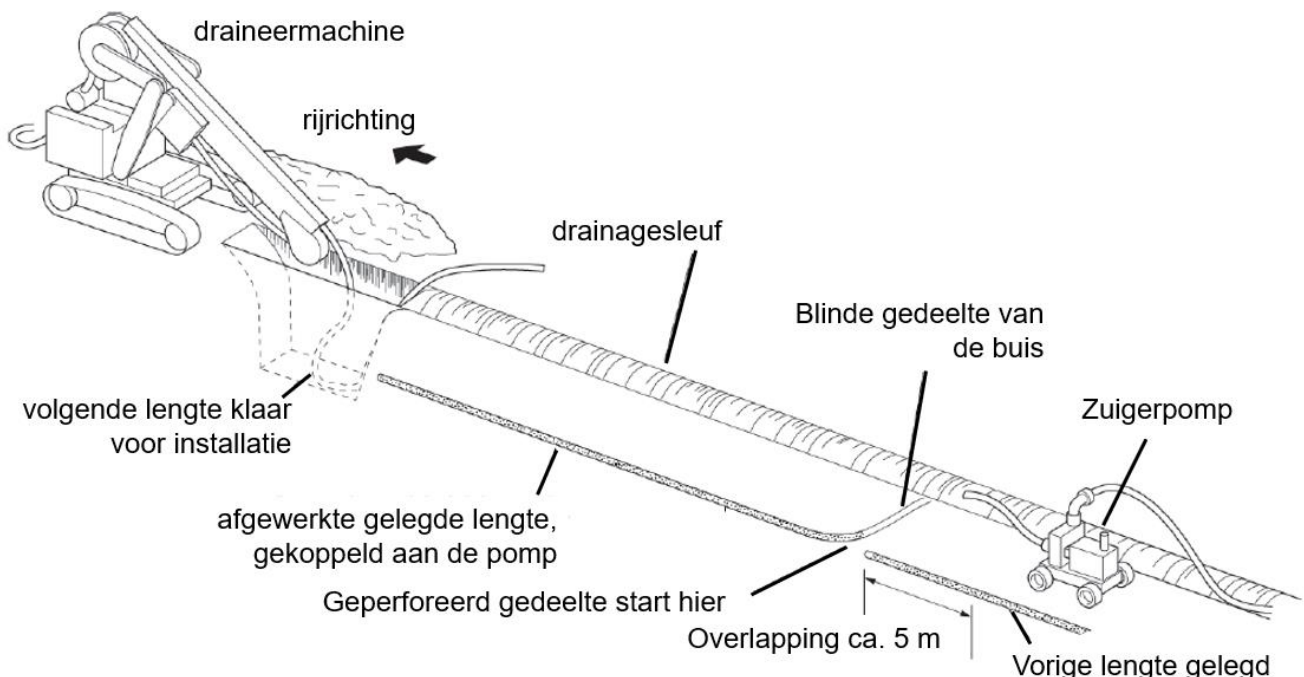
Eerst en vooral wordt de techniek en zijn toepassingsgebied beschreven. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op de gebruikte materialen en de karakteristieke afmetingen. Verschillende bijzondere aandachtspunten bij het ontwerp, de uitvoering en de kwaliteitszorg worden tot slot belicht.

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



1. Algemeen principe

Bij een bemaling met horizontale drainage worden drains ingegraven/gefreesd onder de grondwaterstand [1]. Een drainerende verzamelleiding wordt namelijk in een uitgegraven sleuf geplaatst, eventueel gevuld met drainerend materiaal. Deze verzamelleiding wordt daarna via een eventuele hoofdleiding verbonden aan een zuigerpomp (of minder courant aan een centrifugale pomp). Soms wordt het water in een put gestort waar het vervolgens wordt opgepompt om uit de af te malen zone te worden geëvacueerd.



Plaatsing van een horizontale drainage met het gebruik van een speciale draineermachine - [2] en [3]

2. Horizontale drainage - typering van het systeem

De horizontale drain wordt in de grond gebracht met behulp van een speciale draineermachine (kettinggraver). Daarbij wordt een sleuf gegraven met ca. 25 cm breedte en tot ca. 6 m diepte (afhankelijk van de afmetingen van de kettingfrees). Gelijktijdig met het frezen van de sleuf wordt de drainagebuis via een speciale koker (ook wel boom genoemd) op de bodem van de sleuf geplaatst [2].



Plaatsing van een horizontale drainage met het gebruik van een speciale draineermachine



Uitvoering van een draineersleuf met de kettinggraafmachine - een flexibele geperforeerde drainagebuis bevindt zich op de machine op een haspel en voert door de koker die door de kettingfrees wordt ondersteund. Op deze manier wordt de drainagebuis op de bodem van de sleuf gelegd

Bij goed doorlatende zandgronden laat men de uitgefreesde grond terug in de sleuf vallen. Bij minder goed doorlatende grondlagen is het aangewezen om de uitgefreesde grond naast de sleuf te plaatsen en de sleuf aan te vullen met draineerzand. Daartoe wordt de draineermachine voorzien van een speciale zandtrechter welke met behulp van een hydraulische kraan gevuld wordt [2].



Aanvullen van de uitgegraven sleuf met draineerzand

De gebruikelijke diameter van de draineerbuizen die voor horizontale bemalingen geplaatst worden, bedraagt 80 tot 100 mm (minder vaak tot 150 mm). In het algemeen zijn de (typisch uit soepel PVC, uPVC of HDPE) draineerbuizen omhuld met een nyldoek, kokosvezel of kunststofvezels [2 en 3]. De draineerbuis wordt geleverd op een haspel, bv. 100 m lang. Het ene uiteinde van de buis is afgedicht en het andere uiteinde is de eerste 5 à 10 m niet geperforeerd.

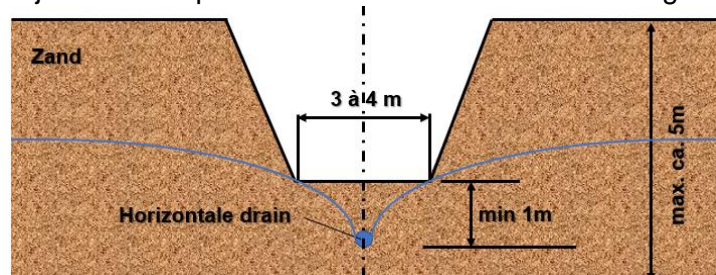


Typische draineerbuis gebruikt voor de constructie van een horizontale drain

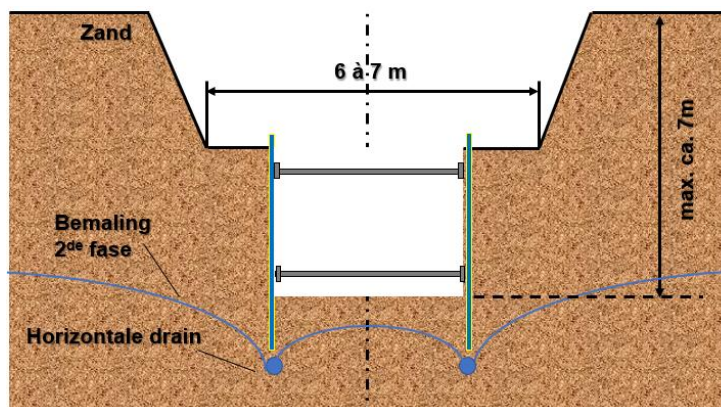
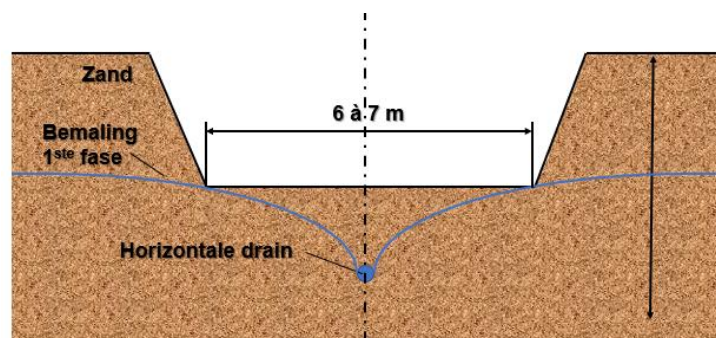
3. Toepasbaarheid

Horizontale drains zijn hydraulisch zeer efficiënt omdat ze een zeer groot "filteroppervlak" hebben en de horizontale grondwaterstroming bevindt zich loodrecht op de lengte van de draineerbuis. Dit staat in contrast met lokale grondwaterstroming naar verticale filters, waar stroomlijnen radiaal samenkomen naar elke filterput, en waar de filteroppervlakte wordt beperkt door de korte filterlengtes [3].

Typische installatiedieptes¹ variëren tussen 2 à 6 m [3]. Met drains die op 6 meter onder het maaiveld geplaatst worden kan een grondwaterverlaging tot ca. 4,5 à 5 m onder het maaiveld gerealiseerd worden, in belangrijke mate afhankelijk van de lokale (hydro)geologie. Aangezien het bemalingswater gepompt wordt volgens het zuigprincipe, is het onderhevig aan afzuigbeperkingen om soortgelijke redenen als filterbemalingsystemen (zie [infociche filterbemaling](#)). Grotere grondwaterverlagingen kunnen gerealiseerd worden door eerst een voorafgraving uit te voeren tot juist boven het grondwaterpeil, zodat de drain dieper kan worden aangelegd, of door middel van een getrapte bemaling waarbij de drains op verschillende niveaus worden aangelegd [2].



Bemaling tot max. 4 m onder het maaiveld [2]



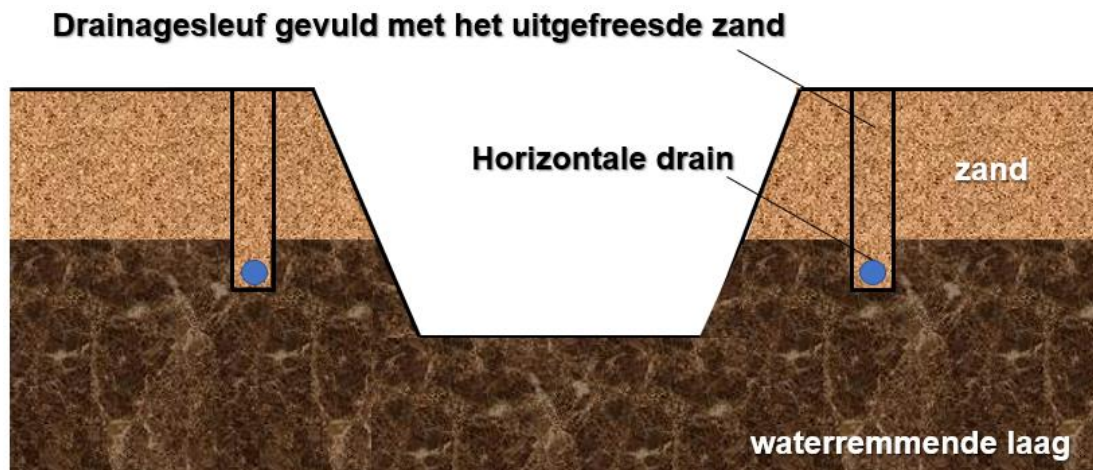
Bemaling door middel van horizontale drains tot ca. 7 m diepte onder het maaiveld in goede doorlatende zandgrond (getrapte bemaling) [2]

¹ Er bestaan ook zwaardere draineermachines met installatiedieptes van 8 à 9 m maar deze zijn minder courant op de markt.

Deze bemalingstechniek biedt de volgende voordelen:

- er is geen bovengrondse hinder voor andere werkzaamheden (bronkop, hoofdleidingen langsheen de sleuven...),
- in open terreinen is een grote installatiesnelheid mogelijk (1000 à 1500 lopende meter per dag). Indien de sleuf dient aangevuld te worden met draineerzand, daalt het rendement en is een lengte van ca. 500 m per dag haalbaar - [1], [2] en [3].
- de draineerbuizen worden voor het aanbrengen van de installatie geplaatst,
- de relatief beperkte invloed op de omgeving: het opgepompte debiet en de betrokken laagdikte zijn kleiner dan bij andere bemalingstechnieken door de geringe installatiediepte van de drain [1].

In termen van kostenprijs is de techniek vooral interessant voor grote installatielengtes. Bemaling d.m.v. horizontale drains is vooral aangewezen bij de ontwatering van lange en smalle sleuven bv. voor het leggen van (pijp)leidingen [2]. Verder worden horizontale drains nog toegepast wanneer de dikte van het te bemalen pakket te klein is om er verticale filters in te plaatsen of bij uitgravingen tot in een ondoorlatende laag (klei). In dat geval is het nodig om de aan te leggen bouwput volledig te omsluiten met een horizontale drain. In het geval van sleuven tot op een ondoorlatende laag dient er een drain te worden aangebracht langs beide kanten van de sleuf [2].

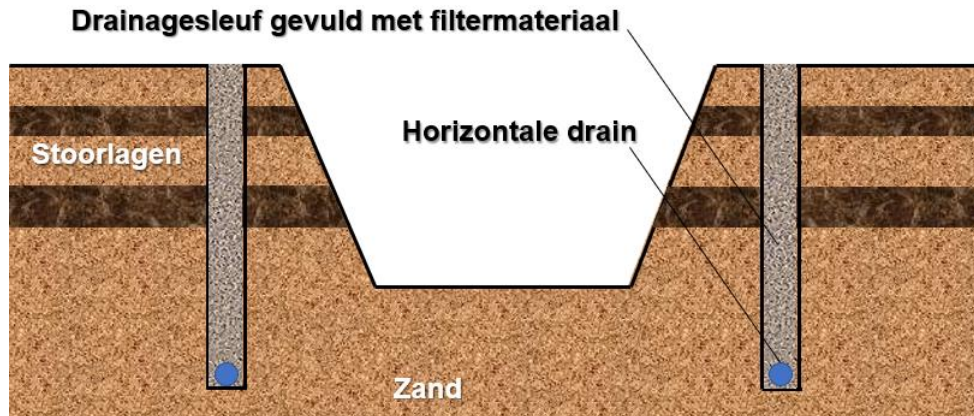


Horizontale drains in een goede doorlatende zandgrond tot op de klei (bouwput- of sleufconfiguratie) [2]

Bij een **bemaling tot op een sterk waterremmende laag** is het resultaat heel goed. Al het restwater dat toestroomt over de ondoorlatende laag wordt door de drains opgevangen [1].

Bij **bemaling in een gelaagd grondprofiel** worden door het infrezen van de drain alle stoorlagen doorbroken. Het water dat toestroomt over deze lagen vindt onmiddellijk zijn weg naar de drain, in het bijzonder als de gefreesde sleuf is aangevuld met draineerzand [1]. In deze grondconfiguratie moet het risico van het verbinden van verschillende watervoerende pakketten bestudeerd worden, vooral wanneer er een diepere, getrapte bemaling wordt toegepast. Zoals beschreven in §5 (ontmanteling), kan het systeem achteraf niet volledig worden verwijderd, waardoor er een sleuf met goed doorlatend (drainerend) zand achterblijft. Bij het vooronderzoek is het van belang om de verschillende watervoerende pakketten nauwkeurig in kaart te brengen.

Bij een **talud in een gelaagd grondprofiel** kan de stabiliteit in gevaar komen, wanneer er water via zandige tussenlagen uit het talud stroomt. Dit kan worden voorkomen door deze gelaagde structuur te doorsnijden met een draineersleuf, opgevuld met goed doorlatend materiaal. Het nadeel van een dergelijke ingreep kan erin bestaan dat de verstoring van de laagopbouw niet meer te herstellen is [2]. Voor stabiele ontgravingen – zie ook [4].



Horizontale drains in weinig doorlatende gronden of zandgrond met stoorlagen [2] (bouwput- of sleufconfiguratie) [2]

Bij het **ontwateren van grote oppervlakten bv. voor industrieterrein**, wordt er eveneens regelmatig gebruik gemaakt van horizontale drains. Deze horizontale drains worden aangebracht op tussenafstanden van 5 m à 30 m, afhankelijk van de doorlatendheid van de grond en van de te realiseren verlaging [2].

Horizontale drainage kan ook worden toegepast om een **versnelde consolidatie** te bekomen [5].

Ter conclusie, hoewel horizontale drainage het meest geschikt is voor lange rechte trajecten bv. bij de aanleg van (pijp)leidingen, kan deze techniek ook worden gebruikt om grote oppervlakten tot een geringe diepte te bemalen [3]. De grondwaterstand in de omgeving van een horizontale drain verlaagt sneller dan met verticale filters [5].

De logge en weinig wendbare draineermachines maken het onmogelijk om drains in te frezen op kleine, complexe werven [1]. Bovendien zijn de machines en het proces kwetsbaar: er is een risico van schade aan de machine en draineerbuizen in geval van onvoorziene hindernissen zoals steenbanken, ondergrondse obstakels (oude funderingsresten, kelders, kabels of leidingen, ...) [2]. Een grondig grondonderzoek is dus nodig om dergelijke hindernissen te vermijden. Het is moeilijk, of vaak zelfs onmogelijk, om met deze techniek te werken in het openbare of private domein van steden, vanwege de aanwezigheid van bestaande kruisende nutsleidingen, rioleringen, ondergrondse obstakels, enzovoort... Bovendien in een stedelijke omgeving is het niet altijd mogelijk om grond uit te werpen bij plaatsing (vanwege bebouwing).

De bemaling is niet technisch aanpasbaar/regelbaar zoals dieptebronnen of verticale filters dat wel zijn. De bemaling is enkel per volledige streng eventueel bestuurbaar/regelbaar.

De stabiliteit van de omringende grond kan soms worden gewijzigd: bijzondere aandacht is vereist bij toepassing in dijken, permanente taluds, spoorbermen... (zie ook §5).

De belangrijkste beperking voor het gebruik van de methode is in Vlaanderen wellicht de beschikbaarheid van gespecialiseerde drainagemachines om de drains op voldoende diepte te leggen.

4. Uitvoering

Wanneer de draineermachine (inclusief zijn kettingfrees) begint met het frezen van de sleuf, wordt het niet geperforeerde uiteinde als eerste naar buiten gevoerd en blijft het boven de grond uitsteken. De draineermachine spoort weg, graaft de sleuf en legt de draineerbuis tegelijkertijd. Wanneer de draineerbuis volledig is afgerold en de haspel leeg is, blijft het afgedichte uiteinde achter op de bodem van de sleuf. Er wordt een nieuwe haspel met een draineerbuis op de machine gemonteerd en de volgende lengte wordt op dezelfde manier gelegd, met een overlapping van ca. 5 m tussen de opeenvolgende draineerbuizen.

Sommige draineermachines hebben de mogelijkheid om filtermateriaal boven de drain toe te voegen om de verticale drainage in gelaagde gronden (zandgronden met stoorlagen) te verbeteren. Dit filtermateriaal moet op dezelfde basis worden gekozen als voor verticale filters (zie [infofiche filterbemaling](#)) [3].



Draineermachine – kettingfrees



Ketting van de kettingfrees



Positionering van de haspel met de draineerbuis op de kettinggraafmachine



Positionering van de draineerbuis in de speciale koker/boom vóór de start van de realisatie van de sleuf



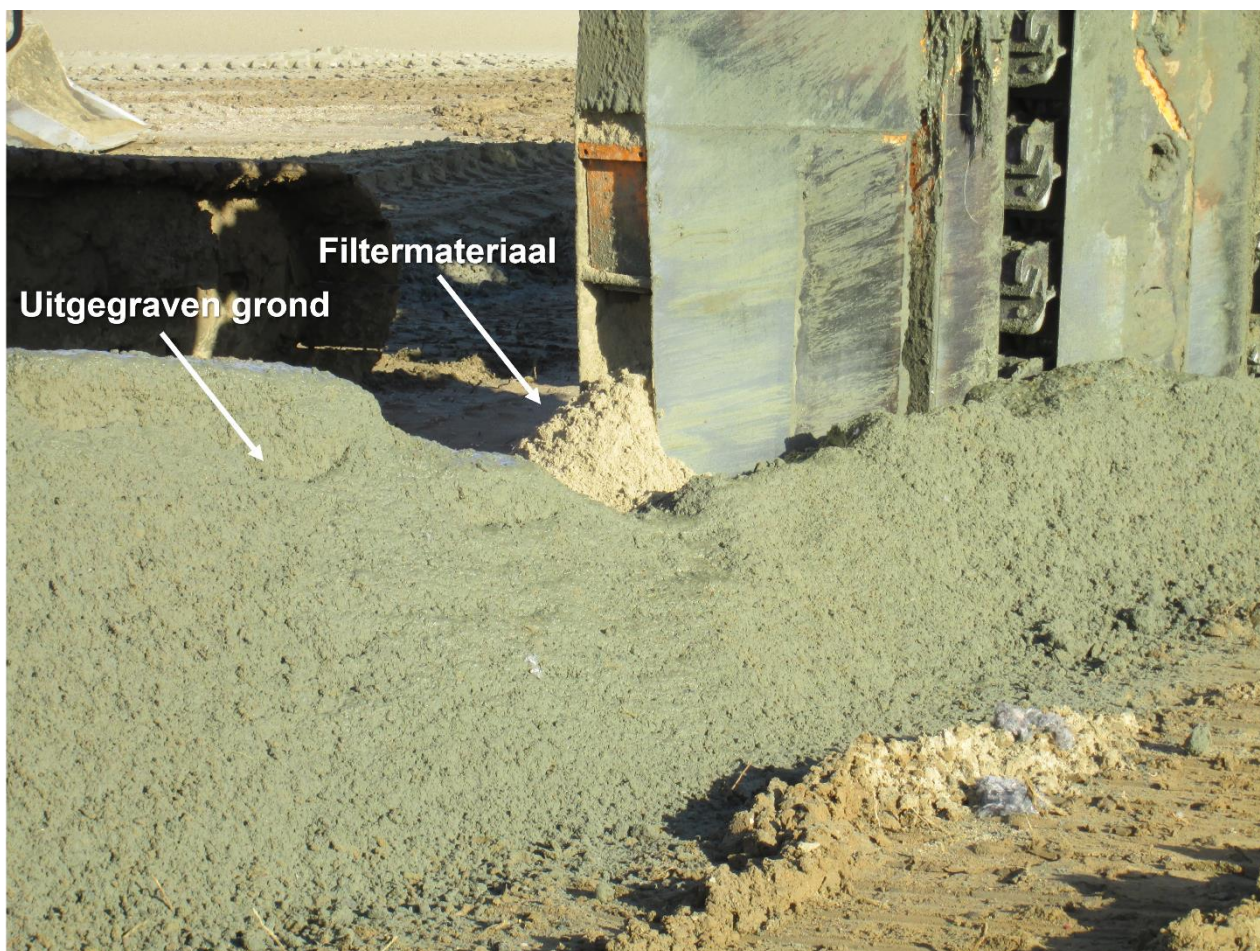
*Het blinde gedeelte van de draineerbuis voor het begin van de freesoperatie
– dit gedeelte blijft boven de grond zelfs na realisatie van de sleuf en wordt aan de afvoer- of hoofdleiding
verbonden*



Begin van de freesoperatie



Uitvoering van de sleuf en aanvullen van de uitgegraven sleuf met draineerzand via een zandtrechter



Uitgegraven grond en vulmateriaal tijdens de freesoperatie



*Blind gedeelte van de draineerbuis na de freesoperatie
– dit gedeelte blijft boven de grond zelfs na uitgraving van de sleuf en wordt aan de afvoer- of hoofdleiding
verbonden*



Blind gedeelte van de draineerbuis (blauwe buis) verbonden aan een zuigerpomp



Injectiebuis - na afloop van de bemaling wordt de draineerbuis via het uiteinde opgegrout

5. Aandachtspunten

Bereikbaarheid en uitvoerbaarheid

Wanneer een horizontale drain wordt geïnstalleerd, wordt de teelaarde meestal verwijderd voorafgaand aan de installatie. Dit is een normale praktijk om ervoor te zorgen dat de site aan het einde van het project kan worden hersteld, maar heeft ook als voordeel dat de draineermachine kan werken op een stevigere ondergrond (bovenlaag). Sommige van de grotere machines wegen tot 32 ton, wat tot problemen kan leiden op te zachte ondergrond. Het kan soms ook nodig zijn om bredere rupsbanden te monteren om de bodemdruk te verminderen. Veel draineermachines kunnen vanaf het niveau van het maaiveld beginnen met het graven van sleuven door de koker in de grond te draaien terwijl de graafketting snijdt. In sommige gevallen wordt echter een "startsleuf" gegraven door een conventionele graafmachine, waarna de draineermachine aan de realisatie van de sleuf begint met de kettingfrees en koker in verticale positie [3]. Dit is echter geen courante praktijk in Nederland en Vlaanderen.

Vooronderzoek

Zoals eerder al vermeld, zijn de draineermachine en het proces kwetsbaar. Er is een risico op beschadiging van de machine en draineerbuizen in geval van onvoorziene hindernissen zoals steenbanken of ondergrondse obstakels (oude funderingsresten, kelders...) [2].

Draineermachines kunnen zeer effectieve machines zijn, maar komen niet zonder een aantal pijnpunten. Zo kunnen er problemen optreden in bepaalde (onverwachte) bodemomstandigheden waarin de drain moet aangelegd worden [3]:

- Als er grof grind, keien, steenbanken of steenhoudende aanvullingen aanwezig zijn, kan de voortgang worden vertraagd en kan de graafketting overmatig slijten; in extreme gevallen bestaat het risico dat de graafketting breekt.
- Als er een laag zachte klei aanwezig is in combinatie met een hoge grondwaterstand, kan het gevormde slib de geperforeerde draineerbuis bedekken, waardoor zijn drainerende capaciteit afneemt en deze zelfs verstopt geraakt. Als dergelijke grondomstandigheden zich voordoen, moet de situatie vooraf worden beoordeeld.

Een volledig grondonderzoek is dus nodig om dergelijke hindernissen/problemen te vermijden.

Vorbereiding van het werkterrein

Het hoogste punt van de drain bepaalt het bemalingspeil. Bij bemalingswerken met drains is het bijgevolg erg belangrijk dat **het terrein genivelleerd is**. Het niveau waarop een drainagebuis wordt geplaatst mag niet meer afwijken dan 0.5 m over zijn volledige lengte. Een zorgvuldige nivellering van het terrein is dus van groot belang [1]. Bij de aanleg van pijpleidingen en persleidingen kan het gebeuren dat de werken dienen uitgevoerd te worden op een sterk hellend terrein. In dit geval moet de pomp steeds aangesloten worden op het laagste punt van de drain [1].

Ontwerp

De **lengte van de individuele drainstrengen** wordt hoofdzakelijk bepaald door de capaciteit van de pomp en de doorlatendheid van de ondergrond. Een lagere pompcapaciteit en een hogere doorlatendheid geven steeds aanleiding tot een kortere lengte van de drain [1].

In het ontwerp dient ook **grondontspanning veroorzaakt door het ingraven van de drains** beschouwd te worden (zie ook [5]).



Grondontspanning langsheen de drainlengte veroorzaakt door het infrezen van de drainsleuf

Bij een **ontwerpconcept met funderingen op staal** kan hiermee rekening worden gehouden door [5]:

- de versterking van de grond onder en naast de toekomstige funderingen op staal te voorkomen (geen ongewenste grondontspanning onder de funderingen op staal);
- de drainagesleuf gecontroleerd te verdichten vóór de realisatie van de funderingen op staal;
- ligging (het tracé) van de horizontale drains te optimaliseren/aan te passen;
- een andere bemalingsconcept toe te passen (bv. [filterbemaling](#)).

Bij het plaatsen van de drainagestrengen dient rekening gehouden te worden met de positie van eventuele toekomstige paalfunderingen of boringen.

Bij het infrezen van de verticale sleuf tot een waterremmende laag dient het **risico van opbarsting van de bodem van de bouwput** ingeschat te worden. Indien nodig kan een spanningsbemaling worden uitgevoerd om de grondwaterdruk onder de scheidende laag te verlagen [5]. Dit risico dient vanaf het grondonderzoek ingeschat te worden. Het vraagt bovendien speciale aandacht tijdens de uitvoering deze scheidende laag niet te doorfrezelen/doorbreken.

Uitvoering

Het niveau waarop de overgang gemaakt wordt tussen het blind gedeelte en het geperforeerde gedeelte van de drain is, net als de nivellering van het terrein, bepalend voor het bereikte resultaat. De grondwaterstand kan maximaal verlaagd worden tot 0,5 m boven het hoogste peil van het drainerend gedeelte van de drain. Door het slordig aanzetten van de drain wordt het resultaat van de volledige draineerlengte beperkt [1].

Opstarten van de drainage - schoonpompen van de drain

Schoonpompen van de drain is nodig om verstopping te vermijden.

Een drain kan schoon gepompt worden door het onttrekkingsdebiet geleidelijk op te voeren. Meestal is het water dat wordt opgepompt na een kwartier reeds zuiver. De pomp mag dan op volle capaciteit draaien [1].

Zuigerpompen

Met deze techniek wordt de draineerbuis verbonden aan een eventuele hoofdleiding en aan een zuigerpomp (minder courant ook aan een centrifugale pomp). De werking van een zuigerpomp werd in de [infociche filterbemaling](#) beschreven.

Uitvoeringsmonitoring

Tijdens de uitgraving van de sleuf kan de positionering van de draineermachine gevolgd worden via een gps-trackingsysteem en een monitoringsysteem. Het uitgegraven tracé kan direct met het theoretische tracé vergeleken worden (blauwe en witte lijnen). De uitvoeringsparameters (positie en lengte van de arm, snelheid van de machine, effectieve hoogte van de arm, ontwerphoogte/-diepte van de draineerbuis...) kunnen gevolgd/geverifieerd worden. Eventueel kan ook de rotatiesnelheid van de ketting gemonitord worden.



Uitvoeringsmonitoring

- scherm met de uitvoeringsparameters gevolgd en geregistreerd tijdens de uitgraving van de sleuf en de installatie van de draineerbuis op de bodem van de sleuf
- het uitgegraven tracé kan direct met het theoretische tracé vergeleken worden (blauwe en witte lijnen)

Ontmanteling van de horizontale drainage

Na het voltooiën van de constructie of na afloop van de bemaling, blijft de horizontale drain in de ondergrond achter. Wel is het belangrijk de drainbuis aan het einde van het project op te vullen (bv. met een grout) om enige invloed op de grondwatercondities op lange termijn te voorkomen en om te voorkomen dat er een kunstmatige horizontale weg voor grondwaterstroming ontstaat. Het garanderen van volledige opvulling in horizontale zin is toch moeilijk, vooral de eventuele omstorting blijft een horizontaal potentieel pad dat verontreinigingen op grotere afstand kan verplaatsen dan puntbemalingen met [verticale filters](#) of [dieptebronnen](#). De drainbuis kan wel opgevuld zijn, maar de omstorting niet. De aanwezigheid van geroerde grond, met of zonder omstorting, blijft een zwak punt (milieubezwaar), en er is reden om zich af te vragen wat de relevantie is van een milieurisico dat aan dit effect verbonden is.

6. Kwaliteitszorg en monitoring

Zie infofiche: Minimale monitoring van bemalingen

7. Variant - Horizontaal gestuurd boren – *horizontal directional drilling*

Minder gebruikt bij bemalingen in Vlaanderen is het horizontaal gestuurd boren of *horizontal directional drilling (HDD)*. Dit is een [sleufloze](#) installatietechniek die gebruikt wordt voor de aanleg van ondergrondse infrastructuur, inclusief (pijp)leidingen en horizontale drains [6].

Mogelijke toepassingen zijn:

- de installatie van de horizontale draineerbuis in een dunne watervoerende laag tussen weinig doorlatende lagen;
- de installatie onder een zone met een beperkte toegankelijkheid of waar er geen goedkeuring kan worden verkregen voor de installatie van verticale drains;
- de installatie van een drain zonder (of met zeer weinig) risico op menging van verschillende watervoerende lagen.

Het belangrijkste verschil tussen de HDD-methoden die worden gebruikt voor ontwateringstoepassingen en die voor het plaatsen van pijpleidingen, is dat de boormodder die wordt gebruikt om het gat tijdens het boren te ondersteunen, normaal gesproken is gebaseerd op biologisch afbreekbaar polymeer in plaats van bentoniet, om de vermindering van de doorlatendheid van de drain en de boorgatwand te minimaliseren [3].

Draineerbuisen bestaan meestal uit HDPE, koolstofstaal of roestvrij staal. Doorgaans zijn deze drains minder geperforeerd dan verticale filters om een hogere trek- en druksterkte van de draineerbuis te garanderen. Het is moeilijk om een conventioneel granulaire filterpakket rond een HDD-drainbuis te installeren. Daarom is het gebruikelijk om voorverpakte grindfilter-, net- of geotextielfilters te gebruiken die voldoende beschermd en robuust zijn om het trekken van de draineerbuis door de boring te overleven [3].

Het ontwikkelen van HDD-putten na plaatsing kan ook problematisch zijn. De lagere perforatiegraad van de draineerbuis en de gebruikte filters, zorgen ervoor dat veel van de ontwikkelingsenergie wordt gedissipeerd in het drain- en filtersysteem en moeilijker de grond bereikt. Gewoonlijk worden HDD-putten ontwikkeld door middel van water jetting; intermitterend pompen en spoelen met water onder druk [3].

8. Literatuurlijst

- [1] VMM. [Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu](#).
- [2] Maertens, J. 1995. VIK cursus bouwputten, hoofdstuk 2. Grondwaterverlaging, 90p.
- [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] CROW-publicatie 335. 2013. 'Werken met stabiele grond'.
- [5] CROW-CUR HANDBOEK 4:2020. Bemaling van bouwputten en sleuven.
- [6] Kummerer, C. 2015. HDD drillings for special applications in infrastructure works and environmental geotechnics. Proceedings of the XVI ECSMGE Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development. ISBN 978-0-7277-6067-8