



Coupépolder Alphen aan den
Rijn. Effect verhogen
grondwaterstand in
ringdrainage

definitief

BODEM WATER FUNDERINGEN



Vestiging Amstelveen
Postbus 6
1180 AA Amstelveen
t 020 750 46 00
f 020 750 46 99

Vestiging Deventer
Zutphenseweg 51
7418 AH Deventer
t 0570 66 09 10
f 0570 66 09 19

info@wareco.nl
www.wareco.nl



Coupépolder Alphen aan den Rijn. Effect verhogen grondwaterstand in ringdrainage

definitief

Uitgebracht aan:

Gemeente Alphen aan den Rijn
T.a.v. de heer A. Bosselaar
Postbus 13
2400 AA ALPHEN AAN DEN RIJN

Auteur	ing. R.P. Oosterhoff	Kenmerk	BC85C RAP20150430
Vrijgave	ir. N. Borreman	Datum	30-04-2015
		Status	definitief

Wareco is het Nederlandse ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is de integratie en combinatie van de specialisaties. We doen onderzoek en geven advies. We maken plannen en begeleiden de uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al 35 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

Vanuit haar vestigingen in Deventer en Amstelveen bedient Wareco met circa 60 professionals overheden, bedrijfsleven en particulieren.

Wareco beschikt over een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitssysteem en een ISO 14001 gecertificeerd milieumanagementsysteem. Daarin worden de kwaliteit van onze adviseurs, de producten die we leveren en het adviesproces duurzaam geborgd.

Inhoudsopgave

Tekst	pagina
1. Inleiding.....	1
2. Situatie	2
3. Effecten van verhogen van de grondwaterstand	5
3.1. Opbarstberekningen.....	5
3.2. Kwel	7
3.3. Conclusie maximale grondwaterstanden.....	9
3.4. Invloed verhogen waterpeil op debiet ringdrainage	9
4. Conclusies en aanbevelingen.....	10
4.1. Algemeen	10

Bijlagen

1. Bronnenlijst
2. Omschrijving zijafdichting
3. Dwarsprofielen, op basis van [1] en [2]
4. Opbarstberekeningen
5. Kwelberekening Darcy

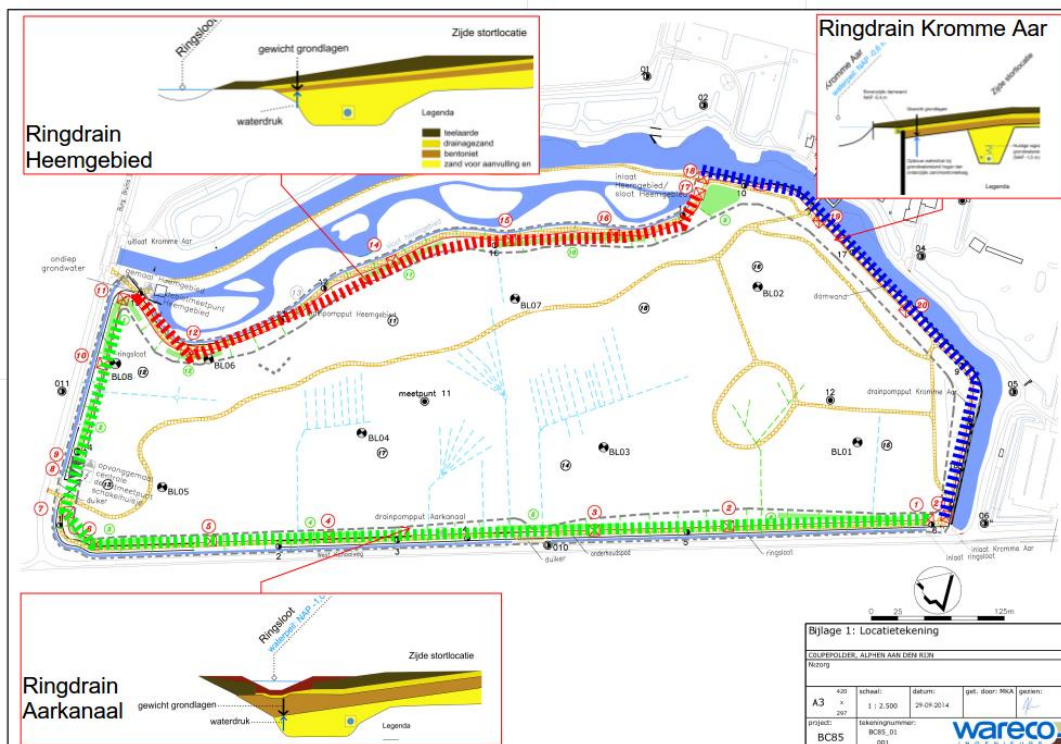
1. Inleiding

Door gemeente Alphen aan den Rijn is aan Wareco opdracht verstrekt voor het uitvoeren van een onderzoek naar de mogelijkheid tot het verlagen van het debiet van de ringdrainage in de Coupépolder.

De gemeente Alphen aan den Rijn betaalt een hoge zuiveringsheffing in verband met de lozing van drainagewater op de rioolwaterzuivering. Deze kosten kunnen worden verlaagd door het verlagen van het debiet uit de ringdrainage. Uit een waterbalansstudie [8] blijkt dat het verlagen van het debiet van de ringdrainage mogelijk kan worden bereikt door het verhogen van het bemalingsniveau van de ringdrainage. Hiermee wordt de grondwaterstand langs de randen van de Coupépolder verhoogd.

Onderhavig onderzoek is gericht op de effecten van het verhogen van het bemalingsniveau in de ringdrainage c.q. het verhogen van de grondwaterstand aan de randen van de Coupépolder.

2. Situatie



De ringdrainage is een onderdeel van de zijafdichting van de voormalige vuilstort. De zijafdichting heeft tot doel om het uit de stort stromende percolaatwater op te vangen en af te voeren naar de riolering. De volledige beschrijving van de zijafdichting is opgenomen in bijlage 2. De ringdrainage is verdeeld in drie secties Aarkanaal, Kromme Aar en Heemgebied.

In onderstaande tabel zijn de gegevens van de ringdrainage met betrekking tot 2014 opgenomen [7].

Tabel 1: Gegevens ringdrainage 2014

Drainagegemaal	Totaal debiet (m ³ /jaar)	Lengte (m')	Debiet (m ³ /m'.jaar)
<i>Aarkanaal</i>	36.194	1.020	35
<i>Kromme Aar</i>	16.670	475	35
<i>Heemgebied</i>	13.662	625	22
<i>Totaal</i>	66.526	2.130	31

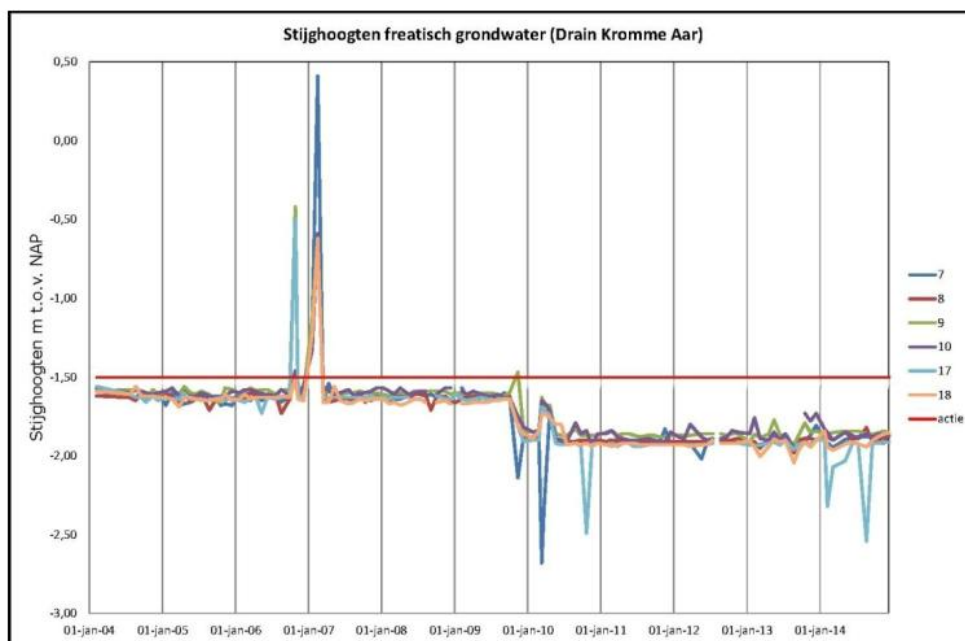
Door het bemalen van de ringdrainages wordt de grondwaterstand langs de randen van de stort verlaagd. Hierdoor kan geen mogelijk verontreinigd grondwater

uit de stort (percolaatwater) naar het oppervlaktewater rond de stort stromen. Het percolaatwater wordt door de ringdrainage opgevangen. Door de kunstmatig lage grondwaterstand kan echter ook schoon grondwater van buiten de stort naar de drain stromen. Om dit te beperken is een afdichtingconstructie van bentoniet en een damwand aangelegd.

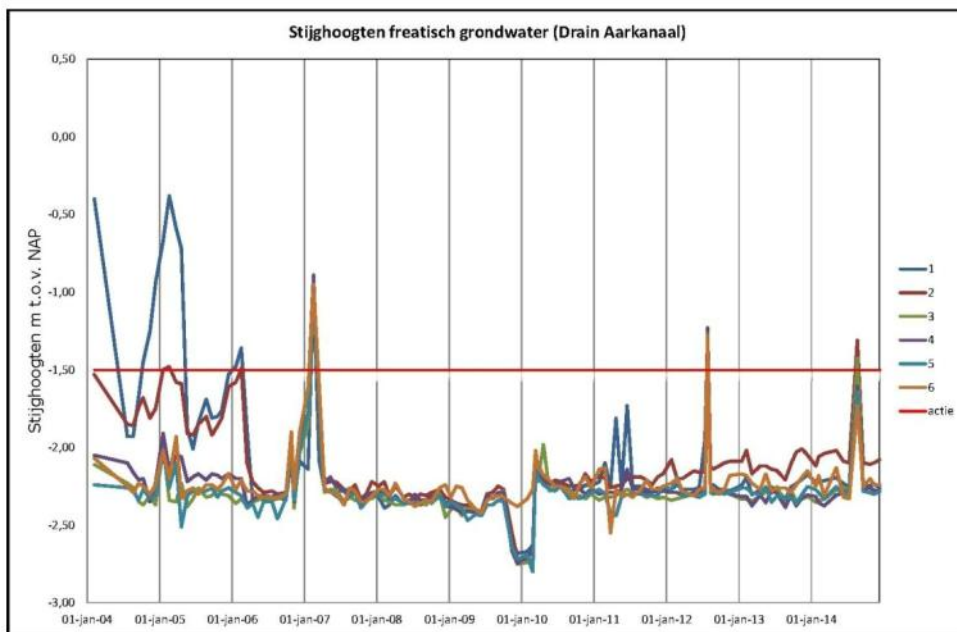
In het nazorgplan voor de Coupépolder [9] is voor de grondwaterstand langs de randen van de stort een maximale hoogte (signaleringswaarde) van NAP -1,5 m opgenomen in verband met "een (ongewenste) druk op de afdichtingconstructie". De hoogte van de signaleringswaarde is in het nazorgplan niet nader onderbouwd. Ook in oudere stukken wordt de signaleringswaarde genoemd, ook hier is geen onderbouwing opgenomen.

De onderstaande grafieken zijn overgenomen uit het nazorgstatusrapport 2014 [7]. Zij geven de grondwaterstanden langs de verschillende secties weer. Uit deze grafieken blijkt dat in 2010 de grondwaterstanden per secties zijn veranderd. Dit is het gevolg van een gewijzigde instelling van de onttrekkingsniveaus in de respectieve drainagegemalen. Langs de Kromme Aar is het peil verlaagd, langs het Aarkanaal en het heemgebied is het peil verhoogd.

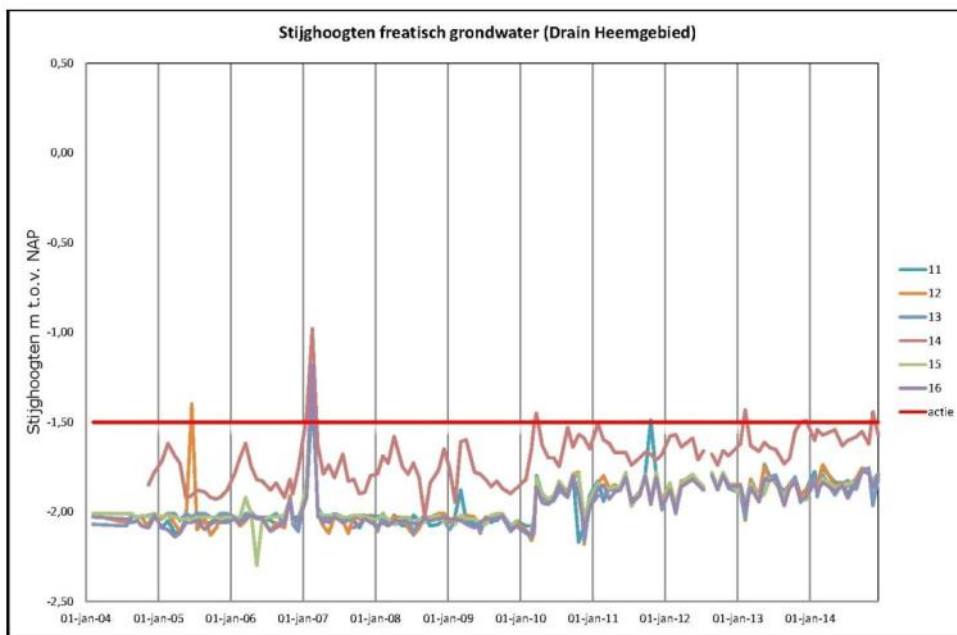
Omdat de grondwaterstanden de laatste jaren ver onder het streefniveau blijken te staan zijn op 19 januari 2015 de in- en uitslagpeilen van de drainagepompen Kromme Aar en Aarkanaal voor een proef aangepast, waarbij de peilen 50 cm naar boven zijn bijgesteld. Doel hiervan is nagaan of de hoeveelheid onttrokken en daarmee te lozen water kan worden verminderd. Als gevolg hiervan is langs deze twee tracé's de grondwaterstanden circa 50 cm gestegen. Langs de kromme Aar wordt de actiewaarde van NAP -1,5 m in geringe mate overschreden.



Figuur 5: Stijghoogte drainage Kromme Aar



Figuur 6: Stijghoogte drainage Aarkanaal



Figuur 7: Stijghoogte drainage Heemgebied

3. Effecten van verhogen van de grondwaterstand

In dit onderzoek wordt de mogelijkheid en de effecten van verdere verhoging onderzocht. Bij verhoging van de grondwaterstand ontstaat een waterdruk onder de waterscheidende zand-bentonietlaag, de effecten hiervan kunnen zijn:

1. Opbarsten: bij een (veel) te hoge druk kan de zand-bentonietlaag opbarsten. Hierbij wordt de laag omhoog gedrukt en beschadigd, waardoor welvorming (lekkage) zal plaatsvinden.
2. Kwel: door een beperkte druk op de zand-bentonietlaag kan uit de zijkanten van de stort tredend percolaatwater door de onbeschadigde zand-bentonietlaag naar het oppervlaktewater stromen.

3.1. Opbarstberekeringen

Toelichting opbarsten zand-bentonietlaag

Bij een stijging van de grondwaterstand tot boven het niveau van de zand-bentonietlaag ontstaat een opwaartse waterdruk onder deze laag. Indien de waterdruk groter wordt dan de neerwaartse gronddruk (het cumulatieve gewicht van de bovenliggende grondlagen) zal een instabiele bodem ontstaan. Hierdoor raakt de laag beschadigd en kan uitstroming van grondwater (welvorming) plaatsvinden. Dit is ongewenst omdat dan mogelijk verontreinigd grondwater in de afdeklaag of ringsloot kan stromen. Een nadere toelichting betreffende de berekeningen is opgenomen in [bijlage 4](#).

Locaties en profielen

De maatgevende locaties betreffende opbarsten zijn de:

- zand-bentonietlaag aansluitend op de damwand langs de Kromme Aar;
- de slootbodem van de ringsloot langs de Westkanaalweg;
- de slootbodem van de ringsloot langs de Burgemeester Bruins Slotsingel;
- zand-bentonietlaag langs het Heemgebied bij de onderzijde van het talud.

Op deze locaties is de waterscheidende zand-bentonietlaag in de dwarsprofielen het diepst aanwezig, waardoor hier de grootste waterdruk opbouwt. Tevens is op deze locaties de minste bovenbelasting van bovenliggende grondlagen aanwezig.

Onderzekerheden

In [bijlage 1](#) is een bronnenlijst opgenomen. Voor het bepalen van de ondiepe bodemopbouw en de profielen van de maatgevende situaties is gebruik gemaakt van oude data, namelijk het ontwerp uit 1992 [1] en revisietekeningen van herstelwerkzaamheden uit 1996 [2]. Voor het bepalen van de zettingen ter plaatse

van de profielen is gebruik gemaakt van het Fugro onderzoek [5] uit 2013. Voor het maaiveldniveau zijn inschattingen gemaakt op basis van het AHN2.

Betreffende de basisgegevens zijn diverse onzekerheden, bijvoorbeeld de juistheid van het aangenomen maaiveldniveau, en of de werkzaamheden destijds conform [1] en [2] zijn uitgevoerd. Voor de berekeningen zijn zoveel mogelijk worstcase aannamen gedaan. Hierdoor wordt bij de berekeningen een conservatieve inschatting gemaakt van de maximaal toegestane grondwaterstand.

Uitgangspunten

Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Aanleg van de ondiepe bodemopbouw met zand-bentonietlaag conform figuren Iwaco (1992) [1].
- Herstel van de slootbodem conform het document "Herstelwerkzaamheden taluds en Ringsloot" (1996) [2]. Er wordt vanuit gegaan dat de in [2] aangegeven kleilaag op de originele [1] slootbodem is aangelegd.
- De dikte van de zand-bentonietlaag langs de damwand en ter hoogte van het Heemgebied bedraagt minimaal 0,25 m [1].
- De dikte van de zand-bentonietlaag onder de slootbodem bedraagt minimaal 0,30 m [1].
- De zand-bentonietlaag is nog intact [5] aanwezig.
- De zand-bentonietlaag is gezakt [5]. Aangenomen wordt dat de zakking, na een eerste aanvullende zakking na aanleg, lineair heeft plaatsgevonden.
- Onder de zand-bentonietlaag is een watervoerende zandlaag aanwezig, waardoor waterdruk direct onder de zand-bentonietlaag opbouwt.
- Bepaling maaiveldniveau ter plaatse van maatgevende punten op basis van AHN2, [5] en [3]. Er is uitgegaan van het laagst voorkomende maaiveldniveau.
- De ringsloot dient te kunnen worden drooggelegd voor onderhoud.
- Het soortelijk gewicht (γ) van de zand-bentonietlaag bedraagt 17 kN/m^3 .
- De minimale veiligheidsfactor bij de opbarstberekeningen bedraagt 1,1.
- Bij de opbarstberekeningen voor de zone langs het Heemgebied is aangenomen dat zijdelingse afstroming van grondwater niet mogelijk is.

Resultaten

In de onderstaande tabel zijn de maximaal toelaatbare grondwaterstanden met betrekking tot opbarsten weergegeven. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4.

Tabel 2: Berekeningsresultaten

Locatie	Maximaal toelaatbare grondwaterstand (NAP in m)	Opmerkingen
Damwand langs Kromme Aar	+0,6	Indien de aansluiting tussen de damwand en de zand-bentonietlaag niet waterdicht is zal grondwater via deze aansluiting wegstromen, indien de grondwaterstand hoger is dan bovenzijde damwand (NAP -0,4 m).
Ringsloot Westkanaalweg*	-0,95	
Ringsloot Burgemeester Bruins Slotsingel*	-0,95	
Langs Heemgebied	-0,60	Er is geen zijafsluiting aanwezig in het talud langs het Heemgebied. Bij een grondwaterstand hoger dan het oppervlaktewaterpeil zal grondwater zijdelings afstromen naar de watergang. Het waterpeil in de naastgelegen sloot bedraagt circa NAP - 1,8 m.
*Bij droog gezette watergang. Bij een gevulde watergang is de berekende veiligheid op opbarsten hoger.		

3.2. Kwel

Wanneer de grondwaterstand onder de zand-bentonietlaag hoger is dan de grondwaterstand boven de zand-bentonietlaag ontstaat een opwaartse stroming van mogelijk verontreinigd grondwater naar de afdeklag.

Omdat de zand-bentonietlaag zeer slecht waterdoorlatend is zal deze stroming klein zijn.

In 2013 is op drie plaatsen de waterdoorlatendheid (k-waarde) van de zand-bentonietlaag gemeten. De resultaten zijn in onderstaande tabel opgenomen

Tabel 3: Waterdoorlatendheid zand-bentonietlaag

	eenheid	A1	A2-her	A3	gemiddeld
doorlatendheid (k-waarde)	m/etmaal	$2,803 \cdot 10^{-4}$	$1,089 \cdot 10^{-3}$	$1,098 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$

Uit gemiddelde waarde is met de formule van Darcy een inschatting van het debiet door de zand-bentonietlaag berekend bij verschillende waarden van het stijghoogteverschil. De onderbouwing van de berekening is opgenomen in [bijlage 5](#). De berekeningsresultaten zijn opgenomen in tabel 4.

Bij verschillende grondwaterstanden zijn de hoeveelheden percolaatwater die naar het oppervlaktewater stromen berekend in tabel 4. Tevens is het percentage

van het huidige debiet berekend dat niet naar de pompputten zal stromen maar naar het oppervlaktewater.

Tabel 4: Berekeningsresultaat kwel vanuit stort naar oppervlaktewater bij verschillende grondwaterstanden onder de zand-bentonietlaag (gws)

∂h	gws	q	Q (m3/jaar)				
			m	m tov NAP	m2/d	Aarkanaal	
0,1	-0,5	0,004	1.489	4%	694	4%	2.183
0,2	-0,4	0,008	2.978	8%	1.387	8%	4.365
0,3	-0,3	0,012	4.468	12%	2.081	12%	6.548
0,4	-0,2	0,016	5.957	16%	2.774	17%	8.731
0,5	-0,1	0,02	7.446	21%	3.468	21%	10.914

De drain langs het Heemgebied is in bovenstaande beschouwing niet betrokken. Bij de analyse van de basisgegevens is vastgesteld dat zich onder de ringsloot van het Heemgebied geen zand-bentonietlaag bevindt (zie figuur 3 in bijlage 3). Als langs het Heemgebied de grondwaterstand onder de bovenafdichting (zand-bentonietlaag) hoger is dan het peil in de sloot (NAP -1,80 m) zal een deel van het grondwater afstromen naar de sloot. De mate van afstroming is hier niet afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bentonietlaag maar van de waterdoorlatendheid van de bodem van het slootprofiel.

Het grondwaterpeil is de afgelopen 5 jaar op circa NAP -1,70 m gehandhaafd. Hierdoor is er de afgelopen jaren een stijghoogteverschil van circa 0,10 m tussen grondwaterpeil en slootpeil geweest hetgeen een minimale naar de sloot gerichte grondwaterstroming heeft veroorzaakt.

Het uitgangspunt van de voorzieningen op de Coupépolder is dat verspreiding van verontreinigingen naar de omgeving minimaal dient te zijn. De verspreiding die optreedt, moet gecontroleerd plaatsvinden zodat de risico's kunnen worden beoordeeld en geminimaliseerd.

Op basis van dit uitgangspunt is een grondwaterstand onder de zand-bentonietlaag die hoger is dan het oppervlaktewater rond de Coupépolder niet acceptabel.

De maximale grondwaterstanden op basis van het voorkomen van kwel zijn opgenomen in tabel 5.

Tabel 5: Maximale grondwaterstanden om kwel te voorkomen

Locatie	Maximaal toelaatbare grondwaterstand (NAP in m)
Kromme Aar	NAP -0,60 m
Aarkanaal	NAP -0,60 m
Heemgebied	NAP -1,80 m

3.3. Conclusie maximale grondwaterstanden

Aarkanaal

Aanbevolen wordt om de grondwaterstand ter plaatse van het Aarkanaal en langs de Kromme Aar met circa 0,50 m te verhogen tot NAP -1,00 m. Bij dit niveau is het risico op opbarsten van de zand-bentonietlaag nihil en treedt geen grondwaterstroming vanuit de stort naar het oppervlaktewater op.

Kromme Aar

Aanbevolen wordt om de grondwaterstand langs de Kromme Aar met circa 0,90 m te verhogen tot NAP -0,60 m. Bij dit niveau is het risico op opbarsten van de zand-bentonietlaag nihil en blijft de grondwaterstand beneden de bovenkant van de damwand. Bij de aanbevolen grondwaterstand treedt geen grondwaterstroming vanuit de stort naar het oppervlaktewater op.

Heemgebied

Aanbevolen wordt om de grondwaterstand langs het Heemgebied met 0,10 m te verlagen tot NAP -1,80 m. Bij dit debiet is het risico voor opbarsten van de zand-bentonietlaag nihil.

3.4. Invloed verhogen waterpeil op debiet ringdrainage

Het verhogen van de maximale grondwaterstand ter plaatse van de zand-bentonietlaag zal zorgen voor:

- een kortdurende verhoging van de bergingscapaciteit van de ondergrond ter plaatse van de stortlocatie. Door het verhogen van de grondwaterstand aan de randen zal de grondwaterstand in het randgebied van het terrein stijgen. Hierdoor zal de drain tijdelijk minder water afvoeren. Er zal een nieuw evenwicht ontstaan, waarna infiltrerend grondwater (neerslag, irrigatie) zal afstromen naar de ringdrainage.
- vergroting van de infiltratie van percolaatwater naar het diepe watervoerend pakket. De peilverhoging ter plaatse van het Aarkanaal en de Kromme Aar leiden binnen de invloedsfeer van de drainage tot een grotere infiltratie van percolaatwater naar het diepe watervoerend pakket. Vooral ter plaatse van zandige geulopvullingen in de omgeving van de kromme Aar kan dit een rol spelen. Gezien de beperkte omvang van het gebied waarin de grondwaterstand wordt verhoogd zal de toename van de infiltratie ten opzichte van de totale infiltratie minimaal zijn.

- vermindering van lekwater door de damwand langs de Kromme Aar. Op basis van de bodemopbouw wordt verwacht dat deze vermindering gering zal zijn.
- vermindering van toestromend grondwater vanuit de omgeving. Op basis van de bodemopbouw wordt verwacht dat deze vermindering beperkt zal zijn.
- Een geringe verhoging van het debiet uit de drain langs het Heemgebied.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1. Algemeen

Onderzocht is of de grondwaterstanden langs de randen van de Coupépolder kunnen worden verhoogd. Als randvoorwaarde hiervoor zijn aangehouden:

- Geen verspreiding van percolaatwater uit de stort naar het omliggende grondwater of oppervlaktewater.
- Geen kans op opbarsten van de bentonietlaag.

Op basis van deze criteria wordt aanbevolen:

Aarkanaal: verhogen van de grondwaterstand tot NAP -1,00 m. Bij dit niveau is het risico op opbarsten van de zand-bentonietlaag nihil en treedt geen grondwaterstroming vanuit de stort naar het oppervlaktewater op.

Kromme Aar: verhogen van de grondwaterstand tot NAP -0,60 m. Bij dit niveau is het risico op opbarsten van de zand-bentonietlaag nihil en blijft de grondwaterstand beneden de bovenkant van de damwand. Bij de aanbevolen grondwaterstand treedt geen grondwaterstroming vanuit de stort naar het oppervlaktewater op.

Heemgebied: verlagen van de grondwaterstand tot NAP -1,80 m. Bij dit debiet is het risico voor opbarsten van de zand-bentonietlaag nihil. Wel is hierdoor een geringe toename van het jaarlijks debiet uit de ringdrainage te verwachten.

Of de verhoging van de grondwaterstand leidt tot reductie van het debiet van de ringdrainage hangt af van de reductie van de zijdelingse toestroming van buiten de Coupépolder. De hoogte van deze reductie is niet in te schatten. Ook niet of deze reductie de verwachte toename van het debiet uit de drain langs het Heemgebied zal compenseren.

De grondwaterstanden kunnen verder worden verhoogd tot de niveaus die uit de opbarstberekeringen volgen indien de eis dat zich geen percolaatwater uit de stort naar de omgeving mag verspreiden wordt afgezwakt. Argumenten hiervoor zijn:

- De mate van verontreiniging van het percolaatwater in de drains is vanaf de aanvang van de bemaling gering.
- Het grondwater stroomt bij een hogere grondwaterstand onder de zand-bentonietlaag door de zand-bentonietlaag. Bij deze passage zal verontreiniging absorberen aan de laag, waardoor de uiteindelijke verspreiding nog kleiner zal zijn.

BIJLAGE 1. Bronnenlijst

- [1] Deelrapportage 1: "Beheersmaatregelen voor taluds en oppervlaktewater", kenmerk 10.2485.0, augustus 1992, Iwaco.
(Betreft ontwerpdoorsneden en omschrijvingen van de zand-bentonietlaag)
- [2] Document: "Bijlage 6: Herstelwerkzaamheden taluds en Ringsloot", kenmerk onbekend, 20 mei 1996, opsteller onbekend.
(Betreft werkomschrijving herstelwerkzaamheden zettingen en revisie slootprofielen)
- [3] Document: "Gegevens en situering meetpunten", 27 november 2012, Bodemzorg.
- [4] "Nazorgrapportage 2012, Voormalige stortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn", 15 februari 2013, Bodemzorg.
- [5] Rapportage: "Onderzoek gevolgen zakkingen op voormalige stortplaats Coupépolder te Alphen aan de Rijn", kenmerk 3013-0087-000, 23 september 2013, opgesteld door Fugro GeoServices B.V.
(Betreft analyse zakkingen en staat zand-bentonietlaag)
- [6] "Nazorgstatusrapportage Coupépolder Alpen aan den Rijn; ZH048400007 (2013)", kenmerk BC85 RAP20140509, 19 mei 2014, Wareco Ingenieurs.
- [7] "Nazorgstatusrapportage Coupépolder Alpen aan den Rijn; ZH048400007 (2014)", kenmerk BC85 RAP20150206, 11 februari 2015, Wareco Ingenieurs.
- [8] "A revised water balance of landfill 'de Coupépolder' and recommendations for future data improvement, kenmerk 2507136, 25 juni 2014, H. van Hateren.
- [9] "Nazorgplan Coupépolder; projectnummer 9W814, 30 mei 2011, Royal Haskoning.

Bijlage 2. Omschrijving zijafdichting

In het nazorgplan (bron 9, zie bijlage 1) wordt de zijafdichting als volgt omschreven:

"Zijafdichting"

De afdichtingconstructie, die is aangebracht op de zijkanten rondom de stortplaats, is

als het volgt opgebouwd (van boven naar beneden, zie figuur 3.1):

- *De teelaardelaag aangebracht in 2 laagdikten. Een dikte van 0,5 meter die is ingezaaid met gras, en een laagdikte van 1 meter op plaatsen waar beplantingsvakken zijn aangelegd. De dikte van 1 meter is aangebracht om te voorkomen dat diep wortelende gewassen de eigenschappen van de drainagelaag en zandbentonietlaag verstoren;*

- *de drainagelaag is een sterk verdichte laag rivierzand met ongeveer 0,25 meter*

dikte, die op de zandbentonietlaag is aangebracht (behalve ter plaatse van de ringsloten). Op regelmatige afstanden van circa 25 meter liggen in deze laag drains, met destijds als doel om eventueel in de toekomst aan te brengen drainage bovenop de stort daarop aan te sluiten. Met het besluit van de provincie geen extra bovenafdeklaag aan te leggen, hebben deze drains nu en in de toekomst geen functie.

- *de zandbentonietlaag is een sterk verdichte (waterondoorlatende) laag van 0,25*

meter dik, bestaande uit een mengsel van zand en 8 à 10% bentoniet. Zij vormt de scheiding tussen enerzijds het uit het stort tredende percolaat, en anderzijds het water in de ringsloot die op deze laag is aangebracht en het regenwater dat op de taluds valt;

- *de steunlaag, deze bestaat uit goed drainerend zand (minimaal 0,30 meter dik),*

aangebracht in de voormalige bermsloot en op de bestaande taluds rondom de stort. In deze zandvulling ligt de ringdrainage.

Beheerssysteem percolaatwater

Om uittredend percolaat aan de zijkanten van de stort op te vangen is een ringdrainage

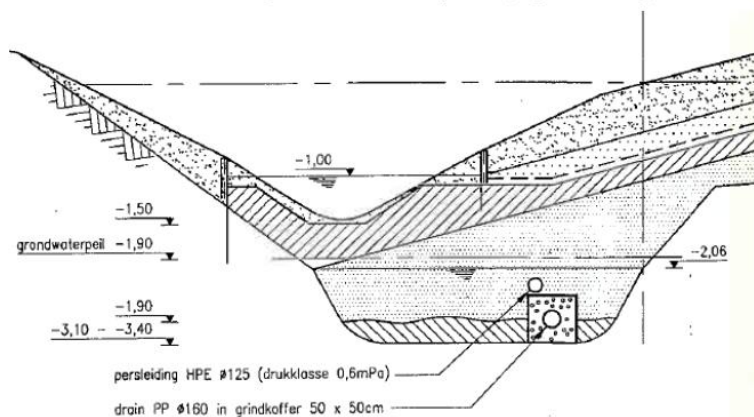
(percolaatdrain) aangelegd rondom de gehele stort, deze is verdeeld in 3 tracés, te weten:

- *Tracé Aarkanaal;*
- *Tracé Kromme Aar;*
- *Tracé Heemgebied.*

De ringdrainage (zie figuur 3.1 'drain PP') moet het uit de zijkanten van het stort tredende percolaat opvangen en afvoeren. De ringdrainage loost per tracé onder vrij verval op een drainpompput (drainpompput Aarkanaal, Kromme Aar en Heemgebied).

Vanuit de drainpompput wordt het percolaat met een persleiding via de centrale debietmeetput naar het opvanggemaal gepompt. Vanuit het opvanggemaal wordt het percolaat via een persleiding op het gemeentelijke rioleringsstelsel geloosd.

Figuur 3.1 Ligging percolaatdrain in grindkoffer aan zuidzijde stortplaats (in tekening 1052020-S-013 aangeduid als PP drain). Zie bijlage 2 voor legenda.



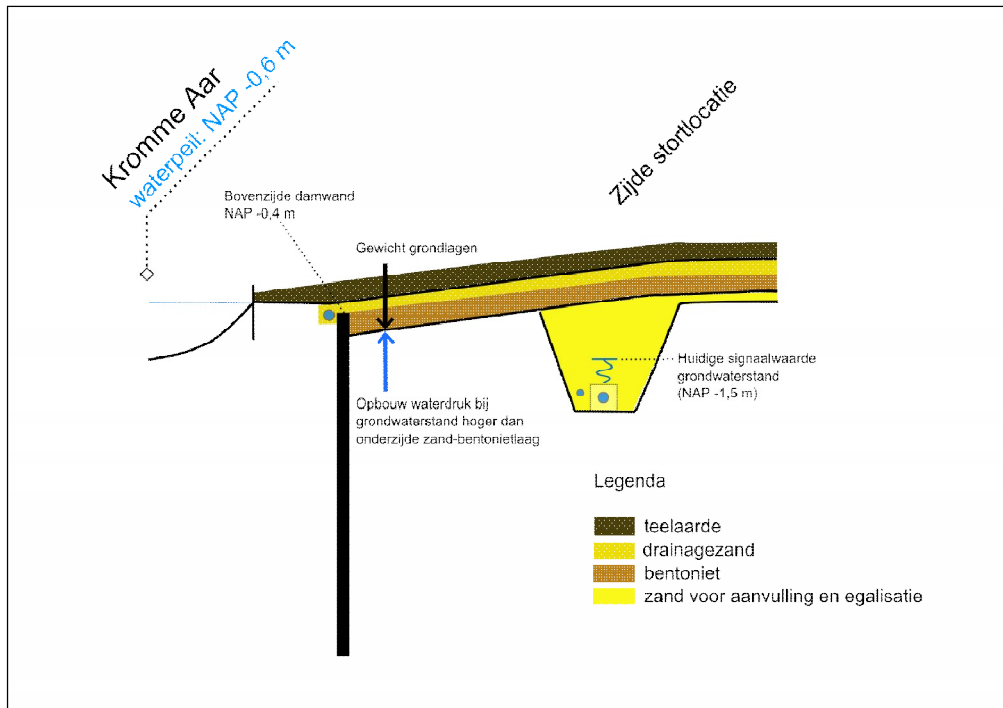
Figuur 3.1 Ligging percolaatdrain in grindkoffer aan zuidzijde stortplaats

Door middel van telemetrie wordt de hoeveelheid afgevoerd percolaat per tracé geregistreerd. Monsterkranen geven de mogelijkheid per tracé de kwaliteit te bepalen van het afgevoerde percolaat. Met het monstername-apparaat worden tweemaandelijks volumeproportionele watermonsters genomen van de totaalstroom van het effluentwater.

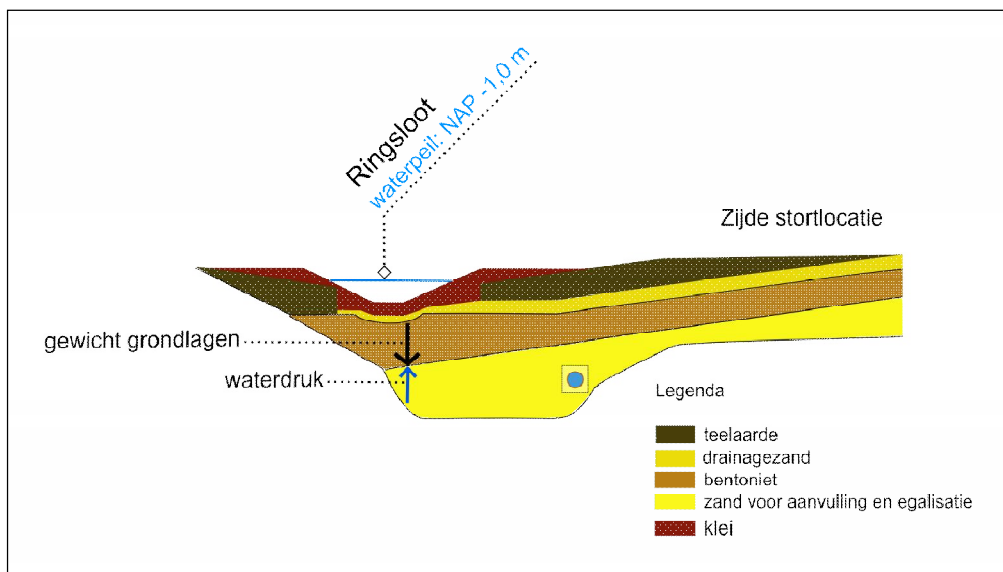
Voor zowel het percolaat als de overige waterstromen is geen waterzuivering. Het percolaat wordt via het opvanggemaal en via het gemeentelijke rioleringsstelsel en de afvalwaterzuiveringinrichting "Alphen Noord" op de Oude Rijn geloosd."(einde citaat).

Bijlage 3. Dwarsprofielen

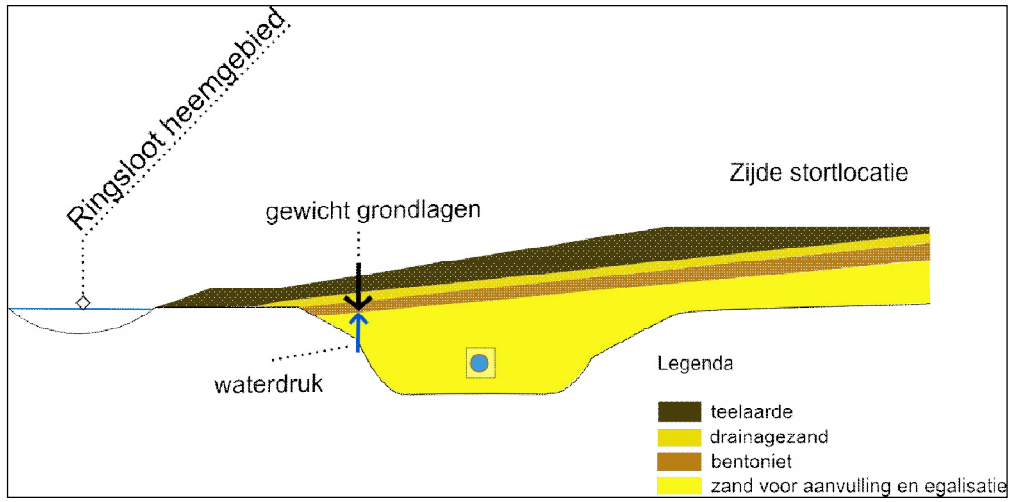
De dwarsprofielen zijn samengesteld op basis van [1] en [2]. De letters in de figuren komen overeen met de gehanteerde bodemopbouw in de berekeningen (bijlage 4).



Figuur 1: Dwarsprofiel langs de Kromme Aar



Figuur 2: Dwarsprofiel Westkanaalweg en Burgemeester Bruins Slotsingel



Figuur 3: Dwarsprofiel langs Heemgebied

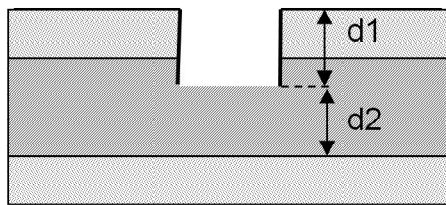
Bijlage 4. Opbarstberekningen

Toelichting opbarsten zand-bentonietlaag

Bij een stijging van de grondwaterstand tot boven het niveau van de zand-bentonietlaag ontstaat een opwaartse waterdruk onder deze laag. Indien de waterdruk groter wordt dan de neerwaartse gronddruk (het cumulatieve gewicht van de bovenliggende grondlagen) zal een instabiele bodem ontstaan. Hierdoor kan uitstroming van grondwater (welvorming) plaatsvinden.

Bij de berekeningen zijn de onderstaande formules gebruikt. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een profiel met een relatief gelijkmatig maaiveldniveau (Bij het Heemgebied en bij de damwand langs de Kromme Aaar) en een sleufprofiel ringsloot.

Bij gelijkmatig maaiveldniveau/ontgraving

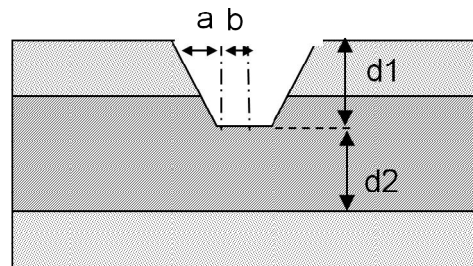


Voorwaarde: $W < Pn/V$

$$Pn = \gamma * d2$$

$$W = (h - oz) * 10$$

Sleuf profiel ringsloot



Voorwaarde: $W < Pn/V$

$$Pn = f * P1 + P2$$

$$P1 = \gamma * d1$$

$$P2 = \gamma * d2$$

$$f = \frac{2}{\pi} * \left[\left(1 + \frac{b}{a}\right) * \arctan\left(\frac{d2}{a+b}\right) - \frac{b}{a} * \arctan\left(\frac{d2}{b}\right) \right]$$

Waarin:

W:	Opwaartse waterdruk	(kN/m ²)
h:	Stijghoogte onder de deklaag	(m t.o.v. NAP)
oz:	onderzijde zand-bentonietlaag	(m t.o.v. NAP)
Pn:	Totale neerwaartse druk	(kN/m ²)
P2:	Neerwaartse gronddruk	
P1:	Neerwaartse gronddruk zijanten sleuf	(kN/m ²)
γ :	Volumiek gewicht grondlagen	(kN/m ³)
d1:	Dikte grondlagen boven maaiveldniveau/ slootbodem	(m)
d2:	Dikte grondlagen onder maaiveldniveau/ slootbodem	(m)
f=	Factor	
b:	1/2 sleufbreedte	(m)
a:	Talubreedte horizontaal	(m)
V:	Veiligheidsfactor	

Project: Coupepolder

Projectcode: BC85C

Damwand langs Kromme Aar. Doorsnede 4 t/m 6, profielen Iwaco (2485-

Locatie: B4, 1991)

Gegevens	
maaiveld hoogte	0,2 [m tov NAP]
onderzijde deklaag	-0,74 [m tov NAP]
stijghoogte 1e WVP	0,60 [m tov NAP]
gem. vol. gewicht boven bodem	14,00 [kN/m3]
gem. vol. gewicht onder bodem	15,88 [kN/m3]
dikte deklaag onder putbodem	0,93 [m]
gewenste veiligheidsfactor	1,1 [-]

Opbarstberekening					
Neerwaartse gronddruk	Opwaartse waterdruk	Veiligheidsfactor	Verticale stabiliteit?	Benodigde stijghoogte verlaging	Maximaal toelaatbare stijghoogte
[kN/m2]	[kN/m2]	[-]		[m]	[m tov NAP]
14,80	13,42	1,10	VOLDOET	NVT	0,60

Project:	Coupepolder
Projectcode:	BC85C
Locatie:	Damwand langs Kromme Aar. Doorsnede 4 t/m 6, profielen Iwaco (2485-B4, 1991)

Algemene gegevens berekening		
maaiveldhoogte	+0,20	[m tov NAP]
grondwaterstand	+0,60	[m tov NAP]
diepte putbodern	+0,19	[m tov NAP]
breedte bouwput		[m]
lengte bouwput		[m]
taludhelling (1:x)		[-]
inheidiepte damwand		[m tov NAP]
veiligheidsfactor	1,1	

Permanente situatie

Bodemopbouw tot onderzijde scheidende laag	onderzijde laag [m tov NAP]	vol. gewicht (zie NEN6740) [kN/m3]	dikte laag boven bodem [m]	dikte laag onder bodem [m]
A. Teelaarde, kleiig	-0,24	14	0,01	0,43
B. Drainagezand	-0,49	18	0,00	0,25
C. Bentoniet	-0,74	17	0,00	0,25
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00

Project: Coupepolder
 Projectcode: BC85C
 Locatie: Dwarsprofiel Westkanaalweg. Doorsnede 1, profielen Iwaco (2485-B4, 1991) en "herstel zettingen ringsloot Coupepolder, revisie slootprofielen, profiel 45" (20 mei 1996)

Details bodemopbouw	
maalveld hoogte	-0,3 [m tov NAP]
onderzijde deklaag	-1,84 [m tov NAP]
stijghoogte 1e WVP	-0,95 [m tov NAP]
gem. vol. gewicht boven bodem	14,00 [kN/m ³]
gem. vol. gewicht onder bodem	16,71 [kN/m ³]

Details ontgraving	
breedte bouwput	2,5 [m]
ontgravingdiepte	0,95 [m]
dikte deklaag onder putbodem	0,59 [m]
taludhelling (1:x)	2,5 [-]
gewenste veiligheidsfactor	1,1 [-]

Opbarstberekening							
f	Grondruk via zijbelasting [kN/m ²]	Neerwaartse gronddruk [kN/m ²]	Totale druk neerwaarts [kN/m ²]	Opwaartse waterdruk [kN/m ²]	Veiligheidsfactor	Benodigde stijghoogte verlaging [m]	Maximaal toelaatbare stijghoogte [m tov NAP]
0,01	0,12	9,86	9,98	8,90	1,12	VOLDOET	NVT -0,93

Project:	Coupepolder
Projectcode:	BC85C
Locatie:	Dwarsprofiel Westkanaalweg Doorsnede 1, profielen Iwaco (2485-B4, 1991) en "herstel zettingen ringsloot Coupepolder, revisie sloopprofielen, profiel 45" (20 mei 1996)

Algemene gegevens berekening		
maaiveldhoogte	-0,30	[m tov NAP]
grondwaterstand	-0,95	[m tov NAP]
diepte putbodem	-1,25	[m tov NAP]
breedte bouwput	2,5	[m]
lengte bouwput	100	[m]
taludhelling (1:x)	2,5	[-]
inheidiepte damwand		[m tov NAP]
veiligheidsfactor	1,1	

Tijdelijke situatie bij
droogzetten watergang

Bodemopbouw tot onderzijde scheidende laag	onderzijde laag	vol. gewicht (zie NEN6740)	dikte laag boven bodem	dikte laag onder bodem
	[m tov NAP]	[kN/m ³]	[m]	[m]
A. Teelaarde, kleiig	-1,25	14	0,95	0,00
B. Klei	-1,48	16	0,00	0,23
C. Drainzand	-1,53	18	0,00	0,05
C. Doek met werkdrain	-1,54	18	0,00	0,01
D. Bentoniet	-1,84	17	0,00	0,30
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00

Project: Coupepolder
 Projectcode: BC85C
 Dwaarsprofiel Burgemeester. Bruins Slotsingel Doorsnede 2, profielen Iwaco (2485-B4, 1991) en "herstel zettingen ringsloot Coupepolder, revisie slootprofielen, profiel 47" (20 mei 1996)
 Locatie:

Details bodemopbouw	
maalveld hoogte	0,35 [m tov NAP]
onderzijde deklaag	-1,80 [m tov NAP]
stijghoogte 1e WVP	-0,95 [m tov NAP]
gem. vol. gewicht boven bodem	14,00 [kN/m ³]
gem. vol. gewicht onder bodem	16,76 [kN/m ³]

Details ontgraving	
breedte bouwput	2,5 [m]
ontgravingdiepte	1,60 [m]
dikte deklaag onder putbodem	0,55 [m]
taludhelling (1:x)	2,5 [-]
gewenste veiligheidsfactor	1,1 [-]

Opbarstberekening							
	Grondruk via zijbelasting [kN/m ²]	Neerwaartse gronddruk [kN/m ²]	Totale druk neerwaarts [kN/m ²]	Opwaartse waterdruk [kN/m ²]	Veiligheidsfactor	Benodigde stijghoogte verlaging [m]	Maximaal toelaatbare stijghoogte [m tov NAP]
<i>f</i>							
0,00	0,11	9,22	9,33	8,47	1,10	VOLDOET	NVT
							-0,95

Project:	Coupepolder
Projectcode:	BC85C
Locatie:	Dwarsprofiel Burgemeester. Bruins Slotsingel Doorsnede 2, profielen Iwaco (2485-B4, 1991) en "herstel zettingen ringsloot Coupepolder, revisie slootprofielen, profiel 47" (20 mei 1996)

Algemene gegevens berekening		
maaiveldhoogte	+0,35	[m tov NAP]
grondwaterstand	-0,95	[m tov NAP]
diepte putbodern	-1,25	[m tov NAP]
breedte bouwput	2,5	[m]
lengte bouwput	100	[m]
taludhelling (1:x)	2,5	[-]
inheidiepte damwand		[m tov NAP]
veiligheidsfactor	1,1	

Tijdelijke situatie bij
droogzetten watergang

Bodemopbouw tot onderzijde scheidende laag	onderzijde laag [m tov NAP]	vol. gewicht (zie NEN6740) [kN/m ³]	dikte laag boven bodern [m]	dikte laag onder bodern [m]
A. Teelaarde, kleiig	-1,25	14	1,60	0,00
B. Klei	-1,44	16	0,00	0,19
C. Drainzand	-1,49	18	0,00	0,05
C. Doek met werkdrain	-1,50	18	0,00	0,01
D. Bentoniet	-1,80	17	0,00	0,30
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00

Project: Coupepolder
 Projectcode: BC85C
 Locatie: Langs Heemgebied. Doorsnede 3, profielen Iwaco (2485-B4, 1991)

Gegevens		
maaiveld hoogte	-1	[m tov NAP]
onderzijde deklaag	-1,99	[m tov NAP]
stijghoogte 1e WVP	-0,60	[m tov NAP]
gem. vol. gewicht boven bodem	14,00	[kN/m3]
gem. vol. gewicht onder bodem	15,78	[kN/m3]
dikte deklaag onder putbodem	0,98	[m]
gewenste veiligheidsfactor	1,1	[-]

Opbarstberekening					
Neerwaartse gronddruk	Opwaartse waterdruk	Veiligheids- factor	Verticale stabiliteit?	Benodigde stijghoogte verlaging	Maximaal toelaatbare stijghoogte
[kN/m2]	[kN/m2]	[-]		[m]	[m tov NAP]
15,50	13,92	1,11	VOLDOET	NVT	-0,58

Project:	Coupepolder
Projectcode:	BC85C
Locatie:	Langs Heemgebied. Doorsnede 3, profielen Iwaco (2485-B4, 1991)

Algemene gegevens berekening		
maaiveldhoogte	-1,00	[m tov NAP]
grondwaterstand	-0,60	[m tov NAP]
diepte putbodern	-1,01	[m tov NAP]
breedte bouwput		[m]
lengte bouwput		[m]
taludhelling (1:x)		[-]
inheidiepte damwand		[m tov NAP]
veiligheidsfactor	1,1	

permanente situatie

Bodemopbouw tot onderzijde scheidende laag	onderzijde laag [m tov NAP]	vol. gewicht (zie NEN6740) [kN/m3]	dikte laag boven bodern [m]	dikte laag onder bodern [m]
A. Teelaarde, kleiig	-1,49	14	0,01	0,48
B. Drainagezand	-1,74	18	0,00	0,25
C. Bentoniet	-1,99	17	0,00	0,25
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00

Bijlage 5. Kwelberekening Darcy

Het debiet (kwel) door de zand-bentonietlaag is berekend met de formule van Darcy

$$q = b \cdot k \cdot \partial h/d$$

$$Q = L \cdot q$$

Waarbij:

q = debiet per strekkende meter drain (m²/d)

b = breedte van de strook zand-bentoniet (m)

k = doorlatendheid zand-bentonietlaag (m/d)

∂h = stijghoogteverschil (gron) waterstand boven en beneden de zand-bentonietlaag (m)

d = dikte zand-bentonietlaag (m)

L = totale lengte van de drain (m)

In deze formules zijn de volgende waarden gekozen:

$$b = 20 \text{ m}$$

$$k = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/d op basis van tabel 3}$$

$$d = 0,25 \text{ m}$$

$$L = \text{zie tabel 1}$$

Bij verschillende stijghoogteverschillen (∂h) zijn de hoeveelheden percolaatwater die naar het oppervlaktewater stromen berekend in onderstaande tabel. Tevens is het percentage van het huidige debiet berekend dat niet naar de pompputten zal stromen maar naar het oppervlaktewater.

Tabel. Berekeningsresultaat kwel vanuit stort naar oppervlaktewater bij verschillende grondwaterstanden onder de zand-bentonietlaag (gws)

∂h	gws	q	Q (m ³ /jaar)				
			m	m tov NAP	m ² /d	Aarkanaal	
0,1	-0,5	0,004	1.489	4%	694	4%	2.183
0,2	-0,4	0,008	2.978	8%	1.387	8%	4.365
0,3	-0,3	0,012	4.468	12%	2.081	12%	6.548
0,4	-0,2	0,016	5.957	16%	2.774	17%	8.731
0,5	-0,1	0,02	7.446	21%	3.468	21%	10.914