

Handleiding Ontwerp Randvoorzieningen II 1995



Noord-Brabantse waterkwaliteitsbeheerders

Waterschap de Aa
Waterschap de Dommel
Waterschap de Maaskant
Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch
Hoogheemraadschap van West-Brabant



Noord-Brabantse waterkwaliteitsbeheerders

Waterschap de Aa

Waterschap de Dommel

Waterschap de Maaskant

Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch

Hoogheemraadschap van West-Brabant

HANDLEIDING ONTWERP RANDVOORZIENINGEN II 1995

November 1995

INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	4
	1.1 Opdracht	4
	1.2 Doel van de handleiding	4
2	UITGANGSPUNTEN	5
	2.1 Inleiding	5
	2.2 Ontwerprichtlijnen waterkwaliteitsbeheerder	5
	2.3 Berging	7
3	RANDVOORWAARDEN (HYDRAULISCH)	8
	3.1 Algemeen	8
	3.2 Gebruik maken van de berekeningen conform Leidraad Riolering	8
	3.3 Randvoorwaarden als geen berekeningen conform Leidraad Rioler- ing	8
4	HYDRAULISCH ONTWERP EN RENDEMENT VAN BERGBE- ZINKBASSINS	10
	4.1 Inleiding	10
	4.2 Hydraulisch ontwerp rechthoekig bergbezinkbassin	10
	4.3 Beoordeling rendement	11
5	HYDRAULISCH ONTWERP EN RENDEMENT VAN BERGBE- ZINKRIOLEN	14
	5.1 Inleiding	14
	5.2 Bergbezinkriool	14
	5.3 Parallel bergbezinkriool	16
6	DETAILONTWERP BERGBEZINKVOORZIENINGEN	18
	6.1 Inleiding	18
	6.2 Detailontwerp rechthoekig bergbezinkbassin	18
	6.2.1 Instroomconstructie - diffusiewand	19
	6.2.2 Uitstroomconstructie	20
	6.2.3 Drijfslaagschot	20
	6.2.4 Ontluchting	21
	6.2.5 Lediging van het bassin	21
	6.2.6 Reiniging van het primaire bassin	22
	6.2.7 De by-pass constructie	24
	6.3 Detailontwerp bergbezinkriool	25
	6.4 Detailontwerp parallel bergbezinkriool	25
	6.5 Metingen aan een randvoorziening	26
	6.5.1 algemeen	26
	6.5.2 aandachtspunten bij het ontwerp	27

7	LOKATIEGEBONDEN RANDVOORWAARDEN	28
	7.1 Inleiding	28
	7.2 Ligging randvoorziening ten opzichte van de overstort	28
	7.3 Hoogteligging	28
	7.4 Gebruiksfunctie van de bouwlocatie	29
	7.5 Overlast voor de omgeving	29
	7.6 Inrichting van de omgeving	30
	7.7 Bodem en grondwaterstand	30
	7.8 Lozingspunt spoelwater	31
8	AANVULLENDE (SECUNDAIRE) BERGING	32
	8.1 Inleiding	32
	8.2 "Groene berging"	32
	8.2.1 Scheiding met het grondwater	33
	8.2.2 Lediging - drainage	33
	8.2.3 Afwerking met groen	34
	8.2.4 Multifunctioneel gebruik	34
	8.2.5 Onderhoud	34
	8.2.6 Overlast	35
	8.2.7 Beheerervaringen	35
	8.3 Moerassystemen	35
	8.3.1 Algemeen	35
	8.3.2 Ontwerpgrondslagen	36
	8.3.3 Overlast	37
	8.3.4 Praktijkvoorbeeld	37
	8.4 Flexibele berging - kunststof zak	38
9	JURIDISCHE ASPECTEN	40
	9.1 Inleiding	40
	9.2 Lozingsvergunning	40
	9.3 Bouwvergunning	41
	9.4 Wet Milieubeheer	41
	9.5 Overige regelingen	42
10	LITERATUUR	43
11	SYMBOLENLIJST	44
12	VERKLARENDE WOORDENLIJST	45
	Bijlage 1: Ontwerp van gesloten bergbezinkvoorzieningen	
	Bijlage 2: Berekeningsvoorbeeld bergbezinkbassin	
	Bijlage 3: Berekeningsvoorbeeld bergbezinkriool	

1 INLEIDING

1.1 Opdracht

In 1990 is voor de gezamenlijke Noord-Brabantse waterkwaliteitsbeheerders, bestaande uit Waterschap de Dommel, Waterschap de Aa, Waterschap de Maaskant, Hoogheemraadschap van Alm en Biesbosch en het Hoogheemraadschap van West-Brabant, een "Handleiding voor het ontwerpen van bergbezinkvoorzieningen" opgesteld. Deze handleiding had tot doel de medewerkers en adviseurs van gemeenten en waterschappen een leidraad te bieden bij het ontwerpen en beoordelen van vuiluitworpreducerende randvoorzieningen aan rioolstelsels. De handleiding heeft de afgelopen jaren duidelijk in een behoefte voorzien en doet dat nog steeds. Er hebben echter ontwikkelingen plaatsgevonden op rekentechnisch en ontwerptechnisch gebied die nog niet in de handleiding opgenomen zijn. Voor het goed ontwerpen en beoordelen van randvoorzieningen volgens de laatste methodieken is daarom een herziening van de handleiding noodzakelijk. Daartoe is op 8 mei 1995 opdracht verleend aan DHV Milieu en Infrastructuur BV door Waterschap de Dommel, namens de gezamenlijke Brabantse waterkwaliteitsbeheerders, middels brief met kenmerk 95.2724/Bra. Dit rapport is het resultaat van deze opdracht.

1.2 Doel van de handleiding

Het hoofddoel van deze handleiding is het bereiken van een zekere mate van uniformiteit in de beoordeling van de ontwerpen van de (berg)bezinkvoorzieningen. Hierbij gaat de aandacht voornamelijk uit naar bergbezinkbassins, bergbezinkriolen en retentiebassins. Randvoorzieningen als werveloverstorten en verbeterde (zijdelingse) overstorten komen niet aan de orde. In deze handleiding wordt ondermeer aandacht besteed aan het vuilafscheidend rendement van de randvoorziening, de details in het ontwerp, de lokatie gebonden randvoorwaarden en juridische aspecten. Daarnaast wordt een aantal rekenvoorbeelden gegeven die als leidraad kunnen dienen bij het ontwerpen van een randvoorziening. Aangezien bijna alle randvoorzieningen maatoplossingen zijn, is het bieden van een algemeen geldende oplossing niet mogelijk.

Tenslotte aandacht voor de Leidraad Rioleringsberekeningen. Drie modules hiervan zijn relevant met betrekking tot randvoorzieningen: Rioleringsberekeningen-Hydraulisch functioneren, Bestuurlijke- en Juridische Aspecten en de module Randvoorzieningen:bouwlocatie en type, B2200. Dit is vooral van belang voor de waterkwaliteitsbeheerders, die het werk van de verschillende adviesbureaus eenduidig moeten kunnen beoordelen. In deze handleiding wordt met name aandacht besteed aan het gebruik van de module Rioleringsberekeningen-Hydraulisch C2100 functioneren en de gevolgen daarvan voor de hydraulische randvoorwaarden bij het ontwerpen van de randvoorzieningen. Daar waar noodzakelijk zal worden verwezen naar de andere twee genoemde Leidraadmodules.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Inleiding

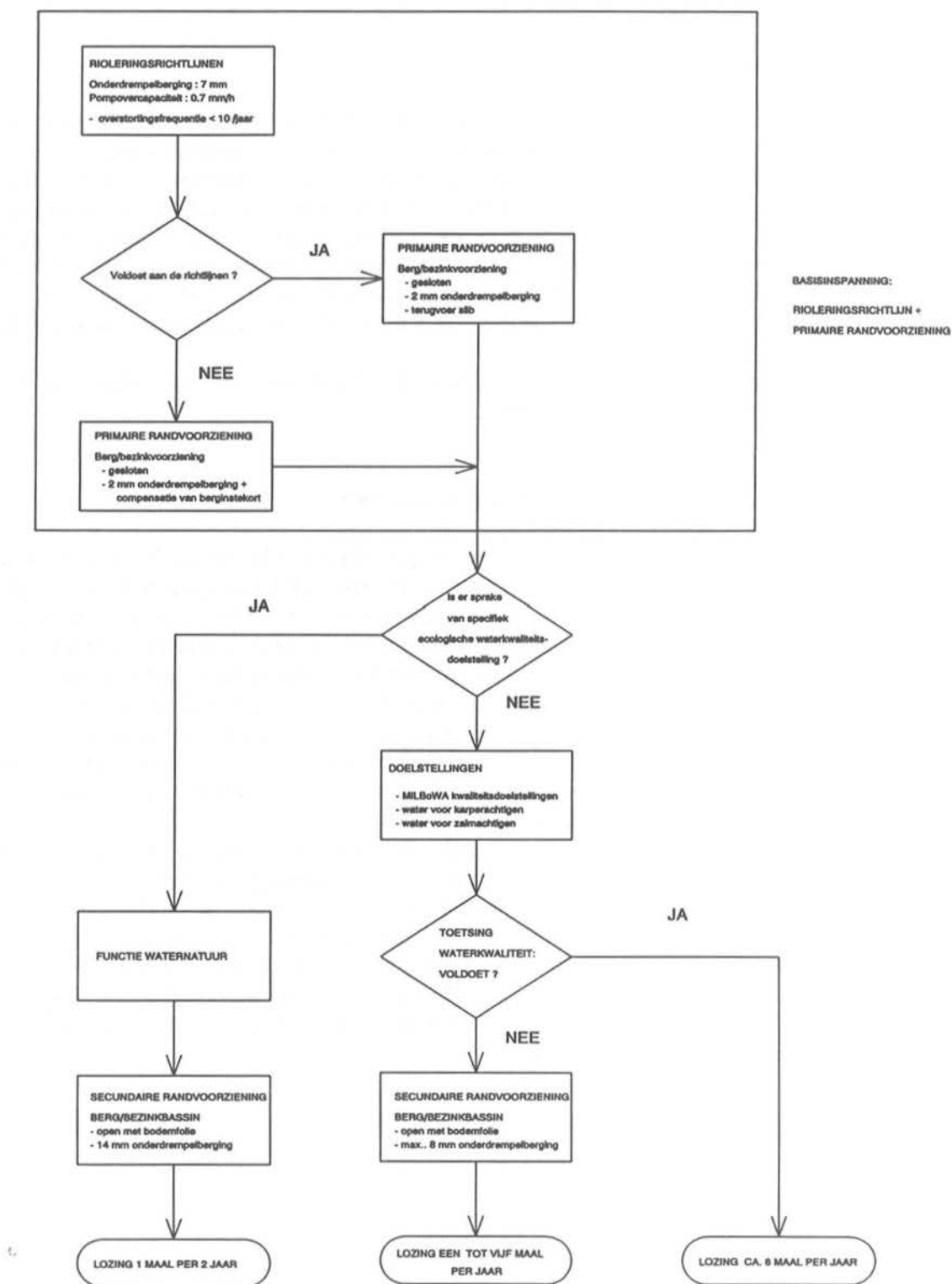
De primaire taak van de waterkwaliteitsbeheerders is het bewaken en zonodig verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Een groep vervuilingsbronnen bestaat uit de overstorten van rioolstelsels die incidenteel overtollig rioolwater ongezuiverd op het oppervlaktewater lozen. Om de vuilemissie uit de riolering terug te dringen, kunnen onder andere randvoorzieningen worden gebruikt. De waterkwaliteitsbeheerders hebben hiervoor richtlijnen opgesteld met betrekking tot de dimensionering en uitvoering. Binnen deze richtlijnen wordt onderscheid gemaakt naar verschillende typen oppervlaktewater waarop geloosd kan worden. De vereiste dimensies van de randvoorziening zijn afhankelijk gesteld aan de kwaliteit van het oppervlaktewater.

In deze handleiding wordt ingegaan op de dimensionering, het ontwerp en de operationele aspecten van randvoorzieningen.

2.2 Ontwerprichtlijnen waterkwaliteitsbeheerder

In de beslissingenmatrix randvoorzieningen (figuur 2.1) zijn de richtlijnen van de Brabantse waterkwaliteitsbeheerders weergegeven. Daarin wordt uitgegaan van een basisinspanning en aanvullende maatregelen. Een gemengd rioolstelsel voldoet aan de basisinspanning als de onderdrempelberging minimaal 7 mm bedraagt, de pompovercapaciteit gelijk is aan 0,7 mm/h en het rioolstelsel voorzien is van een bergbezinkvoorziening met een bergende inhoud van minimaal 2 mm. Daarnaast wordt gestreefd naar een maximaal afvoerend verhard oppervlak van 150 m² per woning. Wanneer een rioolstelsel niet aan de basisinspanning voldoet, zijn aanvullende maatregelen nodig. Als regel worden deze vertaald in een extra berging in de bergbezinkvoorziening. Oplossingen die een zelfde vuiluitworpreducerend effect hebben zijn eveneens acceptabel (maatwerkoplossingen).

Na het bereiken van de basisinspanning kunnen aanvullende maatregelen verlangd worden in de vorm van berging in een secundaire randvoorziening, bijvoorbeeld een retentie bassin. De inhoud van het retentie bassin is afhankelijk van de toegekende functie van het oppervlaktewater waarop de riolering loost. Indien aan het oppervlaktewater de functie waternatuur is toegekend, moet een berging van 14 mm aan het stelsel worden toegevoegd. Betreft het algemeen-ecologisch water, dan kan een aanvullende berging van maximaal 8 mm verlangd worden. De precieze inhoud van het retentie bassin wordt gerelateerd aan de gemeten kwaliteit van het water en de beoogde doelstelling.



Figuur 2.1 Beslissingenmatrix randvoorzieningen

Wanneer het oppervlaktewater de functie waternatuur heeft meegekregen, kan tenminste 23 mm neerslag tijdelijk in de riolering en de randvoorziening geborgen worden. Bij algemeen-ecologisch-water gaat het om 9 tot 17 mm. Bij een berging van 23 mm heeft dit tot gevolg dat gemiddeld één maal per 2 jaar water uit de riolering in het oppervlaktewater terecht komt. Bij een berging van 9 tot 17 mm bedraagt deze frequentie 1 à 5 maal per jaar. Wanneer alleen voldaan is aan de basisinspanning, bedraagt de theoretische gemiddelde overstortingsfrequentie circa 6 maal per jaar.

Uitgangspunt van deze richtlijnen is dat een groot gedeelte van het bezinkbare materiaal in de primaire bergbezinkvoorziening achterblijft. Na afloop van de regenbui moet het slib naar een zuiveringsinrichting worden gevoerd. Hiertoe moet een bergbezinkbassin of bergbezinkriool voorzien worden van een spoelinrichting om het slib te kunnen verwijderen. Wanneer de bodem van het bassin lager ligt dan de binnen-onderkant van de riolering ter plaatse, zal daar een opvoerwerktuig voor nodig zijn.

Het rioolwater uit de secundaire randvoorziening wordt eveneens naar de zuiveringsinrichting afgevoerd. Dit gebeurt middels een stuwriool of een gemaal dat tussen de secundaire randvoorziening en het rioolstelsel is geplaatst. Door de omvang van de berging van deze randvoorziening kan afzetting van slib dat niet in de primaire randvoorziening is afgevangen, plaatsvinden. Deze afzetting dient verwijderd te worden. Daarnaast moeten de retentiebossins voorzien zijn van een overstort om af te kunnen voeren naar het oppervlaktewater.

2.3

Berging

De berging wordt uitgedrukt in mm's: dat is de inhoud van het bassin in m³ gedeeld door het 10 maal het verhard oppervlak in hectaren dat op een randvoorziening aangesloten is. Een berging van 7 mm wil zeggen dat 70 m³ inhoud per hectare afvoerend oppervlak kan worden geborgen.

Wanneer in de richtlijnen over berging gesproken wordt, dan betreft het de onderdrempelberging. Hiermee wordt de inhoud van het rioolstelsel bedoeld, welke gelegen is beneden de laagste overstort in het stelsel en boven inslagpeil van het gemaal.

Een belangrijke factor bij het begrip berging is het afvoerend oppervlak dat op de riolering is aangesloten. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in de aard en het type verhard oppervlak. Deze informatie is van groot belang bij het bepalen van het hydraulisch functioneren van het rioolstelsel en daardoor ook voor het ontwerp van de benodigde randvoorziening.

In de module Rioleringsberekeningen-hydraulisch functioneren wordt aandacht besteed aan dit onderwerp. In hoofdstuk 3 van dit rapport worden de hydraulische randvoorwaarden beschreven die van toepassing zijn bij het ontwerpen van bergbezinkvoorzieningen.

3 RANDVOORWAARDEN (HYDRAULISCH)

3.1 Algemeen

In het algemeen is het vuilafscheidend rendement van een randvoorziening sterk afhankelijk van de hydraulische belasting (het overstortdebiet). Binnen een rioolstelsel zal deze belasting van overstort tot overstort verschillen en bovendien is het geen constante in de tijd.

Een schatting voor de optredende maximum hydraulische belasting bij een gegeven rioolstelsel kan worden gegeven door de resultaten van hydraulische berekeningen te bestuderen. Hierbij geven de resultaten van zogenaamde reeks berekeningen de meeste informatie.

Echter het uitsluitend ontwerpen op de maximale belasting houdt risico's in. Zo is de kans groot dat op maximale belasting ontworpen bassins bij lagere belastingen minder optimaal functioneren waardoor het rendement over langere termijn wordt gereduceerd.

3.2 Gebruik maken van de berekeningen conform Leidraad Riolerings

Als men van een rioolstelsel een hydraulische berekening heeft die is verricht volgens de richtlijnen zoals neergelegd in de Leidraad Riolerings module Rioleringsberekeningen-Hydraulisch functioneren', dan kunnen vrij gedetailleerd de hydraulische randvoorwaarden worden afgeleid.

Uit de resultaten van de neerslagreeksberekening kan worden bepaald wat de verdeling is van de optredende debieten. In figuur 4.2 is een voorbeeld gegeven. In de figuur is het cumulatief percentage van de tijd uitgezet dat een bepaald debiet wordt onderschreden. Hierbij is 'debiet' gedefinieerd als overstortingsvolume gedurende 5 minuten.

Zoals in hoofdstuk 4 wordt uiteengezet bestaan er voor bijvoorbeeld een BBB twee bovengrenzen en één ondergrens waarbinnen bezinking kan plaats vinden.

Het vaststellen van de noodzakelijke inhoud van de randvoorziening wordt bij gebruik van de module Rioleringsberekeningen-hydraulisch functioneren gerelateerd aan het aandeel dat een bepaalde overstort bijdraagt aan het totale jaarlijks gemiddelde overstortingsvolume. Dit percentage wordt rechtstreeks toegepast op het afvoerende oppervlak waarmee via de 2 mm regel een noodzakelijke bergende inhoud kan worden berekend.

3.3 Randvoorwaarden als geen berekeningen conform Leidraad Riolerings is gemaakt

In het geval dat de hydraulische berekeningen van het stelsel niet volgens de module Rioleringsberekeningen-hydraulisch functioneren zijn verricht dient men in overleg met de betreffende waterkwaliteitsbeheerder een methode vast te stellen hoe de omvang van het afvoerende oppervlak naar een bepaalde overstort wordt vastgesteld en welk overstortingsdebiet als ontwerpuitgangspunt wordt gehanteerd.

In het geval van een rioolstelsel met één overstort wordt eenvoudigweg alle oppervlak toegerekend aan die overstort. In gevallen van meerdere overstorten was gebruikelijk uit te gaan van een stationaire berekening bij een neerslagintensiteit van 60 l/s.ha. Geadviseerd wordt om bij een dergelijke benadering ook overstortingsdebieten te bepalen bij een tweetal andere (lagere) neerslagintensiteiten, b.v. 40 en 20 l/s.ha.

Bij het, aanbevolen, gebruik van de module Rioleringsberekeningen-hydraulisch functioneren wordt op basis van de verhouding van de berekende gemiddelde jaarlijkse overstortingsvolumes het aandeel van het afvoerende oppervlak toegerekend aan de verschillende overstorten.

4 HYDRAULISCH ONTWERP EN RENDEMENT VAN BERGBEZINKBASSINS

4.1 Inleiding

Het vuilafscheidend rendement van een bergbezinkbassin berust op twee effecten: het bergingseffect (er stort minder water over) en het bezinkingseffect. Voor het bergingseffect worden geen speciale eisen gesteld aan de vormgeving van het bassin. De enige randvoorwaarde bestaat uit de eis dat het bassin na afloop van de bui ongehinderd moet kunnen leeglopen en moet kunnen worden schoongemaakt.

De vormgeving van het bassin is wel van invloed op het bezinkingsrendement. In bijlage 1 wordt de theorie over het hydraulisch ontwerpen van bergbezinkbassins nader uitgewerkt. In dit hoofdstuk worden alleen de hoofdzaken behandeld. Voor een goed begrip wordt geadviseerd gelijktijdig bijlage 1 te bestuderen.

4.2 Hydraulisch ontwerp rechthoekig bergbezinkbassin

Onder geïdealiseerde omstandigheden (geen turbulentie, geen kortsluitstromen, homogene concentratieverdeling over de verticaal in de instroomzone, geen coagulatie) is de oppervlaktebelasting maatgevend voor het bezinkingseffect. De oppervlaktebelasting is de verhouding tussen het debiet en het grondoppervlak van de bezinkzone.

In de praktijk bestaan er echter geen ideale omstandigheden. Bij het ontwerpen wordt daarom rekening gehouden met turbulentie en kortsluitstromen.

Voor het hydraulisch ontwerpen van een rechthoekig bassin wordt de volgende aanpak voorgesteld (zie ook bijlage 1 met de hydraulische achtergronden en bijlage 2 met een berekeningsvoorbeeld):

- bepaling van het oppervlak van de bezinkzone met behulp van een oppervlaktebelasting van 10 m/h;
- keuze van een lengte/breedte-verhouding van de compartimenten, bijvoorbeeld $L/B = 5$ tot 8 ;
- uitproberen van verschillende waarden voor de diepte en toetsing van de waarden van het Reynoldsgetal (in de praktijk $Re < 100.000$) en Froudegetal ($Fr^2 > 10^{-5}$), waarbij de 'reynoldseis' bij hoge belastingen vaak niet gehandhaafd zal kunnen worden;
- vergelijking met de gewenste inhoud van 2 mm;
- beoordeling van het hydraulisch functioneren en het rendement op basis van een gevoeligheidsanalyse met variatie in het ontwerpdebiet en bezinkkarakteristiek van het slib;
- toetsing aan de maximaal toelaatbare schuifspanning ($0.1-0.25 \text{ N/m}^2$)
- uitproberen van andere dimensies om tot afmetingen te komen, die zowel aan de hydraulische eisen als aan eisen van inpasbaarheid voldoen.

In situaties waarin het hydraulisch functioneren en de bergingseis conflicteren, zal in overleg een oplossing moeten worden gevonden.

4.3 Beoordeling rendement

Om de werking van een BBB te kunnen beoordelen is een tweetal zaken van belang:

- de bereikte reductie van het overstortende volume
- een inschatting van het bezinkingsrendement

Als men over een neerslagreeksberekening volgens de module Rioleringsberekeningen-hydraulisch functioneren beschikt kan men vrij nauwkeurig bepalen welke reductie van het volume wordt bereikt door van alle in de berekening opgetreden overstortingen het volume te bekijken in samenhang met het beoogde volume van de randvoorzieningen.

Een resultaat van de berekeningen volgens de Leidraad riolering is een lijst waarin voor elke overstort de overstortingsvolumen van alle afzonderlijke gebeurtenissen zijn weergegeven gesorteerd op grootte. Men kan uit een dergelijke lijst eenvoudig afleiden welke volumereductie wordt bereikt door toepassing van een randvoorziening met een bepaalde inhoud. Tevens kan men afleiden op welke locatie een bepaald volume het meest effectief kan worden ingezet.

Voorbeeld:

Een rioolstelsel heeft twee overstorten. Uit de reeksberekening blijkt dat beide overstorten een gemiddeld jaarlijks overstortingsvolume van 4000 m³ hebben. Echter, overstort 1 heeft een werkingsfrequentie van 20 maal per jaar tegenover overstort 2 met een frequentie van 5 maal per jaar. Van overstort 1 zijn 10 overstortingsvolumen groter dan 200 m³, terwijl bij overstort 2 het kleinst voorkomende overstortingsvolume 220 m³ in één gebeurtenis is.

De inzet van een randvoorziening met een inhoud van 200 m³ achter overstort 2 is veel minder effectief (n.l. $5 \cdot 200 = 1000 \text{ m}^3$ reductie) dan achter overstort 1 (in elk geval $10 \cdot 200 = 2000 \text{ m}^3$ reductie, plus nog alle overstortingen met een overstortingsvolume kleiner dan 200 m³).

Een beoordeling van het bezinkingsrendement wordt verkregen door het bezinkingsrendement te toetsen aan een deeltjes met een standaard-bezinksnelheid. Hiervoor wordt 10 m/h gehanteerd.

Als geen hydraulisch berekening volgens de Leidraad riolering is gemaakt moet het bezinkingsrendement van het ontworpen bassin worden bepaald voor ten minste 3 debieten (het maximale debiet, het debiet behorende bij een stationaire belasting met 40 l/s.ha. en het debiet behorende bij 20 l/s./ha.).

In het geval van een hydraulische berekening volgens de leidraad riolering moet het rendement van de standaarddeeltjes worden bepaald aan hand van de reeksresultaten.

Voor het gekozen ontwerp bepaalt men:

- het maximale debiet (schuifspanning = 0,10-0,25 N/m² bij een ruwheidswaarde van 1 mm)
- het minimum debiet ($Fr^2 = 10^{-5}$)

Met behulp van de Camp-grafiek (zie figuur 1.3, bijlage I) wordt een relatie tussen debiet en bezinkingsrendement afgeleid:

Met behulp van deze relatie kan men het bezinkingsrendement van het standaarddeeltje onder

$$\eta(Q) = f(\text{afmetingen BBB, ruwheid})$$

een hydraulische belasting als weergegeven door de reeksberekening beoordelen:

$$\eta_{\text{bezink}} = \frac{1}{T_n} \int_0^{T_r} \eta(Q(t)) dt$$

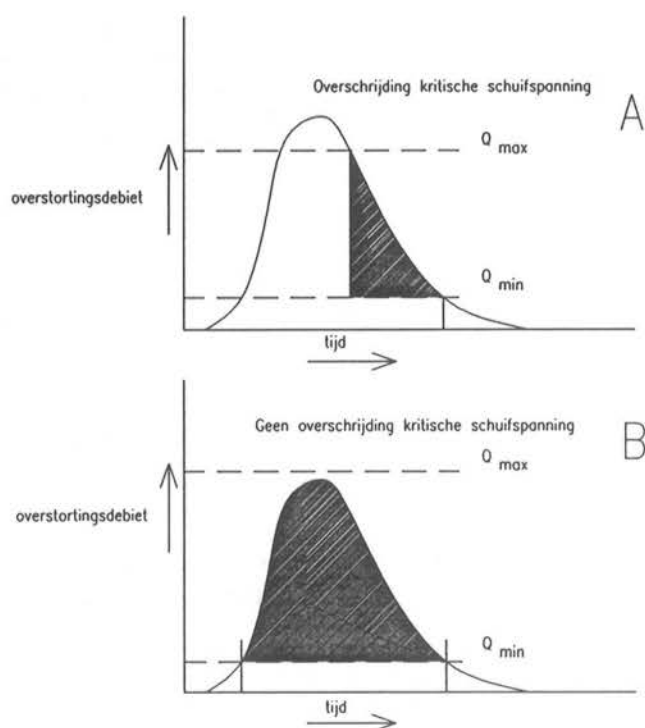
waarin:

- T_r lengte van de neerslagreeks
- T_n totale overstortduur
- $Q(t)$ overstortingsdebiet als functie van de tijd
- η_{bezink} gemiddeld bezinkingsrendement

Hierbij gelden de volgende regels:

- Als het debiet groter wordt dan Q_{max} dan is het bezinkingsrendement van de voorafgaande periode binnen een gebeurtenis teniet gedaan.
- als het debiet beneden de laagste waarde zakt (bepaald door de genoemde ondergrens van het Froudegetal) dan wordt het bezinkingsrendement geacht nul te zijn.

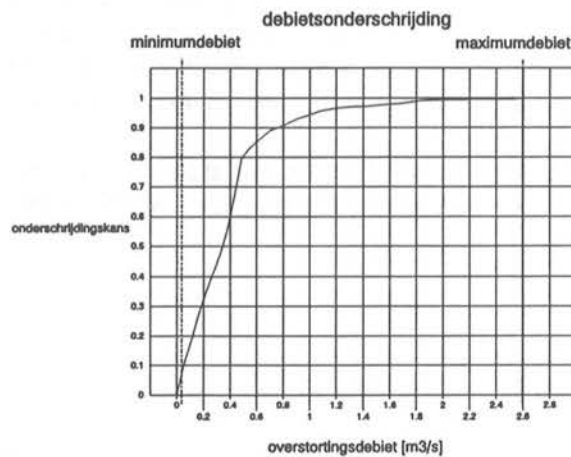
In figuur 4.1 is voor een fictieve situatie met arceringen aangegeven binnen welke grenzen van debiet een bezinkingsrendement in rekening mag worden gebracht.



In situatie 'A' wordt de kritische schuifspanning overschreden, in situatie 'B' gebeurt dit niet. In geval 'A' kan het dus zinvol zijn een by-pass te construeren (zie 6.2.7).

Aan de hand van een figuur waarin het percentage van de tijd waarin de kritische schuifspanning wordt overschreden (zie figuur 4.2) in combinatie met een herhalingsfrequentie waarmee dit optreedt kan al dan niet worden besloten tot de aanleg van een by-pass. Als vuistregel kan gelden dat bij een overschrijdingsfrequentie van één maal per twee jaar gekoppeld aan een overschrijdingspercentage van minimaal 90 % een by-pass overwogen kan worden.

Er wordt nadrukkelijk op gewezen dat het berekende overall-bezinkingsrendement van het 'standaarddeeltje' uitsluitend dient ter toetsing van het ontwerp. Het is geen getal dat gebruikt kan worden om de reductie van b.v. de vuiluitwerp mee uit te rekenen.



figuur 4.2.

Naast het bezinkingsrendement kan via een reeksberekening ook het zogenaamde volumeren-dement worden bepaald:

$$\eta_{vol} = \frac{V_{zonder} - V_{met}}{V_{zonder}} \cdot 100\%$$

Met

V_{zonder}

berekende overstortingsvolume zonder randvoorziening

V_{met}

berekende overstortingsvolume met randvoorziening

t.

5 HYDRAULISCH ONTWERP EN RENDEMENT VAN BERGBEZINKKRIOLEN

5.1 Inleiding

Behalve als bassin kan een bergbezinkvoorziening ook als leiding uitgevoerd worden. Daartoe zijn inmiddels twee uitvoeringsvormen in gebruik: het bergbezinkriool en het parallel bergbezinkriool. In beide gevallen wordt berging gecreëerd en bezinking bewerkstelligd. Het verschil tussen beide uitvoeringsvormen is gelegen in reinigingsaspect. Een bergbezinkriool wordt veelal gereinigd middels spoelpompen, terwijl een parallelbergbezinkriool in principe zelfreinigend is.

Uit onderzoek naar de werking van het bergbezinkriool te Maartensdijk is gebleken dat de werking van een bergbezinkriool gelijkwaardig is aan de werking van een bergbezinkbassin en dat het dus een goed alternatief kan vormen. Het bergbezinkriool en het parallel bergbezinkriool zijn goed toepasbaar in een langgerekte ruimte en bij relatief kleine gewenste inhoud (enkele honderden m³). In bijlage 3 wordt een voorbeeldberekening gegeven van het ontwerpen van een bergbezinkriool.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het hydraulisch ontwerp van het (parallel) bergbezinkriool, mede op basis van schuifspanningen. De vormgeving van de randvoorziening maakt het niet mogelijk te ontwerpen op oppervlaktebelasting. Als gevolg daarvan is het bezinkingsrendement niet eenvoudig uit te rekenen.

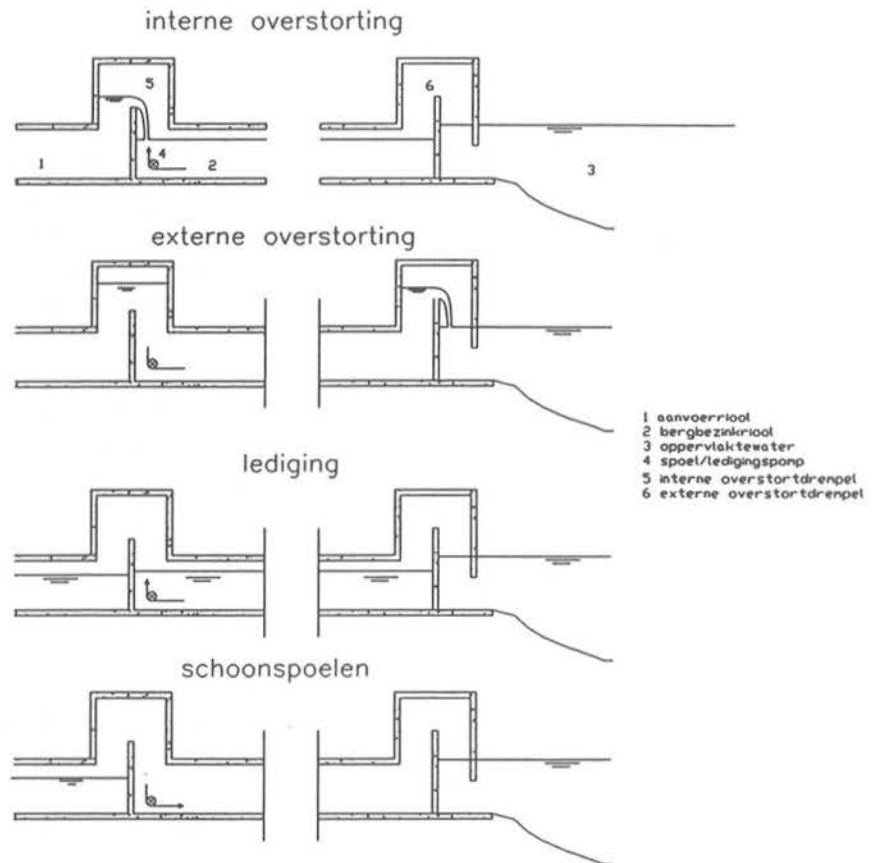
5.2 Bergbezinkriool

Een bergbezinkriool wordt aan weerszijden ingesloten door een interne en een externe drempel. De werking is schematisch weergegeven in figuur 5.1. De werking van een BBR is gebaseerd op berging enerzijds en de afscheiding van vaste deeltjes anderzijds.

Bij het ontwerpen van een bergbezinkriool moet rekening worden gehouden met de benodigde berging, de lengte voor de vuildeeltjes om te kunnen bezinken en het voorkómen van sedimenttransport. De laatste twee facetten worden bepaald door de afmetingen van de leiding. De berging is een logisch gevolg van de dimensies van de buis.

De lengte van de leiding is opgebouwd uit een instroomzone, een bezinkzone en een uitstroomzone. Om een goede bezinking te bewerkstelligen wordt geadviseerd de lengte zo lang mogelijk te maken, bij voorkeur zonder bochten en knikken. De aanwezigheid van bochten heeft een negatief effect op het uniforme stromingsbeeld. Als vuistregel wordt een minimale lengte van 50 maal de diameter van de leiding gehanteerd bij een leiding zonder bochten. Bij een verstoring van het profiel wordt een extra lengte van 12 tot 16 maal de diameter toegevoegd.

t.



Figuur 5.1 Het functioneren van een bergbezinkriool

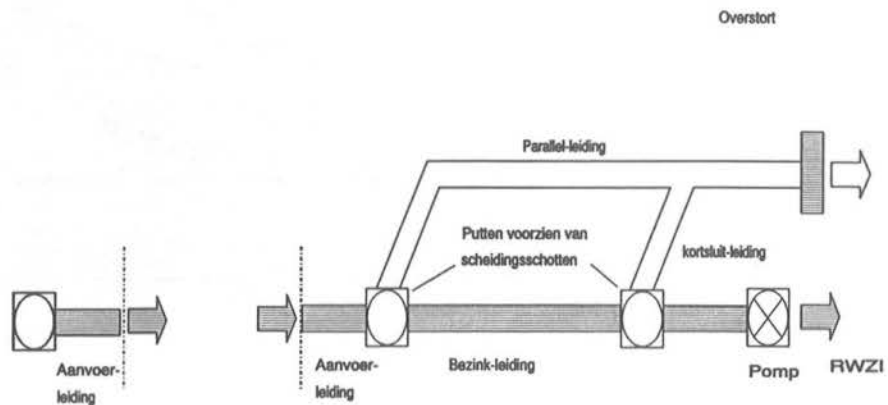
De diameter van de leiding wordt bepaald aan de hand van de schuifspanning. Deze moet dusdanig zijn dat transport van bezonken materiaal voorkomen wordt. De benodigde kracht om bezonken slib in beweging te brengen en te transporteren, is afhankelijk van de samenstelling van het sediment. Uit literatuurstudie en uit het onderzoek in Maartensdijk naar het bergbezinkriool volgt dat geen sedimenttransport optreedt bij een schuifspanning tussen de 0,1 en 5 N/m². Als streefwaarde wordt geadviseerd een schuifspanning van 0,10 - 0,25 N/m² te hanteren, of lager indien dit tot een praktisch hanteerbaar ontwerp leidt.

Voor het hydraulisch ontwerpen van een bergbezinkriool wordt de volgende aanpak voorgesteld (zie voor een voorbeeldberekening bijlage 3):

- een maximale schuifspanning van 0,10 - 0,25 N/m²;
- een minimale lengte van 50 maal de diameter bij een rechte leiding;
- bij één verstoring van het profiel een extra lengte toevoegen van 12 tot 16 maal de diameter.
- berging minimaal 2 mm

5.3

Parallelbergbezinkriool

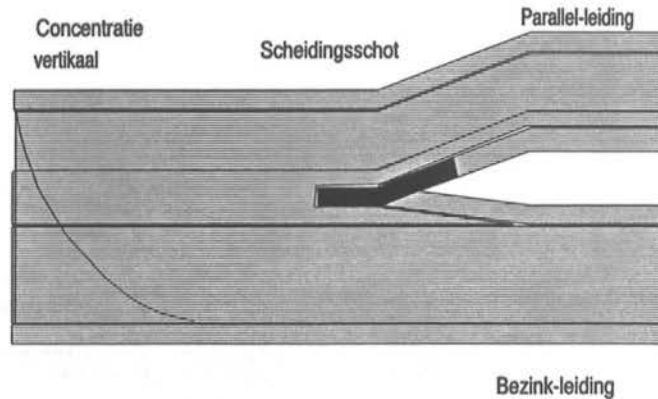


Figuur 5.2 Schema parallelbergbezinkriool

In een parallelbergbezinkriool wordt een slibrijke onderstroom gecreëerd, die direct naar de zuivering wordt afgevoerd. De slibarme bovenstroom wordt geborgen en, indien nodig, via een overstort afgevoerd. Om de scheiding te bereiken is een aanvoerleiding, een overstortleiding, een bezinkleiding en een verbindingsleiding nodig (zie figuur 5.2). In de aanvoerleiding vindt een eerste scheiding tussen slibarm en slibrijk water plaats. Via een put met een horizontaal scheidingschot komt het slibrijke water in de bezinkleiding terecht. Het slibarme water wordt afgevoerd naar de overstort. In de bezinkleiding kan het slib verder uitzakken, waarna in een tweede put met scheidingschot opnieuw een splitsing plaatsvindt tussen slibarm en slibrijk rioolwater. Het slibarme water wordt via de verbindingsleiding alsnog naar de overstort gebracht. Het slibrijke water gaat naar de zuivering. In figuur 5.3 wordt een schematische weergave gegeven van de verschillende stromen in het parallel bergbezinkriool.

Tijdens droogweerstandigheden passeert het rioolwater de aanvoerleiding en de bezinkleiding op weg naar de zuivering. Onder deze omstandigheden mag het slib niet bezinken. Het verhang van beide leidingen moet daarom zo groot zijn, dat afzetting tijdens de droogweerafvoer wordt voorkomen. Het leeglopen van het bergbezinkriool wordt daarmee een zelfreinigend proces. Een parallel bergbezinkriool heeft geen mechanische en/of elektrische werktuigen nodig voor de lediging en de reiniging.

Het rioolwater uit de overstortleiding kan via de verbindingsleiding naar de bezinkleiding worden afgevoerd. Door een schuifspanning van circa 2 N/m^2 in de overstortleiding te bewerkstelligen, wordt afzetting voorkomen van de kleine hoeveelheden slib die zich in het overstortwater bevinden.



Figuur 5.3 Het scheiden van slib en water

Toepassingsvoorwaarde is dat de randvoorziening geïntegreerd kan worden in het bestaande stelsel.

Voor het hydraulisch ontwerpen van een parallelbergbezinkriool de volgende aanpak gehanteerd:

- een schuifspanning in de bezinkleiding van $\tau \leq 0,10 - 0,25 \text{ N/m}^2$ bij volledige vulling;
- een schuifspanning in de bezinkleiding van $\tau \geq 4 \text{ N/m}^2$ tijdens droogweerstandigheden;
- een minimale waterdiepte in de aanvoerleiding en bezinkleiding van 10 cm tijdens droogweerstandigheden;
- een schuifspanning in de overstortleiding van $\tau \geq 2 \text{ N/m}^2$ bij volledige vulling en maximaal overstortingsdebiet;
- een minimale lengte van circa 50 maal de diameter voor de aanvoerleiding;
- een minimale lengte van circa 50 maal de diameter voor de bezinkleiding;
- de diameter van de overstortleiding is zodanig dat het verschil in debiet tussen de aanvoer en de afvoer naar de zuivering zonder problemen kan worden afgevoerd;
- de diameter van de verbindingsleiding is zodanig dat het verschil in debiet tussen de aanvoer in de bezinkleiding en de afvoer naar de zuivering zonder problemen kan worden afgevoerd;
- een ongestoorde aanstroom in het aanvoerriool over een lengte van tenminste 50 leidingdiameters.

De grens tussen rioolstelsel en randvoorziening is in het geval van een PBBR niet duidelijk gedefinieerd door een interne drempel of iets dergelijks. In het algemeen wordt er van uitgegaan dat vanaf het punt waar de aanvoerleiding geen zijaansluitingen of huisaansluitingen heeft, er sprake is van de randvoorziening. Deze definitie kan van belang zijn bij het bepalen van de inhoudsverdeling tussen rioolstelsel en randvoorziening.

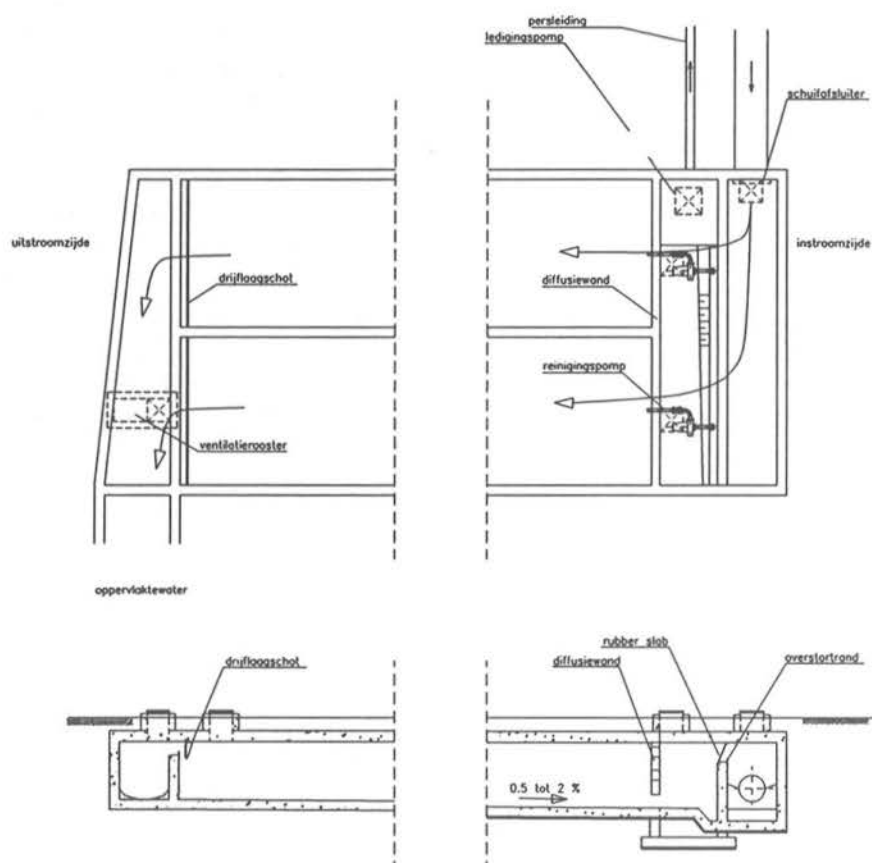
6 DETAILONTWERP BERGBEZINKVOORZIENINGEN

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de ontwerpdetails van een rechthoekig bergbezinkbassin, een bergbezinkriool en een parallelbergbezinkriool besproken. Daarnaast wordt aandacht geschonken aan de by-pass die zowel bij een bergbezinkbassin, als bij een bergbezinkriool toegepast kan worden. Ook worden de implicaties die een voorgenomen meetproject heeft op het ontwerp van een randvoorziening besproken.

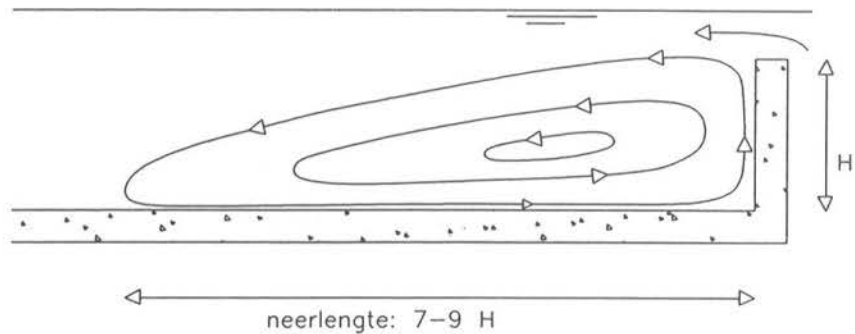
6.2 Detailontwerp rechthoekig bergbezinkbassin

In figuur 6.1 is een rechthoekig bassin weergegeven. De verschillende details die daarin vermeld staan, worden in het navolgende behandeld.



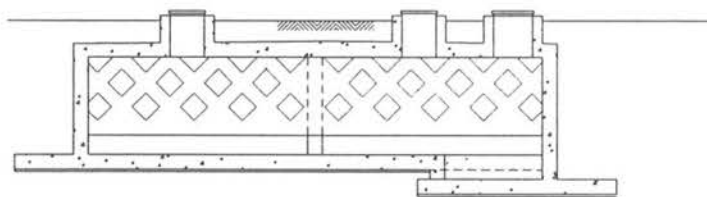
Figuur 6.1 Principeschets bergbezinkbassin

6.2.1 Instroomconstructie - diffusiewand



Figuur 6.2 Neerlengte

In bijlage 2 is beschreven hoe de bezinkzone van een rechthoekig bassin ontworpen moet worden. Bij het bepalen van het bezinkingsrendement wordt echter geen rekening gehouden met de negatieve effecten van de instroming op de bezinking. In veel gevallen is een bassin uitgerust met een interne overstort die voorkomt dat het bassin onnodig gebruikt wordt. Achter de interne overstort ontstaat een neer waarin de stroomsnelheden hoger zijn dan berekend. Over een lengte van circa 8 maal de drempelhoogte treedt geen bezinking op (zie figuur 6.2). Het is dus belangrijk dat de instroomconstructie goed ontworpen wordt, zodat de verliezen minimaal zijn. Het antwoord wordt gezocht in een methode die de lengte van de neer reduceert. Een effectieve manier om het water zo gelijk mogelijk te verdelen is de toepassing van een diffusiewand. Dit is een wand op een afstand van circa $1,5 \cdot$ de hoogte van de interne drempel van de interne overstort met gaten voor het water om door heen te stromen. De gaten hebben een diameter van circa 30 cm: gaten kleiner dan 20 cm moeten niet worden toegepast. In figuur 6.3 is een voorbeeld van een mogelijke uitvoeringsvorm weergegeven. Bij het gebruik van spoelpompen moet er voor worden gezorgd dat de retourstroming van rioolwater/slib ongehinderd onder de diffusiewand kan door stromen. De perforatiegraad van de diffusiewand moet ca. 30 % bedragen.



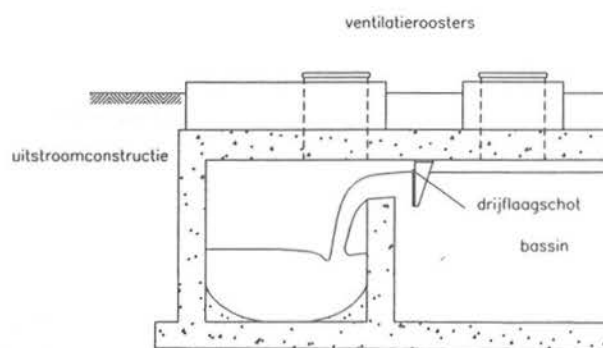
figuur 6.3: mogelijke uitvoeringsvorm diffusiewand

Andere zaken waar op gelet moet worden bij de instroomconstructie zijn het stroomprofiel, vuilophoping en stankoverlast. De stroming wordt gunstig beïnvloed door de aanleg van een stromingsprofiel aan de instroomzijde. Deze dient zodanig ontworpen te zijn dat vuilophoping wordt voorkomen. Eventueel kan dit gecombineerd worden met de voorzieningen die nodig zijn voor het ledigen van het bassin.

Tenslotte wordt geadviseerd aan de binnenzijde van de interne overstort een stankslab aan te brengen. Dit in verband met mogelijke stankoverlast in de nabije omgeving.

Naast het creëren van een goede instroming kan het in hydraulisch gevoelige situaties belangrijk zijn dat de opstuwing over het bassin geminimaliseerd wordt.

6.2.2 Uitstroomconstructie



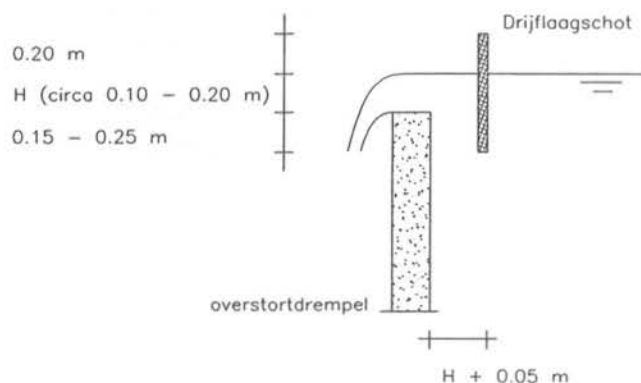
Figuur 6.4: Uitstroomconstructie

Om te voorkomen dat kortsluitstromingen in het bassin ontstaan, moet een zo gelijkmatige doorstroming gecreëerd worden. Dit wordt bevorderd door lage stroomsnelheden over de externe drempel. Bij voorkeur dient de opwaartse stroomsnelheid van het water kleiner of gelijk te zijn aan de bezinksnelheid van het slib. Dit heeft tot gevolg dat lange externe drempels nodig zijn. In de meeste gevallen strekt de externe drempel zich uit over de gehele breedte van het bassin. Een enkele keer kan een langere drempel nodig zijn. Mogelijke constructievormen hiervoor zijn een gevouwen drempel, afvoergoten etc. In de praktijk worden deze constructies meestal niet toegepast, omdat ze in het algemeen niet opwegen tegen de onzekerheden in de overige stappen van het ontwerp.

Achter de uitstroomconstructie volgt meestal een afvoerleiding naar het oppervlaktewater. Bij de aanleg van deze leiding moet rekening gehouden worden met de waterstand van het oppervlakte water. Indien nodig moet aan de uitstroomzijde een keerconstructie worden aangebracht om te voorkomen dat oppervlaktewater het bassin instroomt.

6.2.3 Drijfslaagschot

Met een drijfslaagschot wordt de drijvende fractie in het rioolwater tegengehouden. Het schot kan zowel bij de interne als bij de externe overstort aangebracht worden. Geadviseerd wordt een duikschot voor de interne drempel aan te brengen, vooral wanneer een pomp in het bergbezinkbassin geplaatst is. Hiermee wordt voorkomen dat grove drijvende delen in de pomp terecht komen en dat een constructie als een diffusiewand gedeeltelijk verstopt. In figuur 6.5 is aangegeven welke maatvoering voor de bouw van een duikschot aangehouden kan worden.



figuur 6.5: afmetingen drijfslaagshot

6.2.4 Ontluchting

Bij het vullen van het bassin wordt de aanwezige lucht verplaatst door het binnenstromende water. Het is dus belangrijk dat het bassin voorzien wordt van ontluchtingskanalen. Tijdens droge perioden kunnen deze ontluchtingskanalen tevens voor de ventilatie van het bassin zorgen. Mogelijke uitvoeringsvormen zijn deksels met gaten of speciale ontluchtingskanalen. De ontluchtingskanalen moeten zo groot worden uitgevoerd dat grote snelheden (en dus mogelijk het fluiten van de lucht) voorkomen wordt. Daarnaast mag de ontluchting geen stankoverlast veroorzaken.

6.2.5 Lediging van het bassin

Het ledigen van een bassin kan op twee manieren geschieden: onder vrij verval of met behulp van een gemaal. Het ledigen onder vrij verval is mogelijk wanneer het bassin hoger ligt dan het aansluitende rioolstelsel. Het rioolwater wordt afgevoerd via een terugslagklep of via een niveaugestuurde schuif. In het eerste geval verloopt de lediging van het bassin gelijktijdig met de lediging van het rioolstelsel. In het tweede geval wordt de lediging gestuurd, waardoor het mogelijk is te wachten tot het rioolstelsel bijvoorbeeld ten minste half leeg is. De terugslagklep of schuif wordt aangebracht in de interne drempel.

Bij het toepassen van een gemaal is sturing van de lediging altijd mogelijk. Met het oog op de toegepaste spoelmethode (zie paragraaf 6.2.6, recirculeren van rioolwater plus beluchting van het water) behoort het gestuurd ledigen van een bassin tot de aanbevelingen. Daarnaast heeft een sturingssysteem als voordeel dat het kan worden ingezet voor het verrichten van metingen aan het functioneren van de randvoorziening.

De afvoer van het voorbezonden rioolwater via de externe overstort naar het oppervlaktewater of een zogenaamde open berging vindt vrijwel altijd onder vrijverval plaats.

6.2.6 Reiniging van het primaire bassin

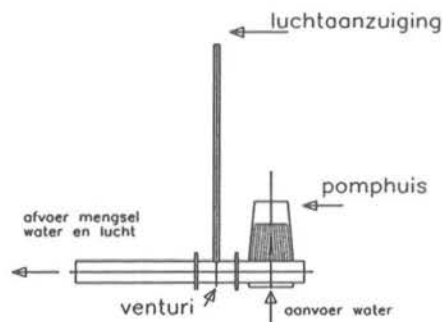
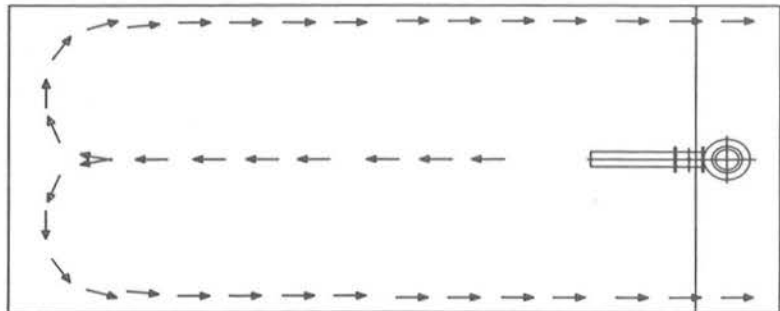
Na het gebruik van het bassin blijft slib achter. Dit dient verwijderd te worden om stankoverlast tegen te gaan en om eventuele uitspoeling tijdens een volgende regenbui te voorkomen. Er zijn verschillende vormen van slibruimen mogelijk: handmatig, gemechaniseerd en spoelen. Elk methode heeft weer verschillende varianten, afhankelijk van de vorm van de bergbezinkvoorziening, de gebruiksfrequentie etc. Voor het verwijderen van slib uit een bergbezinkbassin worden de volgende richtlijnen gegeven:

- Geen handmatige slibruiming;
- Slibruiming na elk gebruik;
- Automatische slibruiming met signalering.

Voor het reinigen van retentiebossins (dus zonder bezinkfunctie) behoort het handmatig slibruimen wel tot de mogelijkheden, mits het retentiebassin open is uitgevoerd.

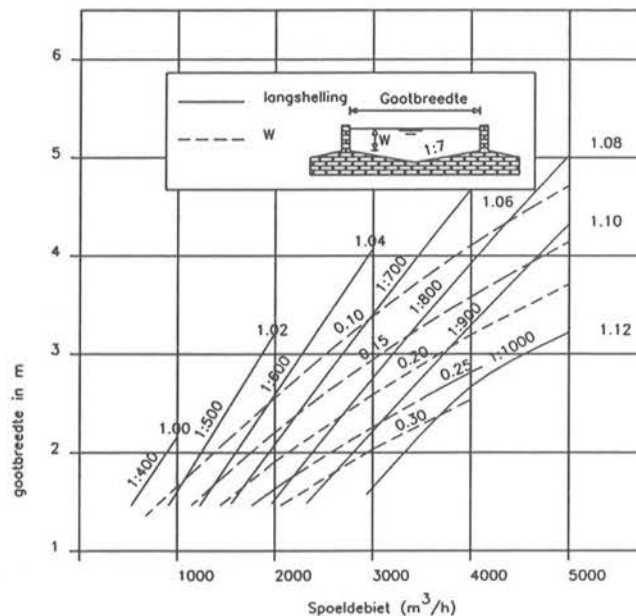
In de praktijk wordt een groot aantal spoelmethodeën aangetroffen, welke afgestemd zijn op de plaatselijke situatie. De volgende methoden blijken goed te voldoen:

- Recirculeren van rioolwater + beluchting
Een pomp recirculeert een deel van het aanwezige water in het bassin. Het water wordt door een venturi geleid, waardoor lucht in de waterstraal wordt gebracht (zie figuur 6.6). Het inbrengen van lucht in het water vermindert de anaërobe afbraakprocessen die optreden wanneer het water in het bassin enkele uren stil heeft gestaan. In bepaalde gevallen kan om deze reden een niveaugeschakeld pompregime worden aangebracht. Deze pomp houdt het water in beweging zolang geen overstortingen plaatsvinden. Wanneer een bepaald niveau onder externe overstortdrempel wordt bereikt, wordt de pomp stilgezet om een negatief effect op het bezinkingsrendement tijdens het overstorten te voorkomen.
Daarnaast leidt het inbrengen van lucht tot een verhoging van de reinigende werking. Door het inbrengen van lucht wordt het mengsel van rioolwater en slib in beweging gehouden, waardoor consolidatie van het slib wordt voorkomen. Door de glad uitgevoerde bodem (figuur 6.1) een kleine helling mee te geven (circa 1 à 2%), loopt het water met voldoende snelheid terug. Het slib wordt zo geheel weggespoeld bij volledige lediging.



Figuur 6.6: Recirculatie met beluchting

- Spoelen met water, hiervoor wordt bij voorkeur 'eigen' water gebruikt. In het bassin zijn goten onder afschot naar een (vijzel)gemaal aangebracht. Een deel van het water wordt via persleidingen gerecirculeerd en stroomt door de goten die hierdoor worden schoongespoeld. Tegelijkertijd wordt het bassin geledigd. Het nadeel van dit systeem is dat de goten negatief werken op de stromingscondities in het bassin en in een lager bezinkingsrendement resulteren. Daarnaast is de bouw relatief kostbaar. In figuur 6.7 is een grafiek weergegeven waarmee de dimensies van dergelijke goten bepaald kunnen worden.



Figuur 6.7: Dimensies van de goten

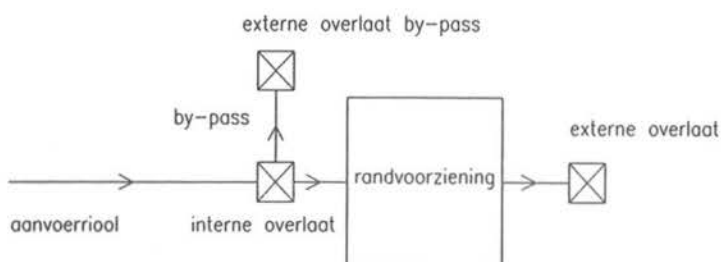
- **Kantelbakken:** een mechanisch systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van reservoirs waarin een beperkte hoeveelheid water wordt opgeslagen is het zogenaamde kantelbakken systeem.
Door de inhoud van een dergelijke kantelbak één keer door het bassin te laten spoelen kan een goede reiniging worden bereikt.

6.2.7 De by-pass constructie

Een by-pass (figuur 6.8) kan toegepast worden bij een bergbezinkbassin en een bergbezinkriool. Een by-pass wordt gebruikt om te voorkomen dat bezonken vuil in de bergbezinkvoorziening opgewoeld wordt als gevolg van overbelasting. Om goede stromingscondities te creëren tijdens het overbelasten, wordt een deel van het overstortwater omgeleid. Dit overtollige water wordt via de by-pass direct op het oppervlaktewater geloosd. Als gevolg daarvan zal bezinkbaar materiaal in het oppervlaktewater terecht komen, hetgeen ongunstig is voor de waterkwaliteit. Echter, zonder by-pass zal meer slib in het oppervlaktewater terecht komen, omdat ook reeds bezonken materiaal uit het bassin wordt meegenomen. Het netto resultaat van een by-pass bij extreme omstandigheden kan beter zijn dan bij een bergbezinkvoorziening zonder by-pass. Een by-pass mag uiteraard alleen toegepast worden, wanneer er risico is op opwoeling bij hoge belasting. In paragraaf 4.3. is e.e.a. uiteengezet in relatie tot rendementsberekeningen.

De by-pass kent verschillende uitvoeringsvormen. Het kan een overstort zijn die hoger ligt dan de externe drempel. Het kan ook een rioolleiding zijn die hoger ligt. Door aan de kant van de externe drempel een knijpconstructie aan te brengen, kunnen de gewenste stromingscondities in de bergbezinkvoorziening tot stand gebracht worden.

Bij een knijpconstructie kan gedacht worden aan een korte overstortdrempel, of weinig vrije ruimte boven de externe overstortdrempel.



Figuur 6.8: By-pass constructie.

6.3 Detailontwerp bergbezinkriool

Net als het bergbezinkbassin wordt ook het bergbezinkriool in de meeste gevallen voorzien van een interne en externe drempel. De leiding wordt onder een verhang van 1 à 2% aangelegd, waardoor een goede reiniging kan plaatsvinden. Het rioolwater en -slib kan na afloop van de bui onder vrij verval of middels een gemaal worden afgevoerd.

Het reinigen van een bergbezinkriool na een overstorting kan op diverse manieren gerealiseerd worden. Uit praktisch oogpunt komen alleen de spoelmethode in aanmerking. Inmiddels zijn goede ervaringen opgedaan met de toepassing van spoelpompen in de leiding.

Naast het creëren van een uniform stromingsprofiel is het ook voor het reinigen noodzakelijk dat bochten en knikken in de leiding zoveel mogelijk vermeden worden.

6.4 Detailontwerp parallel bergbezinkriool

Een parallelbergbezinkriool maakt onderdeel uit van het rioolstelsel. Tijdens droogweerstandigheden worden de aanvoer- en bezinkleiding als doorvoerleiding gebruikt voor het rioolwater. Het parallel bergbezinkriool wordt daarom niet voorafgegaan door een interne drempel. De eerste scheidingsput neemt de functie van de interne overstortdrempel over.

Belangrijk detail in het ontwerp van het parallelbergbezinkriool zijn de beide scheidingsputten. De hoogte van het scheidingsschot is bepalend voor de hoeveelheid water die naar de overstort- en de bezinkleiding stroomt. De bezinkleiding mag niet overbelast worden, omdat dat een negatief effect op het bezinkingsrendement heeft. Het scheidingsschot moet daarom op een dusdanige hoogte komen dat beide leidingen zonder belemmering van de beoogde hoeveelheid water kunnen worden voorzien.

Het parallelbergbezinkriool onderscheidt zich van andere bergbezinkvoorzieningen door de zelfreinigende werking. Het opruimen van slib na afloop van een bui is bij een goed ontwerp dus niet nodig.

6.5 Metingen aan een randvoorziening

6.5.1 algemeen

Indien men wil gaan meten aan een randvoorziening dan is een eerste vereiste dat een duidelijke meetdoelstelling wordt geformuleerd. In het geval van randvoorzieningen kunnen de volgende, min of meer standaard, meetdoelstellingen worden geformuleerd:

- het bepalen van de overstortingsfrequentie
- het bepalen van het overstortingsdebieten
- het bepalen van overstortende vuilvracht
- het bepalen van het vuilvrachtreducerend vermogen

Een aantal waterkwaliteitsbeheerders neemt in de WVO-vergunning een meetverplichting op. Hierbij wordt met name gelet op de overstortingsfrequentie. Afhankelijk van het voor het ontvangen oppervlaktewater na te streven beschermingsniveau wordt nader bepaald hoe intensief moet worden gemeten.

Daarnaast kunnen nog meer wetenschappelijke doelstellingen worden geformuleerd waarbij de interesse naar een groot scala van onderwerpen kan uitgaan. Hierop wordt in deze handleiding niet verder ingegaan.

Uitgaande van de gekozen doelstelling wordt een meetopzet geformuleerd waarin de volgende aspecten aan de orde dienen te komen:

- te meten parameters
- meetperiode
- meetfrequentie
- meetnauwkeurigheden
- organisatorische zaken

Een uitgebreide behandeling van deze aspecten wordt geboekstaafd in de rapportage van het STOWA-projecten 'Opzet praktijkmetingen aan riolering en oppervlaktewater' en 'Eenvoudige waarnemingen aan riolering en oppervlaktewater'. In deze handleiding zal worden volstaan met enkele praktische aspecten die direct van belang zijn bij afstemmen van het ontwerp van randvoorzieningen op toekomstige meetprojecten.

6.5.2 aandachtspunten bij het ontwerp

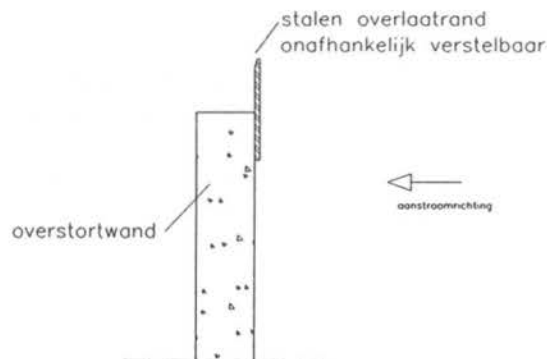
debietmeting

Een van de belangrijkste problemen bij de opzet van meetprojecten is de mogelijkheid om debieten te meten. Vrijwel elke nauwkeurige debietmeting vraagt om 'nette' stromingscondities, dat betekent dat bij het ontwerp al nagedacht moet worden op welke locaties men eventueel de debietmeting zou willen verrichten.

In een dergelijk geval kan er voor worden gezorgd dat op de beoogde locatie een zo uniform mogelijke stroming heerst. Dit kan worden bereikt door discontinuïteiten in de geometrie te voorkomen.

Als men besluit om de overstortdrempel te gebruiken als debietmeter dan verdienen de volgende punten aandacht:

- zorg er voor dat de drempel exact horizontaal ligt;
- zorg ervoor dat de drempel bereikbaar is;
- in geval van gevaar voor hoge buitenwaterstanden (hoger dan ca. 5 cm beneden drempelpeil) moet ook de buitenwaterstand worden gemeten: hiermee moet in het ontwerp rekening mee worden gehouden;
- voer de drempel bij voorkeur uit als weergegeven in figuur 6.9.



figuur 6.9: Uitvoering overlaattrand

waterstandsmetingen

Waterstandsmetingen kunnen op zich zelf staan of deel uitmaken van een debietmeting.

Afhankelijk van het beoogde doel dient een bepaalde meetnauwkeurigheid te worden nagestreefd. Aandachtspunten bij het kiezen van een locatie en het inrichten van een waterstandsmeetpunt zijn:

- zorg ervoor dat de locatie goed bereikbaar is;
- bepaal op voorhand welke variatie in waterstanden kunnen voorkomen;
- zorg voor toegankelijkheid van de te plaatsen sensor;
- de sensor moet regelmatig worden gekalibreerd.

7 LOKATIEGEBONDEN RANDVOORWAARDEN

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt volstaan met het aangeven van aandachtspunten bij het ontwerp van de randvoorziening in relatie tot de lokatie. Hierbij kan gedacht worden aan de plaats van de overstort, de hoogteligging, de gebruiksfunctie van de bouwlocatie, de bodemgesteldheid, overlast voor de omgeving, inrichting van de omgeving en de relatie tot overheidsplannen.

7.2 Ligging randvoorziening ten opzichte van de overstort

Het ligt voor de hand een randvoorziening te bouwen in de buurt van een overstort. Meestal ligt de overstort dicht bij een open water, waardoor ingrijpende maatregelen om het voorbezonden rioolwater op het oppervlaktewater te kunnen lozen niet nodig zijn.

In enkele gevallen kan een randvoorziening meerdere interne overstorten tegelijk dienen. In die situatie is de lokatiekeuze mede afhankelijk van de extra maatregelen die nodig zijn om het water van de overstort naar de randvoorziening te transporteren. Ook hier geldt dat een lokatie nabij een open water gewenst is, indien het overstortwater direct geloosd moet worden.

Bij het samenvoegen van afvoeren van verschillende overstorten moet aandacht worden besteedt aan de afvoercapaciteit van het ontvangende oppervlaktewater.

Tussen de lokatie en de uitvoeringsvorm van de randvoorziening bestaat een duidelijke wisselwerking. De lokatie kan eisen stellen aan de uitvoering en de omvang van de randvoorziening kan eisen stellen aan de benodigde ruimte op de bouwlocatie. In bijna alle gevallen is het ontwerpen van een randvoorziening maatwerk.

Het verdient aanbeveling om bij de locatiekeuze ook rekening te houden met eventuele toekomstige aanvullende maatregelen zoals bijvoorbeeld extra berging.

7.3 Hoogteligging

Bij het zoeken naar een geschikte bouwlocatie speelt de hoogteligging vaak een belangrijk rol. Geprobeerd moet worden het rioolwater zoveel mogelijk onder vrij verval in de randvoorziening te laten stromen. Bij een laag gelegen lokatie kan het, in verband met wateroverlast, nodig zijn om het terrein op te hogen. Hydraulische berekeningen kunnen hierover uitsluitsel geven. Daarnaast is de waterstand van het oppervlaktewater waarop geloosd gaat worden van belang. Bij hoge waterstanden moeten waterkerende constructies voor af achter de randvoorziening aangebracht worden.

7.4 Gebruiksfunctie van de bouwlocatie

Een mogelijke bouwlocatie maakt meestal deel uit van:

- natuurzone (Ecologische Hoofdstructuur)
- groenstrook
- speelweide
- parkeerterrein
- weg
- berm
- etc.

Indien sprake is van een Ecologische Hoofdstructuur dient met de waterkwaliteits- en -kwantiteitsbeheerder en met de provincie overlegd te worden, of de aanleg van een randvoorziening ter plekke wel wenselijk is. Daarnaast is het belangrijk dat in alle gevallen de functie vastgesteld wordt, welke na de bouw van de randvoorziening aan het terrein wordt toegekend. Bij het ontwerpen van de randvoorziening dient hier rekening mee gehouden te worden: een voorziening onder een speelweide stelt immers andere eisen dan dezelfde voorziening onder een parkeerterrein (denk aan de draagkracht, de toegankelijkheid tot het bassin etc).

Het is belangrijk om het bestemmingsplan tijdig in te zien omtrent de functie van het bouwterrein. Een noodzakelijke wijziging van het bestemmingsplan kan een langdurige procedure tot gevolg hebben (artikel 19: 3 maanden of langer, volledige procedure: 1 jaar of langer). In dit verband is het ook van belang bij het opstellen of herzien van bestemmingsplannen in de zogeheten 'natte paragraaf' de functie en plaats van randvoorzieningen op te nemen.

7.5 Overlast voor de omgeving

Een randvoorziening kan overlast voor de omgeving veroorzaken bestaande uit stank, visuele hinder, lawaai en overlast tijdens de bouwfase.

Daar bergbezinkvoorzieningen veelal gesitueerd zijn in of nabij een bebouwde omgeving, zijn maatregelen ter beperking van de stankoverlast nodig. Met het oog op de heersende windrichting gaat de voorkeur uit naar een bergbezinkvoorziening ten zuid-oosten van de bebouwing. Voorts dient de externe overstort en het ontluchtingspunt van het bassin niet te dicht bij de bebouwing te worden geprojecteerd. Een afstand tot de bebouwing van ten minste 50 m' heeft de voorkeur. Daarnaast kan stankoverlast tegen worden gegaan door ter plaatse van de interne overstortdrempel een stankafsluiting in de vorm van een rubber slab aan te brengen.

Het verdient aanbeveling om bij het detailontwerp rekening te houden met de mogelijke aanleg van voorzieningen voor luchtbehandeling. Met name in het geval van gesloten bassins gelegen in de nabijheid van bebouwing kan het voorkomen dat de in geval van interne overstorting vrijkomende lucht stankklachten tot gevolg heeft. Door bij het eerste ontwerp al rekening te houden met de mogelijke plaatsing van een luchtfilter en de noodzakelijke leidingen kan, indien blijkt dat dit noodzakelijk is, zonder veel extra moeite een luchtfilter worden geplaatst.

Afhankelijk van de functie van het terrein, moet besloten worden hoeveel zichtbaar mag zijn van de randvoorziening. Indien nodig kan de randvoorziening afgeschermd worden van het publiek.

De hinder in de bouwfase kan veel vormen aannemen. Afhankelijk van de lokale situatie moet de bouwtijd zo kort mogelijk zijn (bijvoorbeeld i.v.m. opgebroken straten etc.) of moet de bouwmethode speciaal worden toegesneden op reductie van bijvoorbeeld lawaaioverlast. Een en ander zal per geval moeten worden besloten.

7.6 Inrichting van de omgeving

Bij de lokatiekeuze dient aandacht besteed te worden aan de inrichting van de omgeving van de randvoorziening. Dit in verband met:

- de bereikbaarheid van de randvoorziening
- het te verrichten onderhoud (mechanisch, elektrisch, reinigen) waar mogelijk zwaar rollend materieel voor nodig is. Eventueel kan daartoe een speciaal onderhoudspad worden aangelegd;
- een eventueel gewenste afscherming voor het publiek;
- de landschappelijke inpassing.

7.7 Bodem en grondwaterstand

De draagkracht van de bodem is belangrijk voor de benodigde fundering en het ontwerp van de voorziening.

Bassins die geheel of gedeeltelijk beneden de hoogste grondwaterstand liggen, moeten zodanig ontworpen worden dat ze niet kunnen opdrijven. De effectieve berging in (diepte van) het bassin ligt, bij aanvoer onder vrijval, tussen de gekozen bodemhoogte en de waterstand van het ontvangende water c.q. de gewenste drempelhoogte van de externe overstort. Indien de maximaal haalbare bassindiepte bij aanvoer onder vrijval (te) gering is, moet wellicht de voorkeur worden gegeven aan een hooggelegen bassin dat gevuld wordt door middel van een gemaal.

De hoogte van de grondwaterstand is van belang om vast te stellen of tijdens de bouwwerkzaamheden bemaling moet worden toegepast. Indien meer dan 10 m³/h grondwater onttrokken moet worden, is een vergunning van de Gedeputeerde Staten van de Provincie vereist. Een dergelijke vergunning heeft een looptijd van 6 maanden. Bovendien geldt er een registratieplicht (debietmeting) indien er meer dan 150 m³/h of langer dan 6 maanden grondwater wordt onttrokken.

Het voorgenomen bronneringsbeleid gaat uit van een vooroverleg met provincie, waterkwaliteits- en -kwantiteitsbeheerder.

De aanvraagprocedure van een vergunning kan meer dan een half jaar bedragen. Bij langdurige bemaling kan de toepassing van een prefab constructie de bouwtijd aanzienlijk verkorten.

Wanneer gegevens van de bodem en de grondwaterstand niet bekend zijn, is een geohydrologisch onderzoek noodzakelijk.

Voorts wordt aanbevolen om in verband met mogelijke bodemverontreinigingen reeds in een zeer vroeg stadium, op basis locatiekeuze en voorontwerp, een indicatief bodemonderzoek te verrichten op een mogelijke bouwlocatie.

7.8 Lozingspunt spoelwater

In gevallen waarin een randvoorziening wordt geledigd m.b.v. een gemaal dan dient dit gemaal bij voorkeur rechtstreeks naar de afvalwaterzuiveringsinrichting (AWZI) af te voeren. Veelal is de randvoorziening ver van de AWZI verwijderd, zodat het rioolstelsel als transport-medium gebruikt wordt. Het lozingspunt van het ledigingsgemaal dient dan zodanig gekozen te worden, dat slibbezinking in het rioolstelsel vermeden wordt. Dus niet aansluiten op een beginstreng met weinig afschot, maar op een riool met een redelijke stroomsnelheid onder droogweerstandigheden. Bij voorkeur kiest men een locatie die binnen de directe invloedssfeer van een rioolgemaal is gelegen.

Hieraan zal de nodige aandacht dienen te worden geschonken, omdat riolen in veel gevallen niet voldoen aan de eisen voor zelfreiniging tijdens droogweerstandigheden.

8 AANVULLENDE (SECUNDAIRE) BERGING

8.1 Inleiding

Afhankelijk van de gewenste waterkwaliteit kan de waterkwaliteitsbeheerder aanvullende berging verlangen van 0 tot 8 of 14 mm (zie de beslissingsmatrix 2.1). Deze aanvullende berging dient in serie geschakeld te zijn met de bergbezinkvoorziening, om slibsedimentatie zoveel mogelijk te voorkomen. De retentiebasins worden veelal als een open constructie uitgevoerd. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen bassins die tijdens droge perioden leeg staan en bassins die permanent water bevatten. De eerste categorie wordt aangeduid met "groene" berging, de tweede categorie betreft de zogenaamde moerassystemen. Als derde systeem wordt de flexibele bergingszak besproken.

In dit hoofdstuk worden de drie genoemde vormen van secundaire berging besproken. Hierbij wordt aandacht besteed aan de uitvoeringsvorm, het onderhoud en de inpasbaarheid in de omgeving.

8.2 "Groene berging"

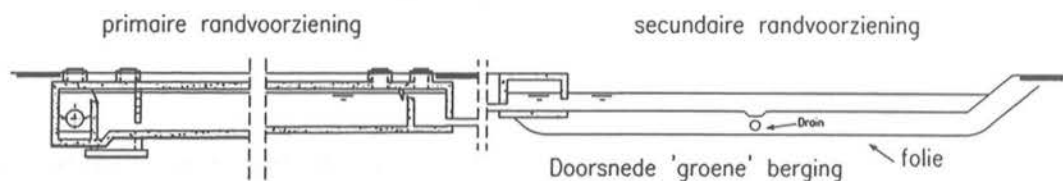
De term "groene" berging vloeit voort uit de tot nog toe meest gebruikte uitvoeringsvorm van een secundaire randvoorziening: een met gras begroeide bak (zie figuur 8.1). Het is ook mogelijk het bassin met asfalt of beton te bekleden. Een retentiebassin neemt meestal veel ruimte in beslag. Bij een verhard oppervlak van het afwateringsgebied van 50 ha. (een stedelijk gebied van circa 10.000 inwoners) betekent 14 mm een bergend volume van 7000 m³. Bij een bergende hoogte van bijvoorbeeld 1 m impliceert dit een netto oppervlak van 7000 m². Door dit ruimtebeslag is een goede landschappelijke inpassing noodzakelijk. De definitieve inpassing is afhankelijk van de lokatie. Door de grote bergende inhoud zullen lange ledigings-tijden ontstaan, in het geval van toepassing van de gewenste berging van 7 mm in het rioolstelsel, 2 mm in een primaire randvoorziening en 14 mm berging in een secundaire randvoorziening bij een pompovercapaciteit van 0.7 m³/s is er sprake van een totale ledigingstijd van bijna 33 uur bij volledig vulling.

Als de situatie het toelaat verdient het aanbeveling om het ledigen van de drie bergingscomponenten te doen in de volgorde:

- rioolstelsel
- primaire berging
- secundaire berging

Bergingsbassins worden gedimensioneerd op een bergend volume. De ontwerpgrondslagen die gelden voor de bergbezinkvoorzieningen, zijn hier niet van toepassing. Wel dient de vormgeving zodanig te zijn, dat zo min mogelijk kortsluitstromingen kunnen optreden.

Het reinigen van een secundaire randvoorziening is in bepaalde gevallen noodzakelijk, afhankelijk van de uitvoeringsvorm is dit meer of minder eenvoudig. Vooralsnog wordt er van uitgegaan dat een 'groen' bassin geen expliciete reiniging nodig heeft als een juiste inrichting wordt gekozen, zie ook 8.2.3 en 8.2.5.



Figuur 8.1 Open retentie bassin

8.2.1 Scheiding met het grondwater

Het bergingsbassin wordt gevuld met verdund voorbezonden rioolwater. Om te voorkomen dat dit water naar het grondwater infiltreert, is een scheidende laag in de bodem van het bassin noodzakelijk. Hierbij kan gekozen worden tussen een afsluitende kleilaag of een folie. In beide gevallen geldt dat maatregelen tegen opbarsten genomen moeten worden, indien de grondwaterstand hoger is dan de bodem van het bassin. Indien een folie wordt gebruikt, kan de bodem verzwaaard worden met een aarden afdeklaag (minimaal 0,5 meter). Bij een kleibodem zal eveneens een dikte van circa 0,5 meter moeten worden toegepast.

De keuze tussen folie of een kleilaag is grotendeels gebaseerd op financiële gronden. Hierbij speelt de beschikbaarheid van geschikte en betaalbare klei een dominante rol. Indien een folie goed gekozen en toegepast wordt, is de garantie op waterdichtheid en tegen worteldoorgroei groter dan bij een kleilaag. Het risico op worteldoorgroei kan worden beperkt door boven op de kleilaag geen zanddek aan te brengen maar te kiezen voor een licht klei/zand mengsel (zavel). Voor de foliedikte wordt een richtwaarde van 1 tot 2 mm aangehouden. Toepassing van uitsluitend klei als scheidende laag heeft niet de voorkeur omdat deze, zoals gezegd, minder garantie op waterdichtheid geeft dan een folie.

8.2.2 Lediging - drainage

Het water dat in het retentiebassin terecht komt zal na afloop van de regenperiode teruggevoerd moeten worden naar de riolering. Afhankelijk van de hoogteligging van de bodem van het bassin ten opzichte van riolering kan dit onder vrij verval of met behulp van een opvoerwerktuig geschieden. Het spreekt voor zich dat de eerste mogelijkheid de voorkeur heeft.

Een van de voornaamste aandachtspunten bij het ontwerpen van open bergbezinkvoorzieningen is het bodemafschot in de richting van het terugvoerpunt. Een te gering bodemafschot zal leiden tot plasvorming, moeilijke begaanbaarheid in regenperiodes en stankproblemen. Dode hoeken in een retentiebassin dienen vermeden te worden. Dit houdt in dat de vormgeving niet onafhankelijk mag worden gezien van de locatiekeuze van in- en uitlaat werk.

Indien de bodemhelling meer dan circa 5% bedraagt, kan volstaan worden met een drainagesysteem nabij het terugvoerpunt. Zo niet, dan is drainage van de afdeklaag op het folie of de kleilaag aan te bevelen. Een terugvoerleiding in een bassin dat onder vrij verval leeg loopt, zal voorzien moeten worden van een terugslagklep of een schuif.

Ook wanneer het retentiebassin niet gebruikt wordt, zal regenwater in de bak terecht komen.

Dit neerslagoverschot zal via het drainagesysteem moeten worden afgevoerd naar de riolering.

8.2.3 Afwerking met groen

De dikte van de afdeklaag op het folie of de kleilaag bepaalt het type groenvoorzieningen dat mogelijk is. Gezien de kostenverhogende werking wordt de afdeklaag meestal niet verdikt om een ander type afwerking toe te kunnen passen. Een gebruikelijk beplanting voor "groene" bassins is gras. Hiervoor is een afdeklaag van 30-50 cm nodig.

In het algemeen kan gesteld worden dat het toepassen van struiken in het bassin niet reëel is, ze kunnen in het bassin niet schoon blijven en vragen derhalve om veel (duur) onderhoud.

Bij inpassing in de bebouwde omgeving kan het raadzaam zijn om rondom het bassin een groene visuele afscherming te creëren (zie ook par. 8.2.4)

8.2.4 Multifunctioneel gebruik

De secundaire bergingsvoorziening is een riooltechnische voorziening met een enkelvoudige functie.

Het is verleidelijk om een "groen" bergingsbassin te gebruiken voor recreatieve doeleinden, zoals kinderspeelplaats, trapveldje etc. Toch moet dit worden afgeraden, omdat het vanuit hygiënisch oogpunt nauwelijks controleerbaar is.

Kinderen, maar ook bijvoorbeeld huisdieren, zullen aangetrokken worden zonder dat een controle mogelijk is op het niet betreden van het bassin na overstortingen met (ongezuiverd) rioolwater. Uit oogpunt van volksgezondheid is dus bij voorkeur een deugdelijke omheining noodzakelijk en kan het bassin feitelijk alleen een secundaire functie als groenvoorziening en ruimtescheppend element in de omgeving vervullen.

8.2.5 Onderhoud

Het onderhoud van "groene" bergingsvoorzieningen betreft voornamelijk het onderhoud aan de beplantingen: maaien en afvoeren van gras(ca. 2 maal per jaar).

Verder zal er voor gezorgd moeten worden dat het ledigingswerk niet verstopt raakt. Eén van de noodzakelijke maatregelen is het plaatsen van een rooster voor het ledigingswerk.

De noodzaak van slib- en eventueel zandruiming zal sporadisch zijn: de zwaardere fracties worden geacht in de riolering en het gesloten bergbezinkbassin achter te blijven. De lichtere fracties worden in de begroeiing en de afdeklaag van teelaarde opgenomen.

Bij het plegen van onderhoud zullen wel maatregelen met betrekking tot de hygiëne en de veiligheid van het onderhoudspersoneel getroffen moeten worden.

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de toegankelijkheid en begaanbaarheid voor het noodzakelijk onderhoudsmaterieel.

Zo zal in het talud een hellingpad aangelegd moeten worden waarover maaimachines de bassinbodem kunnen bereiken.

8.2.6 Overlast

Door de vrije uitwisseling met de lucht is de kans op stank aanwezig. Zeker gezien het feit dat de meeste retentiebasins een groot oppervlak in beslag nemen en dat het water enige tijd in het bassin blijft staan alvorens het wordt afgevoerd. In hoeverre de stank tot overlast leidt, is onder andere afhankelijk van de afstand tot de bebouwde omgeving, de windrichting en de beleving door de omwonenden.

Daarnaast kan geluidshinder ondervonden worden door het gemaal dat gebruikt wordt bij het vullen en/of ledigen van het bassin.

In de praktijk zijn er wisselende ervaringen met de aard en de omvang van overlast. Wel blijkt dat als er zorgvuldig wordt ontworpen en een weloverwogen locatiekeuze wordt gedaan de overlast erg meevalt.

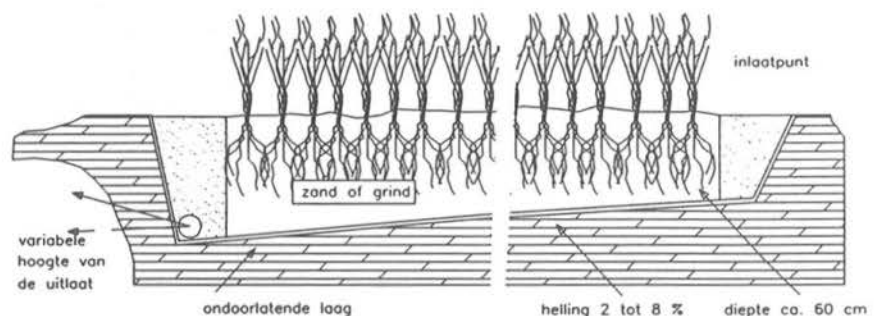
8.2.7 Beheerervaringen

Hoewel ten tijde van het schrijven van deze handleiding nog slechts weinig praktijkervaring is opgedaan met het beheer en onderhoud van 'groene' bergingsvoorzieningen is de schaarse ervaring toch aanleiding voor het maken van een opmerking.

Ondanks de toepassing van een voorgeschakelde randvoorziening wordt de 'groene' berging belast met zeer fijn slib. In een aantal gevallen is geconstateerd dat de bodem van het bassin kan dichtslaan met als gevolg dat de werking van de drainage sterk afneemt. Dit heeft dan weer tot gevolg dat er plasvorming optreedt.

8.3 Moerassystemen

8.3.1 Algemeen



Figuur 8.2 Helofytenfilter

Een moerassysteem is een zogenaamd natuurlijk zuiveringssysteem. De vegetatie in de natte velden bestaat uit riet en biezten, ook wel aangeduid met helofyten (zie figuur 8.2).

De helofyten leveren een bijdrage aan de verwijdering van zuurstofbindende stoffen, bacteriologische verontreinigingen, stikstof- en fosforverbindingen en microverontreinigingen. Het verwijderingsrendement is afhankelijk van de belasting, de contacttijd en de hydraulische dimensionering.

Wanneer helofytenfilters worden toegepast als zuiveringssysteem van overstortwater, is het type vloeiveld de beste keuze. Infiltratievelden en wortelzonesystemen zijn minder geschikt door hun overgevoeligheid voor piekbelastingen en de belasting met slib (verstopping).

Een helofytenfilter is een alternatief voor een "groen" bergingsbassin. De keuze tussen een bergingsbassin of een moerassysteem is afhankelijk van de vraag of de meerkosten van het helofytenfilter opwegen tegen de voordelen voor het landschap en de zuiveringsgraad van het overstortwater. De aanvullende berging achter de bergbezinkvoorziening wordt verlangd in verband met de kwaliteit van het oppervlaktewater. Een helofytenfilter heeft een zuiverende werking. Wanneer het water uit een helofytenfilter overstort, is dit minder belastend voor het oppervlaktewater, dan wanneer water uit een bergingsbassin overstort. Daarom kan, in overleg met de waterkwaliteitsbeheerder, de inhoud van een helofytenfilter als aanvullende berging kleiner worden uitgevoerd dan de inhoud van een bergingsbassin met hetzelfde doel. Daar staat tegenover dat een moerassysteem na afloop van een regenperiode niet meteen geleegd kan worden. Voor een goede zuivering is enige verblijftijd nodig: de meest efficiënte processen (BZV- en coliverwijdering) vereisen een verblijftijd van 5 à 10 dagen. Voor het verwijderen van microverontreinigingen is een verblijftijd van 15 à 20 dagen noodzakelijk. Om toch het eventuele overstortwater van een volgende regenperiode te kunnen verwerken, moet het helofytenfilter enigszins overgedimensioneerd worden.

8.3.2 Ontwerpgrondslagen

Voor het ontwerpen van een helofytenfilter worden de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gehanteerd:

- voor de bergingscapaciteit kan een waarde van circa $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ worden aangehouden;
- voor de meeste vegetatievormen geldt dat het systeem niet geheel droog mag vallen;
- de planten mogen niet geheel onder het wateroppervlak terecht komen. De waterdiepte is niet van invloed op drijfplanten;
- eventueel kan de inhoud van het filter verdund worden met oppervlaktewater, waardoor een kleiner systeem mogelijk wordt.
- om het zuiveringsproces efficiënt te laten verlopen wordt de inhoud van het systeem in beweging gehouden door middel van pompen. Om eventuele stank te voorkomen kan zuurstof ingebracht worden door middel van cascadesystemen;
- de verblijftijd dient 15 à 20 dagen te bedragen;
- de stroomsnelheid mag niet hoger worden dan $0,05 \text{ m/s}$ (doorstroomd bedrijf) in verband met het voorkomen van uitschuring van bodemdeeltjes en beschadiging van de vegetatie;
- het ontwerpdebiet wordt bepaald volgens de aangegeven methoden in hoofdstuk 3;
- bij het inlaatpunt van de filter wordt een diepere bezinkzone opgenomen. Dit kan gecombineerd worden met een verdeelwerk, indien parallelle kanalen worden toegepast;
- kortsluitstromen dienen voorkomen te worden door het filter gelijkmatig te belasten.

8.3.3 Overlast

Stank kan het gevolg zijn van afbraak van organisch materiaal onder vochtige, zuurstofarme condities. Een helofytenfilter wordt zodanig ontworpen dat steeds voldoende zuurstof aanwezig is, zodat rotting wordt voorkomen. Het organisch materiaal dat boven water achterblijft (bijvoorbeeld aan de biezen) zal snel uitdrogen. De filters zullen echter bij een goed beluchtingssysteem geen aanleiding geven tot stankoverlast.

Ondiep stilstaand water vormt een uitstekende omgeving voor steekmuggen. Een helofytenfilter bevat gedurende het grootste deel van het jaar een waterschijf van 30 cm, waarmee het een geschikte voortplantingsbiotoop is voor steekmuggen. Deze overlast wordt verhinderd door in het filter een gezond ecosysteem te creëren, waaronder amfibieën (kikkers) die de muggen opeten. Door daarnaast het water met regelmatige tussenpozen in beweging te brengen kan het risico op overlast sterk worden beperkt.

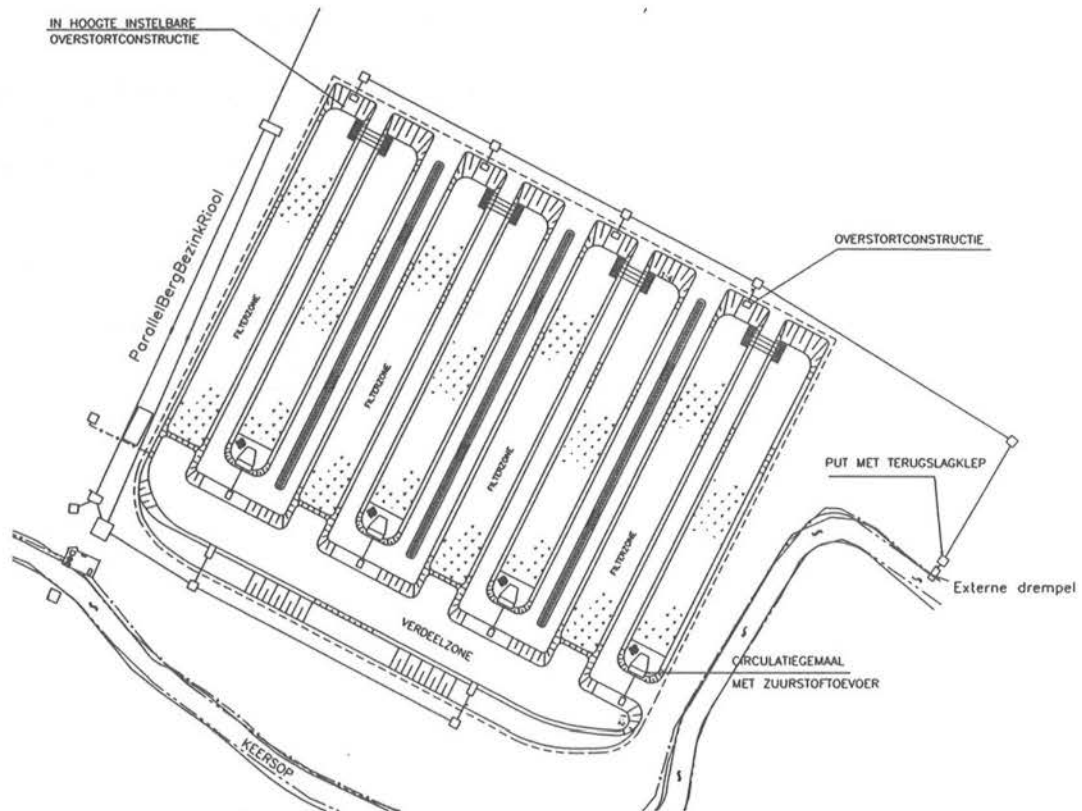
8.3.4 Praktijkvoorbeeld

Een recent voorbeeld van een toepassing van een moerassysteem is het helofytenfilter dat door de gemeente Bergeyk is gerealiseerd in 1995.

Het ontvangende oppervlaktewater, het Keersop, heeft de functie 'waternatuur' waardoor een totale berging van 23 mm als richtlijn geldt. De primaire randvoorziening is uitgevoerd in de vorm van een PBBR (zie 5.3), de secundaire berging is uitgevoerd als helofytenfilter.

De hoofdoverwegingen om te kiezen voor een helofytenfilter als secundaire randvoorziening waren de goede landschappelijke inpasbaarheid en de hoge reinigende werking van een dergelijk filter. De werking van het helofytenfilter in Bergeyk zal worden gevolgd aan de hand van een meetprogramma. Pas nadat hiervan de resultaten bekend zijn is grootschaliger toepassing mogelijk.

In de figuren 8.3 en 8.4 is een overzichtstekening van de situatie in Bergeyk weergegeven. Het gebruikte type helofyten filter is het zogenaamde vloeiveld, deze komt als regel het meest in aanmerking voor de toepassing als randvoorziening.



Figuur 8.3. Inrichtingsschets helofytenfilter Bergeyk.

8.4 Flexibele berging - kunststof zak

De eerste flexibele bergingszakken zijn toegepast in de landbouw voor de tijdelijke opslag van mest. Sinds de jaren tachtig worden deze kunststof zakken ook als randvoorziening uitgevoerd.

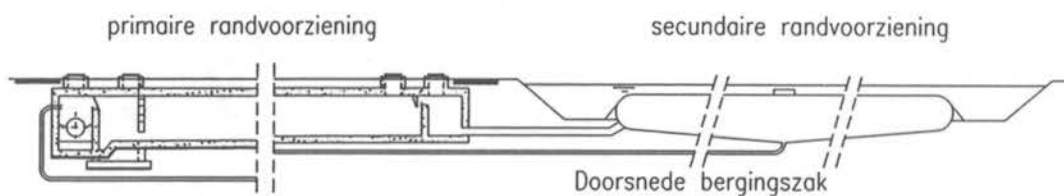
De kunststof zak wordt in een kuil aangelegd (zie figuur 8.5). Tijdens hevige neerslag raakt de zak gevuld met overstortwater uit de bergbezinkvoorziening. Middels ankers aan de bovenkant van de zak wordt de bergingsvoorziening op zijn plaats gehouden. Wanneer de zak gevuld is, stroomt het resterende overstortwater uit de bergbezinkvoorziening direct naar het oppervlakte-water.

Het ruimtegebruik van een zak is aanzienlijk. Alleen wanneer het in een bestaand water aangelegd wordt, is het ruimtebeslag nihil. De toepassing van een zak onder water werkt positief op het visuele vlak. Daarnaast wordt de levensduur verlengd tot circa 25 jaar. Een kunststof zak op maaiveld niveau gaat circa 10 jaar mee.

Net als alle andere typen randvoorzieningen kan de zak onder vrijverval of met behulp van een gemaal geleegd worden. Het schoonmaken van de zak is vooralsnog altijd met de hand gebeurd.

Momenteel wordt onderzocht wat een goede methode is voor het automatisch reinigen van de zakken: waarschijnlijk is het reinigen slechts zeer incidenteel nodig.

Als de flexibele zak niet wordt voorzien van een externe overstort, en zodoende feitelijk fungerend als retentiebasin, kan stankoverlast vrijwel volledig worden voorkomen omdat er nauwelijks uitwisseling tussen de inhoud van de zak en buitenatmosfeer plaatsvindt.



Figuur 8.5 Flexibele bergingszak

9 JURIDISCHE ASPECTEN

9.1 Inleiding

Bij de voorgenomen bouw van een bergbezinkvoorziening spelen publiekrechtelijke regelingen een rol, die van kracht zijn in het gebied waar de voorziening is geprojecteerd. Hieronder is een overzicht gegeven van aspecten en regelingen die bij de bouw van bassins het meest van belang zijn:

Lozing	Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO) Wet op de Waterhuishouding	Lozingsvergunning
Ruimtelijke ordening	Woningwet Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO)	Bouwvergunning Aanlegvergunning
Overlast Milieuwetten	Hinderwet Diverse vergunningen	
Eigendomsverhoudingen	Ontheffingswet	

In de wetten zijn regelingen opgenomen waarop vergunningverleningen geweigerd kunnen worden. Bij de aanvraag van een bouwvergunning kan een weigering plaatsvinden op grond van een verontreinigde bodem of archeologische vondsten. Dezelfde wetten bieden ook de mogelijkheid de weigering op te heffen middels bezwaren en een eventueel beroep. Door deze bezwaren kunnen ernstige vertragingen ontstaan bij het verkrijgen van de vereiste vergunningen.

Behalve de mogelijke vertragingen in de vergunningverlening moet ook rekening gehouden worden met de zogenaamde positieve fatale termijnen in de bouwwetgeving. Dit is een uitzondering op de gangbare negatief fatale termijn, zoals die in de Wet Milieubeheer gehanteerd wordt.

In relatie tot de genoemde wetten is de Wet Algemeen Bestuursrecht steeds van belang i.v.m. beroepsmogelijkheden, termijnen etc.

9.2 Lozingsvergunning (WVO)

Voor het direct lozen van verontreinigend water op oppervlaktewater is een vergunning nodig inzake de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO). Het water uit een berg(bezink)bassin valt in de categorie verontreinigd water. Deze vergunning wordt verleend door de waterkwaliteitsbeheerder van het betreffende oppervlaktewater.

Voor het kwantitatieve aspect van de lozing is een vergunning vereist van de waterkwaliteitsbeheerder van het betreffende oppervlaktewater. Deze vergunning vindt de basis in de Wet op de Waterhuishouding.

Daarnaast kan het zijn dat tijdens de bouwfase bronneringswater op het oppervlaktewater of de riolering geloosd wordt.

Voor dit type lozing zal overleg gevoerd moeten worden met de waterkwantiteits-, de waterkwaliteitsbeheerder en de Provincie.

9.3 **Bouwvergunning**

De Woningwet maakt in samenhang met de op de Wet Ruimtelijk Ordening (WRO) onderscheid in bouwwerken waarvoor een bouwvergunning nodig is, bouwwerken waarvoor een meldingsplicht van kracht is en in zogenaamde vrije bouwwerken.

Een bouwvergunning is in ieder geval nodig voor die bassins die aangemerkt kunnen worden als een bouwwerk in de zin van de Woningwet: elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, welke op de plaats van de bestemming, hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond.

Randvoorzieningen, uitgevoerd als een bak of tank van gewapend beton, moeten in het algemeen als bouwvergunningplichtige bouwwerken worden beschouwd. Het feit dat b.v. een bassin ondergronds is gelegen betekent niet dat daarmee de bouwvergunningplichtigheid vervalt.

Indien sprake is van een bassin waarvoor een bouwvergunningsplicht geldt, moet de vergunningaanvraag getoetst worden aan:

- de bouwverordening, waarin bepaalde technische eisen worden gesteld, waaraan de constructie moet voldoen;
- het bestemmingsplan, waarin regels zijn opgenomen voor de bouw.

De bouwvergunning wordt verleend door B & W.

Indien het bestemmingsplan een belemmering vormt voor de bouw van een bassin, voorziet de WRO in een procedure, op grond van artikel 19, welke aan B & W de bevoegdheid geeft vrijstelling te verlenen van de belemmerende bepalingen.

Indien de artikel 19 procedure niet haalbaar is, moet de normale procedure worden gevolgd die de WRO voorschrijft voor de herziening van het bestemmingsplan (d.w.z.: ter visie legging, bezwaren, vaststelling gemeenteraad, goedkeuring GS en eventueel beroep op de Kroon).

9.4 **Wet Milieubeheer**

In het algemeen is een vergunning nodig voor een inrichting die aan te merken is als installatie. Deze vergunningverplichting valt binnen het kader van de Wet Milieubeheer.

In geval van een berg(bezink)bassin betreft het de oprichting en/of aanpassing van een gemaal. Dit geldt niet voor een gemaal met een elektromotor van minder dan 1,5 kW of voor een verbrandingsmotor van minder dan 0,18 kW.

De Wet Milieubeheer vervangt de Hinderwet. Onder de Wet Milieubeheer valt het Besluit riool- of poldergemalen. Daarin worden riool- en poldergemalen vrijgesteld van de vergunningplicht, wanneer ze voldoen aan de criteria die in dit Besluit staan vermeld. Bij gemalen die onderdeel uitmaken van een randvoorziening, kan bijna altijd volstaan worden met een melding.

9.5 Overige regelingen

Zonder te pretenderen volledig te zijn, worden de regelingen genoemd die van belang kunnen zijn bij de bouw en het bedrijven van randvoorzieningen:

- Boswet (kappen van belangrijke houtopstanden);
- Waterstaatswetgeving (onder andere de Rivierenwet, indien buitendijks gewerkt wordt; Waterschapsverordeningen);
- Ontgrondingswet en Provinciale Ontgrondingsverordeningen (in het algemeen is een vergunning vereist voor een permanente afgraving over grotere oppervlakte en grotere diepte dan 50 à 75 cm);
- Grondwaterwet (regeling kwantiteit grondwater; bronbemaling bij aanleg, gebruik bronwater als spoelwater);
- Wet Bodembescherming (regeling kwaliteit bodem en grondwater; bodemafluiting bij "groene" berging)
- Provinciale Verordeningen bijvoorbeeld: grondwaterverordening, plassenverordening, landschapsverordening, verordening waterwingebieden, verordening waterkeringen;
- ARBO-wet (werken in besloten ruimten)
- Wet Milieubeheer: milieukaderwet, integrale vergunningverlening, coördinatie en procedurebeschrijving van de milieuwetgeving)
- Wet Verontreiniging Oppervlaktewater;
- Wet op de Waterhuishouding;
- Woningwet;
- Wet Ruimtelijke Ordening.
- Burgerlijk wetboek, bijvoorbeeld in zaken als eigendomsverhoudingen van (delen) van afvalwatersystemen en aansprakelijkheden.

LITERATUUR

Brabantse waterkwaliteitsbeheerders (1990)

Handleiding voor het ontwerpen van bergbezinkvoorzieningen.

Huisman, L. (1973)

Sedimentation and Flotation, Delft University of Technology, Delft, 1973

Ministerie van VROM: Leidraad riolering;

-Module B2200 Randvoorzieningen: bouwlocatie en type

-Module A1100 Doelen functionele eisen en maatstaven

-Module A2000 Juridische aspecten bij rioleringsactiviteiten

-Module C2100 Rioleringsberekeningen-hydraulisch functioneren

NEN-3300: Buitenriolering-Benamingen

NWRW (1987)

Thema 8.1: rendement randvoorziening bergbezinkbassin in Amerafoort.

NWRW (1989)

Thema 8.5: rioolstelsel met en zonder bergbezinkbassin.

Ristenpart, E. (1995)

Feststoffe in der Mischwasserkanalisation Vorkommen, Bewegung und Verschmutzungspotential.

Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz, ISSN 0933-60 60

SYMBOLENLIJST

A	: oppervlak	[m ²]
B	: breedte bergebezinkbassin	[m]
C	: Chézy-coëfficiënt	[m ^{0.5} /s]
L	: lengte	[m]
Fr ²	: gekwadrateerd Froudegetal	[-]
g	: zwaartekrachtversnelling	[m/s ²]
H	: waterdiepte bergbezinkbassin	[m]
H _h	: hydraulische diepte	[m]
I _e	: energieverhang	[-]
Q	: debiet	[m ³ /s]
ρ	: soortelijk massa	[kg/m ³]
R	: hydraulische straal	[m]
Re	: Reynoldsgetal	[-]
s	: bezinksnelheid	[m/s]
s ₀	: oppervlaktebelasting	[m/s]
τ	: schuifspanning	[N/m ²]
v ₀	: gemiddelde stroomsnelheid	[m/s]
ν	: viscositeit	[m ² /s]

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Afvalwater:	Alle water waarvan de houder zich-met het oog op de verwijdering daarvan-ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen. Afvloeiend regenwater wordt dus ook als afvalwater bestempeld.
Afvoercoëfficiënt:	Verhoudingsgetal dat aangeeft welk deel van het op het verhard oppervlak vallend hemelwater afstroomt naar de riolering.
AWZI:	AfvalWaterZuiveringsInrichting. Het totaal van de grond, gebouwen en apparatuur voor de zuivering van afvalwater.
Basisrioleringsplan (BRP):	Voor een WVO- of aansluitvergunningaanvraag opgesteld document (tekening, toelichting en berekeningen) met de huidige situatie van de riolering en de uit te voeren verbeteringsmaatregelen.
Bemalingsgebied:	Een rioleringsgebied waaruit het afvalwater door een gemaal wordt verwijderd.
Beheer van riolering:	Zorg voor het goed functioneren van de riolering tegen zo laag mogelijke jaarlijkse maatschappelijke lasten.
Benedendrempelberging:	Zie "statische berging"
Bergbezinkbassin:	Reservoir voor de tijdelijke opslag van afvalwater, waarin tevens slibafzetting plaatsvindt met een voorziening om het slib te kunnen verwijderen en waaruit overstortingen kunnen plaatsvinden.
Berging:	De inhoud van de riolering uitgedrukt in m ³ of mm/ha
Berging op straat:	Dat deel van de neerslag welke op het verhard oppervlak valt en niet tot afstroming naar het riool komt.
Bovendrempelberging:	Zie "dynamische berging".
DWA:	DroogWeerAfvoer. De hoeveelheid afvalwater die per tijds-eenheid in een droog-weersituatie via het rioolstelsel wordt afgevoerd.
Dynamische berging:	Het gedeelte van de berging dat zich boven het niveau van de laagste overstortdrempel en onder het straatoppervlak bevindt.
Eindoverstort:	Overstort gesitueerd op of nabij het centrale afvoerpunt (gemaal).
Gemengd rioolstelsel:	Rioolstelsel, waarbij afvalwater inclusief ingezamelde neerslag door 1 leidingstelsel wordt getransporteerd.
Gescheiden rioolstelsel:	Rioolstelsel, waarbij afvalwater exclusief neerslag door een leidingstelsel wordt getransporteerd en neerslag door een afzonderlijk leidingstelsel rechtstreeks naar oppervlaktewater wordt afgevoerd.
Gesloten bergbezinkbassin:	Bergbezinkbassin dat zowel aan de onder- als aan de bovenzijde gesloten is uitgevoerd.
Groen bergbezinkbassin:	zie "Open bergbezinkbassin".

HWA:	HemelWaterAfvoer c.q. de neerslag.
HWA-stelsel:	Leidingnet van een (verbeterd) gescheiden stelsel, dat dient voor de afvoer van neerslag vanaf verhard oppervlak.
Interne overstort:	Rioolput voorzien van een overstortdrempel die loost binnen het in beschouwing genomen rioolstelsel.
Mechanische riolering:	Rioleringssysteem waarbij door onderdruk (vacuumriolering) of overdruk (drukriolering) in de afvoer van afvalwater wordt voorzien.
Noodoverlaat (nooduitlaat):	Constructie voor de lozing van afvalwater op het oppervlaktewater bij calamiteiten.
NPR 3220:	Nederlandse Praktijk Richtlijn nr. 3220. Leidraad voor het planmatig rioolbeheer.
NWRW:	Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit.
Onderhoud:	Het handhaven van het goed functioneren van de riolering.
Onderdrempelberging:	Het gedeelte van de berging dat zich beneden het niveau van de laagste overstortdrempel bevindt.
Open bergbezinkbassin:	Verdiept of omdijkt stuk land t.b.v. berging en bezinking van verdund rioolwater, voorzien van een afscheidende laag in de bodem ter voorkoming van infiltratie naar het grondwater.
Oppervlaktewater:	Een, anders dan louter incidenteel aanwezige, aan het aardoppervlak en aan de open lucht grenzende watermassa (met inbegrip van een bedding waarin zodanige watermassa al dan niet bij voortduring voorkomt), tenzij daarin als gevolg van rechtmatig gebruik ten behoeve van een specifiek doel geen normaal samenhangend geheel van levende organismen en een nietlevende omgeving (ecosysteem) aanwezig is, dan wel het een ter berging van afval gegraven bekken betreft waarin slechts in een overgangsfase water aanwezig is en zich nog geen normaal ecosysteem heeft ontwikkeld.
Overstort(put):	Rioolput voorzien van een overstortdrempel.
Overstortingsfrequentie:	Het totaal aantal overstortingen in de beschouwde periode gedeeld door de beschouwde periode in jaren.
Pompoevercapaciteit (POC):	Het deel van de pompcapaciteit dat beschikbaar is voor de regenwaterafvoer.
Randvoorzieningen:	Vloeistofdichte voorziening als onderdeel van het rioolstelsel, die als doel heeft de lozing van vuil uit het rioolstelsel op oppervlaktewater te verminderen.
Renovatie:	Herstel van het oorspronkelijke functioneren, waarbij een ingrijpende toestandswijziging wordt doorgevoerd, evenaren technische staat van nieuwaanleg.
Retentiebassin:	Reservoir voor de tijdelijke opslag van afvalwater, ter regeling van de afvoerhoeveelheid.

Rioleringsgebied:	Gebied waarbinnen het afvalwater en voorzover noodzakelijk de neerslag, wordt afgevoerd via een rioolstelsel.
Rioleringsbeheerplan (RBP):	Integraal rioleringsplan van een gemeente of kern, behandelende een inventarisatie van de riolering en het functioneren daarvan, een aanduiding van ouderdom en levensduurverwachting, de wijze waarop het stelsel wordt beheerd en onderhouden, en een overzicht van de kostenconsequenties.
RWA:	RegenWaterAfvoer, het totale debiet bij regen, dus inclusief het de DWA.
Statische berging:	Zie "onderdrempelberging".
Stuwconstructie:	Inrichting, die bij neerslag de afstroming van water uit een bovenliggend gebied vertraagd.
Verbeterd gescheiden stelsel:	Gescheiden rioolstelsel waarbij middels een koppeling tussen beide buisnetten wordt bewerkstelligd, dan een beperkt deel van de neerslag via het vuilwaterriool wordt afgevoerd.
Verhard oppervlak:	Alle verharde oppervlakken (wegen, daken, parkeerterreinen, etc.) vanwaar het regen-water wordt afgevoerd naar de riolering.
W.V.O.:	Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (incl. de uitvoeringsbesluiten; AMvB's).

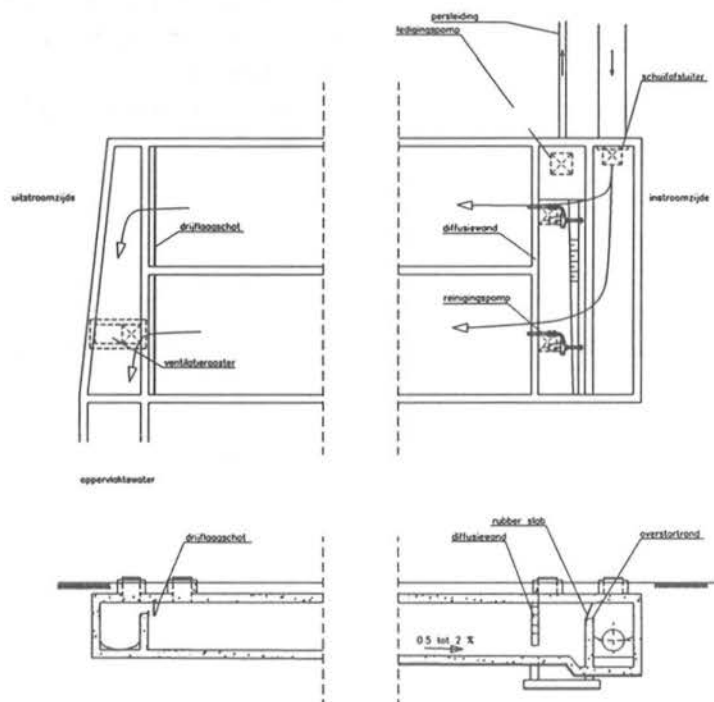
BIJLAGE 1 : ONTWERP VAN GESLOTEN BERGBEZINKVOORZIENINGEN

1.1 Inleiding

Het vuilafscheidend rendement van een bergbezinkbassin berust op twee effecten: het bergingseffect (er stort minder water over) en het bezinkingseffect. Voor het bergingseffect worden geen speciale eisen gesteld aan de vormgeving van het bassin. De enige randvoorwaarde bestaat uit de eis dat het bassin na afloop van de bui ongehinderd moet kunnen leeglopen en schoongemaakt kan worden. Het bezinkingsrendement stelt wel eisen aan de vormgeving van het bassin. In deze bijlage wordt de theorie over het hydraulisch ontwerpen van bergbezinkbassins nader uitgewerkt.

1.2 Hydraulisch ontwerp

Indien wordt uitgegaan van een rechthoekig bassin (zie figuur 1.1) dan zijn 3 zones te onderscheiden: de inlaatzone, de bezinkzone en de uitlaatzone. Alleen de bezinkzone is effectief ten aanzien van het bezinkingseffect.

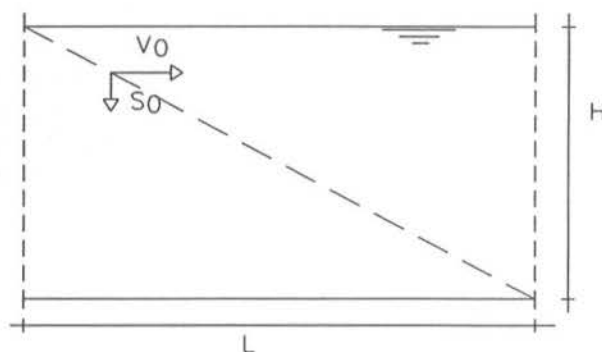


Figuur 1.1

Rechthoekig bergbezinkbassin

Onder geïdealiseerde omstandigheden kan de werking van de bezinkzone als volgt worden beschreven (zie figuur 1.2):

geen turbulentie, geen kortsluitstromen, homogene concentratieverdeling over de verticaal in de instroomzone en geen coagulatie.



Figuur 1.2 Werking bezinkzone

Een deeltje met een bezinksnelheid s_0 dat aan het wateroppervlak is bij binnenkomst bereikt gedurende de doorlooptijd T net de bodem van het bassin. Alle deeltjes met deze, of een hogere valsnelheid zullen worden afgescheiden.

Indien p_0 de fractie is van de deeltjes met een bezinksnelheid groter of gelijk aan s_0 dan is het totale verwijderingsrendement gelijk aan:

$$r = p_0 + \int_{p_0}^1 \frac{s}{s_0} dp$$

(Het is wel noodzakelijk de verdeling van de bezinksnelheden van de inkomende deeltjes te kennen.)

Het bezinkingseffect is afhankelijk van de verdeling van de bezinksnelheden van de aangeboden deeltjes en de stroomsnelheid van het water in het bassin.

Uit figuur 1.2 volgt:

$$\frac{s_0}{v_0} = \frac{H}{L}$$

Omdat geldt

$$v_0 = \frac{Q}{B \cdot H}$$

wordt dit:

waarin A staat voor grondoppervlak van de bezinkzone.

$$s_0 = \frac{Q}{B \cdot L} = \frac{Q}{A}$$

Uit deze relatie volgt dat voor het bezinkingseffect de verhouding tussen debiet en grondoppervlak van de bezinkzone maatgevend is. Verblijftijd en waterdiepte hebben, onder de geïdealiseerde omstandigheden, geen invloed op het bezinkingseffect. Ook de vorm van de bezinkzone heeft onder de aangenomen omstandigheden geen invloed op het bezinkingseffect.

Reductie door turbulentie

Uiteraard gelden de geïdealiseerde omstandigheden niet in de praktijk. De meest belangrijke afwijking wordt gevormd door het turbulente karakter van de waterstroom. In de praktijk is vrijwel altijd sprake van een turbulente stroming. De turbulentie veroorzaakt afwijkingen van de lineaire bezinktrajectorieën, zoals deze onder geïdealiseerde omstandigheden zijn aangenomen (zie figuur 1.2).

Een maat voor de turbulentie is het Reynoldsgetal (verhouding massakrachten en viskeuze krachten):

$$Re = v_0 \cdot \frac{R}{\nu}$$

Waarin:

v_0	gemiddelde stroomsnelheid	[m/s]
ν	viscositeit	[$1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$]
R	hydraulische straal	[m]

De hydraulische straal is de verhouding tussen het oppervlak en de natte omtrek van de stroomvoerende doorsnede:

$$R = \frac{B \cdot H}{(B + 2H)}$$

Laminaire stroming (waarbij vrijwel lineaire bezinktrajectorieën optreden) treedt op bij Reynoldsgetallen kleiner dan ongeveer 2000. Bij de gegeven waarde van de viscositeit wil dit zeggen:

$$Q < 2,62 \cdot 10^{-3} \cdot (B + 2H)$$

Dit impliceert brede, diepe bassins.

Met de relatie:

$$s_0 = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{B \cdot L}$$

kan worden afgeleid dat:

$$s_0 < 2,62 * 10^{-3} * \frac{(B + 2H)}{(B * L)}$$

Over het algemeen zijn het debiet en de oppervlaktebelasting bekend. Hieruit is dan A te bepalen. Door de keuze van B, L en H wordt een vorm van de bezinkzone gekozen. Dit alles onder de aanname dat het bezonken materiaal na elk gebruik van de voorziening verwijderd wordt. Het volume ingenomen door het bezonken materiaal kan bij dit uitgangspunt worden verwaarloosd.

Indien niet aan de gestelde eisen wordt voldaan, treedt een reductie van het bezinkingseffect op.

Reductie t.g.v. kortsluitstromen

In bezinkbassins komen instabiliteiten in de stroming voor. Neervorming, dichtheidsverschillen etc. zijn hiervan de oorzaak. Door deze effecten geldt niet langer de aanname dat de snelheidsverdeling uniform is over de hoofdstromingsrichting, met als gevolg een afname van het bezinkingseffect. Het is praktisch niet mogelijk instabiliteiten in de waterstroom te voorkomen. Echter door het kiezen van goede verhoudingen in de afmetingen van het bassin, kan de stabiliteit van de stroming worden vergroot. Het getal van Froude (verhouding tussen massa-krachten en zwaartekracht) is hiervoor een goede maat:

$$Fr^2 = \frac{v_0^2}{(g * H_h)}$$

met H_h = hydraulische diepte (in dit geval $H_h = B * H / B = H$)

Met de bekende relatie:

$$v_0 = \frac{Q}{(B * H)}$$

kan het Froudegetal worden uitgedrukt als:

$$Fr^2 = \frac{Q^2}{(g * B^2 * H^3)}$$

Het Froudegetal wordt dus hoger bij toenemende waarde voor het debiet of bij afnemende waarden voor de breedte of diepte.

Teneinde een redelijke stabiliteit van de stroming te verkrijgen, wordt in het algemeen aangeraden uit te gaan van Fr^2 boven een waarde van 10^{-5} .

Hogere waarden van het Froudegetal geven een nog betere stabiliteit. Men moet echter in de gaten houden dat bij hoge Froudegetallen de kans ontstaat op resuspensie van reeds bezonken materiaal.

Dimensionering bezinkzone

Voor het ontwerpen van een bezinkzone dienen zowel het debiet als de bezinkkarakteristiek van het materiaal bekend te zijn. De bezinkkarakteristiek kan alleen door metingen over langere perioden worden vastgesteld. In de praktijk wordt veelal uitgegaan van een waarde voor de bezinksnelheid van 10 m/h (= oppervlaktebelasting). Op basis van een gewenst verwijderingsrendement kan een oppervlaktebelasting worden gekozen.

Met de aldus bepaalde oppervlaktebelasting en het bekende debiet, kan het grondoppervlak (A) van de bezinkzone worden vastgesteld. Vervolgens worden de diepte, de breedte en de lengte van de bak moeten worden vastgesteld aan de hand van de te stellen voorwaarden aan Reynolds- en Froudegetallen.

De gestelde voorwaarden zijn:

$$Re < 2000$$

en

$$Fr^2 > 10^{-5}$$

De verhouding L/B wordt gekozen tussen de waarden van 5 en 8. Door proberen van verschillende waarden voor de diepte en toetsing van de waarden van Reynolds- en Froudegetal wordt getracht een ontwerp te maken dat zo goed mogelijk aan alle eisen voldoet.

In bepaalde gevallen kan aan beide condities worden voldaan. Dit resulteert echter als regel in zeer merkwaardige bassinvormen (lang, smal en heel diep of kort, zeer breed en ondiep) welke om economische redenen of planologische inpasbaarheid dienen te worden verworpen. (Opmerking: in de praktijk zal aan de Reynolds voorwaarde vrijwel nooit kunnen worden voldaan. Daarom wordt vaak een hoger getal geaccepteerd. Een veel gehanteerde waarde is 100.000. Hiermee wordt impliciet een grens gesteld aan de mate van turbulentie van de hoofdstroming.)

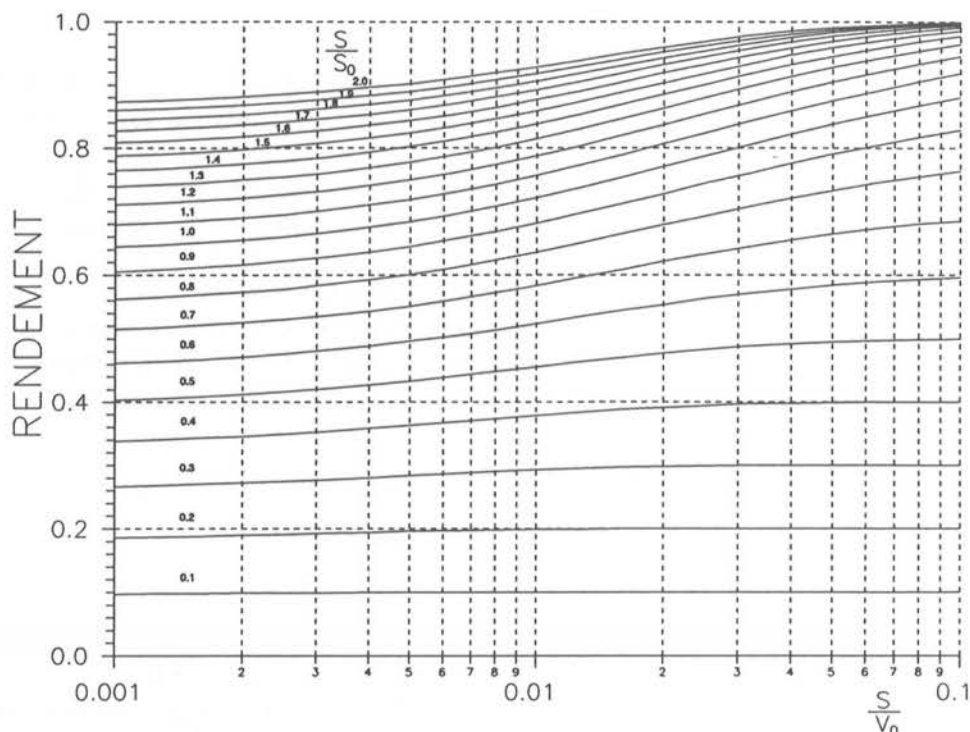
De gemiddelde doorstroomsnelheid v_0 wordt nu bepaald uit :

$$v_0 = \frac{Q}{(B \cdot H)}$$

In de grafiek van Camp (figuur 1.3) wordt afgelezen of bij de nu bekende verhouding van s/v_0 het gewenste rendement wordt bereikt. Door kleine wijzigingen aan te brengen in de verhoudingen tussen breedte en diepte wordt uiteindelijk het gewenste rendement bereikt.

Deze berekening gaat alleen op indien het debiet constant is en er slechts één bezinksnelheid optreedt. In de praktijk zullen echter sterk in de tijd variërende debieten optreden en zal de bezinksnelheid van de vaste deeltjes een spectrum aan waarden vertonen. Deze laatste moeilijkheid is in de berekeningen vrij eenvoudig op te nemen.

Stel dat een bezinkkarakteristiek bekend is (zie figuur 1.4), dan kan door de hiervoor geschetste berekening voor een aantal fracties uit te voeren een vrij goede schatting van het rendement worden gegeven. Het probleem van de sterk variërende debieten is echter in de berekeningen nauwelijks eenvoudig op te nemen.

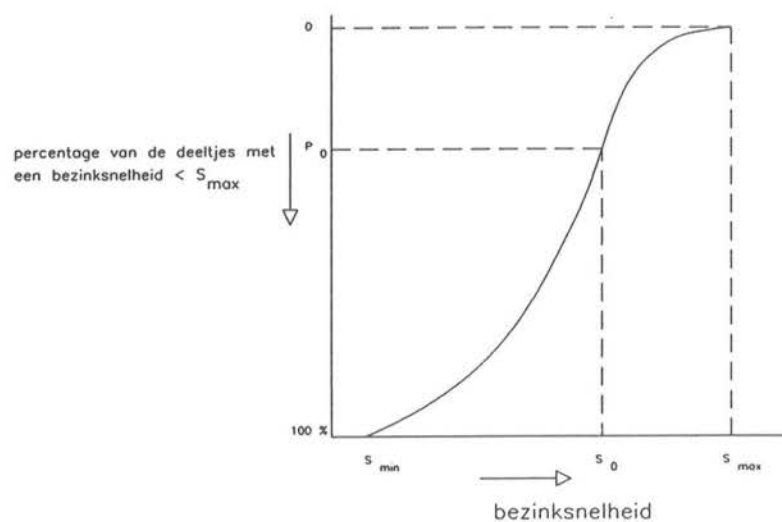


figuur 1.3: Camp-grafiek

Immers door sterke variaties in de tijd treden vertragingseffecten in het stroombeeld op welke niet met eenvoudige berekeningen zijn te kwantificeren. Het feit dat het verloop van het inkomende debiet in het geval van een aan de riolering gekoppeld bergbezinkbassin niet exact te voorspellen is, kunnen geen goede voorspellingen worden gegeven van het bezinkingsrendement. Bovendien zijn als regel geen betrouwbare gegevens ten aanzien van de bezinkarakteristiek bekend in het geval van een ontwerp voor een bergbezinkbassin. Ondanks het bovenstaande kunnen toch deugdelijke ontwerpen worden gemaakt.

De oppervlaktebelasting wordt in de praktijk meestal gekozen tussen waarden van 5 à 10 m/h. In de Camp-grafiek is de invloed van een variatie van de optredende oppervlaktebelasting te zien. De verhouding s/s_0 heeft de waarde 1.0 als de optredende oppervlaktebelasting gelijk is aan de ontwerpwaarde. In de grafiek is te zien dat bij overschrijding van de ontwerpwaarde (verhoudingswaarde < 1.0) er een reductie van het rendement optreedt. Deze reductie is nog afhankelijk van de turbulentiegraad in het bassin.

Indien de optredende oppervlaktebelasting duidelijk lager is dan de ontwerpwaarde, kan een hoger rendement worden bereikt. Ook deze toename is weer afhankelijk van de turbulentiegraad in het bassin.



Figuur 1.4 De bezinkbare fractie

BIJLAGE 2 : BEREKENINGSVOORBEELD BERGBEZINKBASSIN**2.1 Dimensionering bezinkzone**

Voor een gebied met 50 ha verhard oppervlak dient een bergbezinkbassin te worden ontworpen.

Er wordt uitgegaan van een ontwerpregenintensiteit van 35 l/s.ha.

De hydraulische ontwerpbelasting van het BBB wordt derhalve:

$$Q = 50 \cdot 0,035 = 1,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

(de pompovercapaciteit van 0.7 mm/h = 0.1 m³/h is hierbij verwaarloosd)

Als oppervlaktebelasting wordt gekozen: 10 m/h

Uitgegaan wordt van een lengte/breedte verhouding bezinkzone van ca. 8.

De breedte is nu uit te rekenen:

Oppervlaktebelasting

$$10 \text{ m/h} = \frac{Q}{L \cdot B} = \frac{Q}{8 \cdot B^2}$$

Na omrekenen wordt dit:

$$B = (1,75 \cdot \frac{3600}{80})^{0,5} \rightarrow B = 8,87 \text{ m}$$

neem uit praktisch oogpunt B = 9 m

De lengte wordt nu:

$$8 \cdot B = 72 \text{ m}$$

Uit praktisch oogpunt wordt een lengte van 70 m gehanteerd.

Neem voor de gemiddelde diepte aan:

$$H = 2,0 \text{ m}$$

Bij een drempellengte van 9 m en een overlaatcoëfficiënt van 1.4 wordt de dikte van de overstortende straal:

$$h = \frac{Q}{mB} = \frac{1,75}{1,4 \cdot 9} = 0,27 \text{ m}$$

De gemiddelde stroomsnelheid bij het ontwerpdebiet wordt:

$$v_0 = \frac{Q}{B \cdot H} \rightarrow v_0 = \frac{1.75}{9 \cdot 2.27} = 0.086 \text{ m/s}$$

De hydraulische straal van het BBB is:

Hiermee wordt het Reynoldsgetal:

$$Re = \frac{v_0 \cdot R}{\nu} = \frac{0.086 \cdot 1.509}{1.31 \cdot 10^{-6}} = 99.000$$

De stroming is dus turbulent

De hydraulische diepte is gelijk aan de bassindiepte $H_h = H$

Het gekwadrateerde Froudegetal wordt nu:

$$Fr^2 = \frac{v_0}{(g \cdot H_h)} = 3,9 \cdot 10^{-4}$$

De stroming is voldoende stabiel

De bezinkzone van het BBB heeft een inhoud van: $70 \cdot 9 \cdot 2 = 1260 \text{ m}^3$

Betrokken op het verharde oppervlak van 50 ha komt dit overeen met 2.52 mm hetgeen (gezien de eis van minimaal 2 mm) ruim voldoende is, bovendien komt er nog berging bij in de vorm van in en uitloopzone.

Controle op optredende schuifspanning:

Er wordt uitgegaan van een equivalente zandruwheid van 1 mm.

De Chézy waarde wordt nu:

$$C = 18 \log \frac{12R}{k_n} = 18 \log \frac{12 \cdot 1.508}{0.001} = 76.64$$

Het energieverhang is dan:

$$i_e = \frac{v_0^2}{C^2 R} = \frac{0.086^2}{76.64^2 \cdot 1.508} = 8.35 \cdot 10^{-7}$$

De schuifspanning wordt dan:

$$\tau = \rho g R i_e = 9813 \cdot 1.508 \cdot 8.35 \cdot 10^{-7} = 1.24 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}^2$$

2.2 Beoordeling rendement

2.2.1 Bezinkingsrendement

Gezien het feit dat de bezinksnelheden van het aangeboden materiaal niet bekend zijn en dynamische effecten niet in rekening worden gebracht, zal een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd ten aanzien van het bezinkingsrendement.

De in beschouwing te nemen parameters zijn:

- bezinksnelheid : s
- oppervlaktebelasting : s_0
- gemiddelde stroomsnelheid : v_0

a: regenintensiteit = 35 l/s.ha:

$$s = s_0 = 10 \text{ m/h} = 2.78 \text{ mm/s}$$

$$v_0 = 0,086 \text{ m/s}$$

Uit de Campgrafiek (figuur 1.3) is nu af te lezen dat het theoretisch verwijderingsrendement ca. 82 % bedraagt.

$$Fr^2 = 3.8 \cdot 10^{-4}$$

$$Re = 99000$$

b: bij regenintensiteit = 60 l/s.ha:

$$s = 10 \text{ m/h} = 2.78 \text{ mm/s}$$

$$s_0 = 17.14 \text{ m/h} = 4,76 \text{ mm/s}$$

$$v_0 = 0,148 \text{ m/s}$$

het rendement wordt nu: 53 %

$$Fr^2 = 6.6 \cdot 10^{-4}$$

$$Re = 170000$$

c: bij afname van de bezinksnelheid met een factor 3, in de ontwerpsituatie bij een regenintensiteit van 35 l/s.ha (aanvoer slechter bezinkbaar materiaal):

$$s = 10/3 \text{ m/h} = 0,926 \text{ mm/s}$$

$$s_0 = 10 \text{ m/h} = 2,78 \text{ mm/s}$$

$$v_0 = 0,086 \text{ m/s}$$

het rendement wordt nu: 34 %

$$Fr^2 = 3.8 \cdot 10^{-4}$$

$$Re = 99000$$

d: bij lage belasting (regenintensiteit = 6.67 l/s.ha)

$$s = 10 \text{ m/h} = 2.78 \text{ mm/s}$$

$$s_0 = 1.90 \text{ m/h} = 0.529 \text{ mm/s}$$

$$v_0 = 0.0165 \text{ m/s}$$

Het rendement nadert nu tot 100 %

$$Fr^2 = 1.5 \cdot 10^{-5}$$

$$Re = 19000$$

Samenvattend:

situatie	rendement [%]	$Fr^2 \cdot 10^{-4}$	Re
ontwerp	82	3.8	99000
b	53	6.6	170000
c	34	3.8	99000
d	100	0.15	19000

Opmerkingen.

Uit de gemaakte berekeningen is uitsluitend de werking van het ontwerp te beoordelen. De opgegeven verwijderingsrendementen, betrokken op het instromende water, gelden alleen onder geïdealiseerde stationaire stromingscondities. De bovenstaande rendementen hebben derhalve slechts een indicatieve waarde.

Het ontworpen bassin blijkt redelijk te voldoen aan de eisen. Het aangegeven rendement bij situatie "d" is geflatteerd, omdat bij zeer lage belastingen de stroming instabiel kan worden waardoor het rendement sterk terugloopt.

Bij het beoordelen van de ontwerpen zal steeds moeten worden gekeken naar het gedrag bij over- en onderbelasting. Een correct ontworpen BBB mag slechts een vrij geringe gevoeligheid vertonen voor wijzigingen in de hydraulische condities. Dit blijkt uit het feit dat in het voorbeeld de stroming steeds stabiel blijft ($Froude > 10^{-5}$) en het rendement bij over- en onderbelasting met een factor 3 betrekkelijk weinig varieert.

Wel is het rendement erg gevoelig voor het aanbod van bezinkbaar materiaal met een lagere bezinksnelheid dan de ontwerppoppervlaktebelasting. Daarom is de keuze van een hoge oppervlaktebelasting (groter dan 10 m/h) te ontraden.

In het voorbeeld is slechts één dimensioneringmogelijkheid uitgewerkt. Variatie van de dimensies blijft mogelijk. Zo kan bijvoorbeeld in plaats van een lengte/breedte verhouding van 8 een ontwerp worden gemaakt met een verhouding van 6. Er ontstaat een bassin met de afmetingen van $B = 10$ m, $L = 60$ m en een diepte van 2 m. Ook dit bassin voldoet aan de te stellen eisen.

Bij het ontwerp zullen steeds verschillende dimensies moeten worden uitgetoetst om te komen tot afmetingen die zowel aan hydraulische eisen voldoen als aan eisen in verband met de inpasbaarheid (externe factoren).

Resuspensie van bezonken materiaal is niet aan de orde geweest. De ervaring leert dat dit aspect in de praktijk geen problemen oplevert, indien het BBB juist is gedimensioneerd.

BIJLAGE 3 : BEREKENINGSVOORBEELD BERGBEZINKRIOOL**Dimensionering BBL**

Voor een gebied met 7.5 ha verhard oppervlak dient een bergbezinkriool te worden ontworpen. Er wordt uitgegaan van een ontwerpregenintensiteit van 50 l/s.ha.

De hydraulische ontwerpbelasting van het BBL wordt derhalve:

$$Q = 7.5 * 0.05 = 0.375 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berekening schuifspaning:

$$\tau = \rho g R i_e$$

waarin:

- $t =$ schuifspanning in N/m^2
 $\rho =$ dichtheid van de vloeistof = 1000 kg/m^3
 $g =$ versnelling zwaartekracht = 9.813 m/s^2
 $R =$ hydraulische straal in m'
 $i_e =$ energieverhang

$$i_e = \frac{Q^2}{C^2 R A^2}$$

en

$$C = 18 \log \frac{12R}{k_n}$$

met een equivalente zandruwheid van de buiswand van $k_n = 0.001 \text{ m}$

Met deze drie formules is bij het gegeven debiet en een keuze voor de diameter de schuifspanning te berekenen. De keuze voor de diameter kan in eerste instantie worden uitgegaan van de noodzakelijke berging:

$$V = L * 0.25 \pi D^2, \text{ met } L = 50 * D \text{ wordt dat } V = 12.5 * \pi * D^3$$

Uitwerken levert:

$$D = \left(\frac{75}{12.5 * \pi} \right)^{\frac{1}{3}} = 1.24 \text{ m}$$

Om praktische redenen wordt een diameter van 1.25 m gekozen: de optredende schuifspanning wordt dan bepaald via:

$$C = 18 \log \frac{12 * 0.3125}{0.001} = 64.43 m^{0.5}/s$$

$$i_e = \frac{0.375^2}{64.43^2 * 0.3125 * (0.25 * \pi * 1.25^2)^2} = 7.19 * 10^{-5}$$

$$\tau = \rho g R i_e = 9813 * 0.3125 * 7.19 * 10^{-5} = 0.22 N/m^2$$

De optredende schuifspanning blijft beneden de gestelde bovengrens van 0.25 N/m².

Door het ontwerpuitsgangspunt te relateren aan de noodzakelijke berging van 2 mm en de lengte/diameterverhouding 50 wordt automatisch voldaan aan de overige gestelde randvoorwaarden.