

## Notitie

Aan : A.Boomsma (gemeente Alphen aan den Rijn)  
 Van : F.J. Olie (Royal Haskoning)  
 Datum : 27 juli 2006  
 Onze referentie : 9S1256/N00001/415040/DenB

**Betreft : Evaluatie waterbalans Coupepolder te Alphen aan den Rijn**

### Inleiding

De gemeente Alphen aan den Rijn heeft aan het onafhankelijke ingenieursbureau Royal Haskoning gevraagd om een waterbalans op te stellen voor de voormalige stortplaats Coupépolder, gelegen in Alphen aan den Rijn.

Aanleiding voor het opstellen van een waterbalans is het bezwaar dat is aangetekend tegen de vergunning die in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo) op 9 augustus 2005 is verleend. De vergunning is verleend voor het lozen van afvalwater (drainagewater) afkomstig van het waterbeheerssysteem van de stortplaats op de gemeentelijke riolering. Eén van de bezwaren is dat ten onrechte geen waterdichte bovenafdichting is voorgeschreven, teneinde de emissie van zogenaamde zwarte lijststoffen in het drainagewater tegen te gaan.

In deze notitie wordt een waterbalans voor de stortplaats opgesteld, voor de huidige situatie en voor de situatie met een waterdichte bovenafdichting. Door middel van deze kwantitatieve benadering wordt de invloed vastgesteld die de aanleg van een waterdichte bovenafdichting op de omvang van het drainagegebied heeft.

### Waterbalans huidige situatie, met "open" deklaag

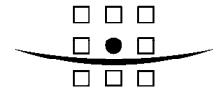
#### Algemeen

Voor de stort Coupepolder kan de volgende waterbalans worden opgesteld:

$$P_{bruto} - AE_{tot} - Q_{opp.afvoer} - Q_{golfdrains} = Q_{ringdrains} \pm S - Q_{lat} \pm Q_{wvp} \quad (1)$$

Hierbij geldt,

$P_{bruto}$	=	bruto neerslag	$[m^3/jr]$
$AE_{tot}$	=	totale actuele verdamping, zowel vanaf de bodem als via transpiratie van bodembedekker	$[m^3/jr]$
$Q_{opp.afvoer}$	=	oppervlakkige afvoer op deklaag	$[m^3/jr]$
$Q_{golfdrains}$	=	afvoer via drainage in deklaag	$[m^3/jr]$
$Q_{ringdrains}$	=	afvoer via ringdrainage	$[m^3/jr]$
$S$	=	berging binnen stort	$[m^3/jr]$
$Q_{lat}$	=	zijwaartse aanvoer grondwater	$[m^3/jr]$
$Q_{wvp}$	=	wegzijing/kwel vanuit/naar stort naar/vanuit watervoerend pakket	$[m^3/jr]$



Het netto debiet binnen de stort dat als percolaat kan worden beschouwd is dan te definiëren als,

$$Q_{\text{percolaat}} = Q_{\text{ringdrains}} \pm S - Q_{\text{lat}} \pm Q_{\text{wvp}} \quad (2)$$

In onderstaande tekst worden de verschillende termen van de waterbalans zo goed mogelijk benaderd om de waterhuishouding van de stort in de huidige situatie te kwantificeren. Waar geen meetgegevens beschikbaar zijn wordt gebruik gemaakt van geschatte waarden. Alleen gemiddelde waarden van de waterbalans worden beschouwd, variaties in de tijd zijn niet in de evaluatie meegenomen.

#### *Bruto neerslag*

Voor de omgeving van Alphen aan den Rijn bedraagt de klimatologisch gemiddelde neerslag (over 30 jaar) ca. 825 mm/jaar (KNMI, 2006). Op een oppervlakte van 22 ha (overeenkomend met het oppervlak van de stort) valt dan aan bruto neerslag ca. 181.500 m<sup>3</sup>/jaar.

#### *Verdamping*

Voor de omgeving van Alphen aan den Rijn is de langjarige verdamping voor een grasoppervlak berekend op ca. 585 mm/jaar (KNMI, 2006). De totale verdamping over het met gras bedekte oppervlak van de stort bedraagt dan 128.700 m<sup>3</sup>/jaar.

#### *Oppervlakkige afvoer*

Vanwege het aangebrachte reliëf van de deklaag is het aannemelijk te veronderstellen dat oppervlakkige afvoer van de neerslag plaatsvindt. Hiervoor zijn een aantal locaties aan te wijzen.

Waar de stort is voorzien van een zijafdeling met zand/bentoniet, mag verondersteld worden dat hier oppervlakkige afvoer plaatsvindt dan wel dat het hemelwater over de zand/bentoniet-laag hellingafwaarts afstroomt en via de ringsloot wordt afgevoerd.

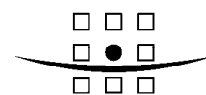
Op grond van dwarsdoorsneden van de beheersmaatregelen (Bodemzorg, 2006) is aangenomen dat de zand/bentoniet-afdeling langs de afgedamde Kromme Aar over een breedte van ca. 25 m is aangebracht vanuit de teen van de stort. Het betreft hier een lengte van ca. 500 m. Voor de overige zijden van het stort met totale omtrek van ca. 2.200 m is een minimale breedte van ca. 10 m aangehouden waarover de zand/bentoniet is aanbracht in de taluds.

Het totale oppervlak dat is afgeschermd met een zand/bentoniet-deklaag bedraagt dan minimaal:

500 m x 25 m =	12.500 m <sup>2</sup>	(nabij damwand)
1.700 mx10 m =	17.000 m <sup>2</sup>	(overige zijden stort) +
Totaal oppervlak	27.500 m <sup>2</sup>	

Met andere woorden, van het totale oppervlak van de stort van ca. 22 ha is ca. 2.8 ha voorzien van een zand/bentoniet-bovenafdeling waarover de gevallen neerslag oppervlakkig afstroomt en dus niet bijdraagt aan de infiltratie in het stortlichaam.

Een andere locatie waar oppervlakkige afvoer in potentie op kan treden betreft de steile hellingen rondom de "bult" met maaiveldhoogte van ca. NAP +12 m. Het totale oppervlak hiervan is geschat op ca. 3.6 ha. De top van de "bult" zelf is min of meer horizontaal afgewerkt, zodat hier directe infiltratiemogelijkheden zijn voor neerslag. Omdat de hellingen begroeid zijn met gras en dus goed beworteld zijn is het aannemelijk te veronderstellen dat het overgrote deel van de afstromende neerslag langs de hellingen rondom de "bult" alsnog infiltreert in de open deklaag.



Geschat wordt dat maximaal 10 % van de gevallen neerslag op de hellingen rondom de "bult" (ca. 0.36 ha) oppervlakkig richting ringsloten wordt afgevoerd en dus niet bijdraagt aan directe infiltratie in de open deklaag.

Uit bovenstaande schattingen volgt dan dat ca. 3.1 ha (ca. 14 %) van het totale oppervlakte van de vml. stort niet bijdraagt aan directe infiltratie van de gevallen neerslag. De grootte van de oppervlakkige afvoer bedraagt dan 0.24 m/jaar (=825-585 mm/jaar) x 3.1 ha=7.440 m<sup>3</sup>/jaar.

#### *Drainage deklaag*

Binnen de huidige deklaag zijn drainagemiddelen aangebracht ten behoeve van het huidige gebruik van het terrein als golfbaan. De inrichting van de drains is zodanig dat slechts een kleine fractie van de geïnfiltreerde neerslag aan het maaiveld door deze drains zal worden afgevangen. Voor een worst case benadering is gesteld dat maximaal 10 % van het stortoppervlak zonder zand/bentoniet-afdichting (ca. 19 ha) door de drainage in de deklaag wordt afgevangen. Met een netto neerslag van 0.24 m/jaar (=825-585 mm/jaar) over een oppervlak van 1.9 ha bedraagt deze term in de waterbalans dan 4.560 m<sup>3</sup>/jaar.

#### *Ringdrainage*

Via een drietal gemalen in de ringdrainage wordt het water afgevoerd naar het centrale opvangemaal dat door deze drainage wordt afgevangen. Dit water bestaat uit percolaatwater met herkomst het stortmateriaal, eventueel kwelwater vanuit het eerste watervoerende pakket en zijwaartse grondwaterstroming van buiten de stort (zie ook vgl. (2)).

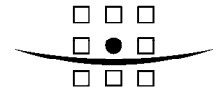
De drie drainagegemalen Kromme Aar, Aarkanaal en Heemgebied hebben gezamenlijk in de periode 1999-2005 gemiddeld 81.550 m<sup>3</sup>/jaar aan drainagewater verpompt (tabel 1). Vanaf 1999 tot 2002 lag het totaaldebiet significant hoger dan na 2003. Over het algemeen werden door de gemalen Kromme Aar en Heemgebied vergelijkbare debieten drainagewater verpompt met een gemiddelde bijdrage aan het totale drainagedebiet van respectievelijk 21% en 23 %. Daarentegen blijkt dat het gemaal Aarkanaal in de beschouwde periode meer dan de helft van het totale drainagedebiet (56%) heeft verpompt.

**Tabel 1: Totaal drainagedebiet gemalen Kromme Aar, Heemgebied en Aarkanaal.**

Jaar	Totaaldebiet [m <sup>3</sup> /jaar]	Relatieve bijdrage gemalen Kromme Aar, Heemgebied en Aarkanaal
1999	94.887	19% + 23% + 58%
2000	95.721	19% + 22% + 59%
2001	101.786	19% + 25% + 56%
2002	80.695	21% + 22% + 57%
2003	60.805	22% + 23% + 55%
2004	68.704	24% + 23% + 53%
2005	68.046	21% + 24% + 55%
<b>Gemiddeld</b>	<b>81.520</b>	<b>21% + 23% + 56%</b>

#### *Zijwaartse voeding*

Vanwege algemeen hoger gehanteerde waterpeilen in de waterlopen buiten de stort ten opzichte van de drainageniveaus van de ringdrainage treedt een zijwaartse, naar de stort gerichte grondwaterstroming op. Hiermee wordt duidelijk dat de ringdrainage, naast percolaatwater vanuit de stort eveneens grondwater van buiten de stort afvangt.



Om het werkelijke percolaatdebiet vanuit de stort te kunnen bepalen dienen de gemeten debieten van de drie drainagegemalen in ieder geval voor de zijwaartse voeding gecorrigeerd te worden.

Een schatting van de zijwaartse voeding richting ringdrainage is gemaakt op basis van Darcy volgens,

$$q = kD \frac{\Delta h}{\Delta x} \quad (3)$$

en

$$Q = qL \quad (4)$$

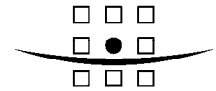
waarbij,

q	=	laterale voeding binnen holocene deklaag	[m <sup>2</sup> /d]
k	=	doorlatendheid holocene deklaag	[m/d]
Δh	=	potentiaalverschil tussen buitenwater en drainageniveau	[m]
Δx	=	afstand tussen buitenwater en ringdrainage	[m]
Q	=	laterale voeding	[m <sup>3</sup> /d]
L	=	lengte stortzijde	[m]

In tabel 2 zijn per zijde van de stort de berekende laterale voeding aan de ringdrainage vermeld, uitgegaan van conservatieve waarden voor diverse parameters. Verondersteld is dat de zijwaartse toevoer richting ringdrainage door het gehele holocene pakket plaatsvindt, dus in de berekeningen is uitgegaan van een pakketdikte van 10 m. De horizontale doorlatendheid van de kleien en venen, waaruit het holocene pakket is opgebouwd is hierbij gesteld op maximaal 0.01 m/d. De voeding van de Kromme Aar via de 8 m diepe damwandconstructie is verwaarloosbaar klein geacht. Indien buiten de afgedamde Kromme Aar eventueel zijwaartse voeding via zandige afzettingen van de aanwezige geul onder de noordelijke helft van de stort plaatsvindt, neemt hier lokaal het toestromend debiet richting ringdrainage sterk toe.

Langs de stortzijde van de Burgemeester Bruinslotsingel treedt ook een zijwaartse voeding op vanuit de Zegerplas richting stort. Het geschatte debiet hiervan is de berekening van tabel 2 meegenomen.

De totale laterale voeding aan de stort is dan berekend op maximaal ca 4.600 m<sup>3</sup>/jaar.



**Tabel 2: Berekend debiet laterale voeding aan stort.**

Stortzijde	Lengte [m]	Waterpeil [m tov NAP]	Drainniveau bij aanleg (1996) [m tov NAP]	Drainniveau na zetting (2004) [m tov NAP]	$\Delta h$ [m]	$\Delta x$ [m]	Q [m <sup>2</sup> /d]	Q [m <sup>3</sup> /jaar]
Heemgebied	600	-0.6 <sup>1)</sup>	-2.9	-2.97	2.37	50	0.0023	500
	600	-1.7 <sup>2)</sup>	-2.9	-2.97	1.27	15	0.0043	925
Aarkanaal	800	-0.6	-3.09	-3.20	2.60	25	0.0104	3.040
Kromme Aar +damwand	500	-0.6	-2.9	-2.96	2.36	5	0	0
Burg. Bruin-Slotsingel	250	-0.6 <sup>3)</sup>		-2.0 <sup>4)</sup>	1.4	100	0.0014	130
<b>Totaal</b>	<b>2.150</b>							<b>4.600</b>

- 1) peil van Kromme Aar, zijwaartse voeding door onderste 5 m holocene pakket.
- 2) peil van Heemgebied, zijwaartse voeding door bovenste 5 m holocene pakket.
- 3) peil Zegerplas.
- 4) grondwaterstand nabij teen stort.

**Berging**

Binnen de stort wordt in natte perioden percolerende neerslag geborgen, maar tijdens droge perioden kan geborgen water weer vrijkomen uit het stortmateriaal. Ervan uitgaande dat deze twee processen met elkaar in evenwicht zijn is gemiddeld gesproken de netto berging van de stort nul.

**Interactie watervoerend pakket**

De bijdrage van het eerste watervoerende pakket op de waterbalans is een onzekere factor. De uitwisseling van freatisch grondwater in het stortmateriaal met het grondwater van het eerste watervoerende pakket wordt gestuurd door de potentiaalverschillen boven en onder het holocene pakket en de hydraulische weerstand van het Holoceen zelf volgens,

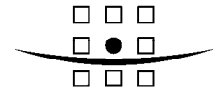
$$v = \frac{\Delta h}{c} \tag{5}$$

Waarbij,

- v = intensiteit van kwel (-) of wegzijging (+) [m/d]
- $\Delta h$  = potentiaalverschil tussen freatisch grondwater en grondwater 1<sup>e</sup> wvp [m]
- c = hydraulische weerstand Holoceen [dagen]

Met aangelegde drainageniveaus van de ringdrainageleiding tussen NAP -2.9 m en NAP -3.2 m en stijghoogten van het eerste watervoerende pakket ruwweg schommelend tussen NAP -2.0 m en NAP -4 m (TNO-NITG, 2006) in peilputten in de omgeving van de Coupepolder, kan zowel het optreden van wegzijging dan wel kwel onder de stort voorkomen.

Welke situatie zich ook voordoet, het is evident dat de condities voor maximale uitwisseling van (freatisch) percolaatwater en grondwater van het eerste watervoerende pakket het gunstigst zijn ter plaatse van de geul, waar zandige sedimenten zijn afgezet en de weerstand van het holocene pakket minimaal is. Voor zover bekend bevindt de geul zich onder de noordelijke helft van de stort.



Een bekend verschijnsel bij stortplaatsen met een holocene ondergrond van samendrukbare afzettingen is dat als gevolg van de bovenbelasting met het stortmateriaal, zetting optreedt en aangelegde leidingen meezakken. Bij voldoende daling kunnen de stijghoogten van het eerste watervoerende pakket boven de drainniveaus uitkomen, zodat een kwelsituatie wordt gecreëerd. Omdat bij de Coupepolder een ringdrainage in de teen van de stort is aangelegd zal de zakking hier beperkt zijn. Dit wordt bevestigd door metingen van de drainagepompputten langs de ringdrainage waar zakkingen van ca. 0.1 m sinds 1996 zijn geconstateerd (Bodemzorg, 2004). Toch is de kans op een kwelsituatie toegenomen, omdat het niveau van de drainage plaatselijk onder het stijghoogteniveau van het grondwater in het eerste watervoerend pakket is komen te liggen.

### Resultaten waterbalans

De berekende waarden van de verschillende termen van de waterbalans (vgl.1) zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3: Berekende waterbalans stort Coupepolder, huidige situatie inclusief "open" deklaag.

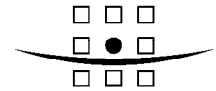
Term waterbalans	Omschrijving	Debiet [m <sup>3</sup> /jaar]
P <sub>bruto</sub>	Bruto neerslag	+181.500
EA <sub>tot</sub>	Actuele evapotranspiratie	-128.700
Q <sub>opp. afvoer</sub>	Oppervlakkige afvoer	-7.440
Q <sub>golfdrains</sub>	Drainage deklaag	-4.560
Q <sub>ringdrains</sub>	Debiet ringdrainage	-81.660
S	Berging	0
Q <sub>lat</sub>	Laterale voeding	+4.600
Q <sub>wvp</sub>	Interactie watervoerend pakket	+36.260

Uit bovenstaande waterbalans blijkt dat in de huidige situatie gemiddeld 40.800 m<sup>3</sup>/jaar in de stort infiltreert (181.500 – 128.700 – 7.440 – 4.560). Door de ringdrainage wordt gemiddeld 81.660 m<sup>3</sup>/jaar afgevoerd. Dit betekent dat het restant van 40.860 m<sup>3</sup>/jaar bestaat uit grondwater. Hiervan is het grootste gedeelte afkomstig van de interactie (kwel) met het watervoerende pakket.

### Waterbalans Coupepolder, met vloeistofdichte bovenafdichting

Voor de situatie waarin de stort wordt voorzien van een vloeistofdichte bovenafdichting is eveneens een waterbalans opgesteld. Op basis van wijzigingen in de debietsgrootten van diverse termen in de waterbalans kan worden vastgesteld wat de invloed van de bovenafdichting is op het drainagedebiet. Uitgegaan is van de huidige situatie waarin kwel vanuit het eerste watervoerende pakket een belangrijke bijdrage levert aan het drainagedebiet.

In geval van toepassing van een vloeistofdichte bovenafdichting geldt de ontwerp eis van een maximaal toelaatbare lekkage van 20 mm/jaar. De maximale toegestane lekkage over het gehele stortoppervlak van 22 ha bedraagt dan 4.400 m<sup>3</sup>/jaar dat bovenin het stortmateriaal treedt. Een verdere verdeling van dit debiet in diverse waterstromen (neerslag, verdamping, oppervlakkige afvoer en drainage in de bovenafdichting) is dan niet relevant.



Met de afgenomen aanvoer van percolerende neerslag zal de grondwaterspiegel in de stort geleidelijk dalen. Het effect van een dalende grondwaterspiegel is dat de potentiaalverschillen ten opzichte van de drainageniveaus eveneens afnemen waardoor het percolaatdebiet richting ringdrainage terugloopt. Bij verder dalende grondwaterstanden tot beneden de stijghoogteniveaus van het eerste watervoerende pakket breidt het oppervlak met kwel zich naar het centrum van de stort uit. Het kweldebiet neemt daardoor toe en daarmee ook de bijdrage van kwel in het totale drainagedebiet.

Met het leeglopen van het reservoir komt geborgen percolaatwater vrij dat bijdraagt aan het debiet van de ringdrainage. Bij een totaal geborgen hoeveelheid water in de stort van ca. 150.000-200.000 m<sup>3</sup> en een veronderstelde leeglooptijd van 10-30 jaar, is de gemiddeld vrijkomende berging van percolaatwater geschat tussen ca. 5.000-20.000 m<sup>3</sup>/jaar.

Op basis van bovengenoemde waterstromen is de waterbalans van de stort opgesteld, waaruit de grootte van het drainagedebiet volgt (tabel 4).

**Tabel 4: Berekende waterbalans stort Coupepolder, inclusief "waterdichte" bovenafdichting (20 mm/jaar).**

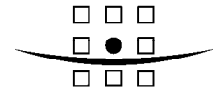
Term waterbalans	Omschrijving	Debiet [m <sup>3</sup> /jaar]
P <sub>bruto</sub>	Bruto neerslag	} +4.400
EA <sub>tot</sub>	Actuele evapotranspiratie	
Q <sub>opp. afvoer</sub>	Oppervlakkige afvoer	
Q <sub>golfdrains</sub>	Drainage bovenafdichting	
Q <sub>ringdrains</sub>	Debiet ringdrainage	50.000-65.000
S	Berging	5.000-20.0000
Q <sub>lat</sub>	Laterale voeding	+4.600
Q <sub>wvp</sub>	Interactie watervoerend pakket	+36.260

Uit bovenstaande waterbalans blijkt in de situatie dat de stortplaats is voorzien van een vloeistofdichte bovenafdichting, het gemiddelde drainagedebiet 50.000-65.000 m<sup>3</sup>/jaar zal bedragen. Het grootste gedeelte bestaat uit grondwater (laterale voeding en kwel uit watervoerend pakket).

### Conclusies

Uit de opgestelde waterbalansen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De helft van het huidige drainagedebiet bestaat uit grondwater.
- Op basis van de waterbalans is (indirect) afgeleid dat er (netto gezien) sprake is van een kwelsituatie bij de Coupepolder.
- Met een vloeistofdichte bovenafdichting blijft nog steeds een aanzienlijke reststroom af te voeren drainagewater over.



**ROYAL HASKONING**

### **Referenties**

- Bodemzorg, 2005: Jaarverslag beheer 2004. Zijafdichting en onderkant voormalige stortplaats Coupepolder te Alphen aan den Rijn (kenmerk 210325-401).
- Bodemzorg, 2006: Jaarverslag beheer 2005. Zijafdichting en onderkant voormalige stortplaats Coupepolder te Alphen aan den Rijn (kenmerk 210325-501).
- Iwaco, 1992: Onderzoek monitoring en beheersmaatregelen stort Coupepolder Alphen aan den Rijn. Deelrapport 2: Beheersmaatregelen voor het diepe grondwater (kenmerk 10.2485.0).
- KNMI, 2006: Langjarige gemiddelden en extremen, 1971-2000. Klimatologische Dienst.
- Stichting Advisering Bestuursrechtspraak Raad van State, 2006: Verslag ex artikel 8:47 Algemene wet bestuursrecht.
- TNO-NITG, 2006: Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO).