

Toepassing van kokerafscheiders in bergbezinktanks

ROB VELDKAMP, TU DELFT

In het kader van de basisinspanning waaraan rioolstelsels moeten voldoen, moet de vuilemissie via overstortingen op het oppervlaktewater worden teruggedrongen. Eén van de ter beschikking staande mogelijkheden is het plaatsen van bergbezinktanks. In de gemeente Limmen is een grote bergbezinktank gebouwd die is onderverdeeld in twee volkomen identieke compartimenten. Eén van de compartimenten is voorzien van een opwaarts doorstroomde kokerafscheider. Lamellen in de vorm van plaat- of kokerafscheiders worden veelvuldig gebruikt in de drink- en afvalwaterzuivering, maar zijn tot op heden nog niet toegepast in Nederland voor regenwaterbehandeling. De praktijkproef in Limmen moet uitwijzen of het inbouwen van kokerafscheiders in bergbezinktanks een extra reductie van de vuiluitworp teweegbrengt. Tot het moment van de totstandkoming van dit artikel hebben zeven overstortingen plaatsgevonden.

Het plaatsen van lamellen in een bergbezinktank kan het effect van bezinking aanmerkelijk vergroten. Lamellen kunnen worden ingezet bij bestaande tanks met een te grote vuilemissie. Mogelijk zijn lamellen ook interessant voor nieuwe tanks op locaties waar de ruimte beperkt is, zodat met een kleinere tank toch een voldoende emissiereductie bereikt wordt. De afweging die daartoe moet worden gemaakt is of het verhogen van het rendement door bezinking opweegt tegen het lagere rendement door berging. Bij optimalisatiestudies blijkt de oppervlaktebelasting in bergbezinktanks vaak kritisch te zijn. Door het effect van bezinking te vergroten kan de oppervlaktebelasting worden verhoogd. De verwachting is dat in de toekomst lamellen op meerdere plaatsen zullen worden toegepast. Het doel van het onderzoek is na te gaan in hoeverre plaatsing van een lamellenpakket de vuilemissie van een bergbezinkvoorziening kan reduceren.

De meetlocatie

De bergbezinktank is onderdeel van het gemengd rioolstelsel van Limmen met een afvoerend oppervlak van 44,7 ha en een onderdrempelberging van 6,7 mm. De berging in de tank is 4,7 mm. De tank is geïntegreerd met het rioolgemaal met een pompovercapaciteit van 0,36 m³ per uur. Elk compartiment is 67 meter lang, 5 meter breed en 3 meter diep. De inhoud van de tank inclusief het gemaal is 2100 m³.

Vanuit het gemaal stroomt het water via een interne overstort naar het bezinkingsgedeelte. Het uitstromende water van beide compartimenten wordt verzameld in een effluentleiding die uitmondt in het oppervlaktewater vlak naast de tank. Beide externe overstorten zijn voorzien van een scherpkantige plaat over de hele breedte van de tank die fungeert als meetschot ter bepaling van de hoogte van de overstortende straal. Met behulp van een afvoerformule voor scherpkantige rechthoeki-

ge overlaten kan uit de overstorthoogte het effluentdebiet worden berekend. De afvoerformule is bepaald door middel van een kalibratie van de overstort¹⁾. Aan het kunnen berekenen van het juiste debiet wordt veel waarde gehecht omdat de berekening van het rendement is gebaseerd op de in- en uitgaande vuilvrachten. De kokerafscheider is over de hele breedte in het achterste gedeelte van de tank aangebracht. Er is gekozen voor het type Tubedek FS41.50, uitgevoerd in polypropyleen. Het geheel is samengesteld uit modules van 1 bij 1,5 meter. Dit type afscheider heeft een V-vormig kokerprofiel, 130 mm breed en 44 mm hoog. Een dergelijk profiel heeft gunstige hydraulische eigenschappen, onder andere een kleine hydraulische straal.

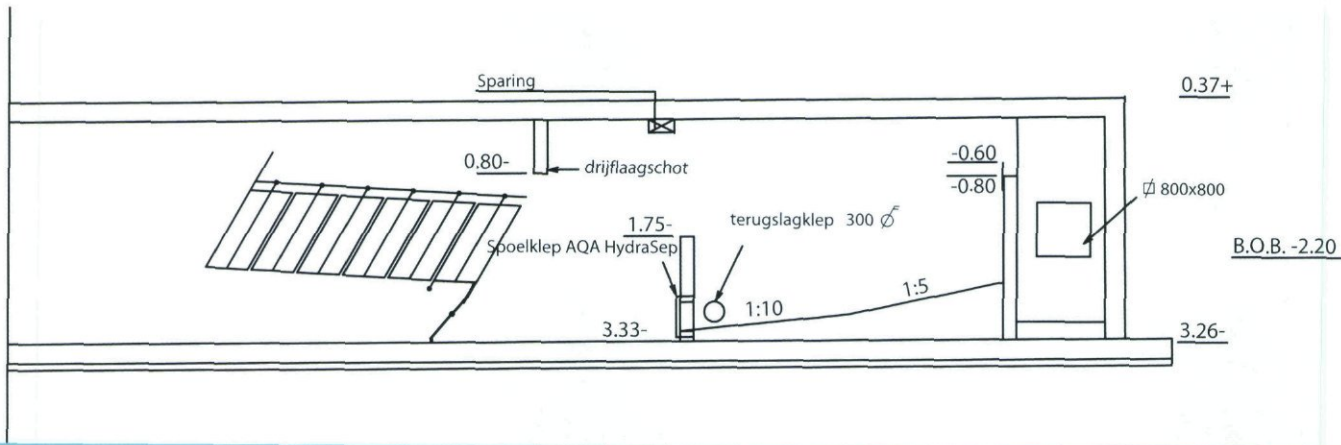
De kokerafscheiders zijn scharnierend opgehangen. Bij lediging van de tank draaien de modules in een verticale positie, wat extra zekerheid geeft voor het afvoeren van bezonken slib. Bij een volledig gevuld bassin zorgen drijflichamen voor het opdrijven van de modules tot een hoek van 60°. Het achterste pakket van de kokerafscheider is uitgerust met een plaatstalen schot over de hele breedte van de tank. Zolang de tank leeg is staat het schot in een verticale stand en sluit de doorgang tussen kokerafscheider en tankbodem volledig af om op die manier het water door de afscheider te forceren (zie foto). Het schot klapt bij lediging weg, zodat de vloedgolf van het spoelsysteem vrije doorgang heeft en al het gesedimenteerde slib af kan voeren. De stand van de kokerafscheider en het schot wordt gecontroleerd met behulp van de vlotterschakelaars.

De meetopstelling

De volgende parameters worden gemeten:

De kokerafscheider na montage in een nog lege tank.





Afb. 1: Langsdoorsnede over de achterzijde van de tank met een gekantelde kokerafscheider.

neerslag, waterniveau in de tank, waterniveau boven de externe overstortrand, troebelheid, CZV en zwevende stofgehalte van aan- en afvoer.

Aan de instroomzijde is op de tankbodem een niveaumeter geplaatst om tijdens het vullen de waterhoogte te meten. Uit de stijging van de waterspiegel wordt het toevoerdebiet berekend tot het moment dat de tank begint over te storten. Vanaf dat moment wordt het toevoerdebiet bepaald door de som van de beide externe overstortingsdebieten. De andere niveaumeters meten het waterniveau boven de kruin van de externe overstortdrempels. Met behulp van een gekalibreerde afvoerformule kunnen uit de overstorthoogtes de debieten worden berekend: $Q=1,68 B h^{1,4322}$.

Uit andere onderzoeken bleek dat de variaties van vuilparameters vooral aan het begin van een bui groot zijn, mede als gevolg van de zogeheten first foul flush²⁾. Daarom is besloten om naast het nemen van monsters continu de troebelheid te meten van het binnenkomende en overstortende water. De waterstanden en de troebelheidsmetingen worden elke vijf minuten opgeslagen in een datalogger.

Beide compartimenten worden met hetzelfde water gevoed. Er wordt bemonsterd in de gemeenschappelijke toevoer en vlak voor de overstortdrempels. De bemonstering vindt plaats na het passeren van een ingeprogrammeerde reeks volumes: 100 - 300 - 500 - 1000 - 1500 - 2000 - 2500 - 3000 - 4000 - enz. De tijdstippen van de monstername worden in de datalogger vastgelegd.

Het rendement

Vanwege de grote inhoud van de tank valt te verwachten dat het rendement hoog zal zijn, ongeacht of een compartiment wel of niet voorzien is van een kokerafscheider. Die verwachting is gebaseerd op de veronderstelling dat het merendeel van de bezinkbare stoffen al in de voorste helft van de tank tot bezinking komt en dat de achterste helft nauwelijks bijdraagt aan de verwijdering van de bezinkbare

stoffen. Alleen voor zeer zware buien, met als gevolg een hoge oppervlaktebelasting van de bergbezinktank, zal de capaciteit van de hele tank worden aangesproken en ook de kokerafscheider een daadwerkelijke bijdrage leveren aan het rendement. Het directe gevolg is dat voor normale buien de bijdrage van de kokerafscheider aan het rendement betrekkelijk gering zal zijn.

Het rendement is berekend op basis van de continue troebelheidsmetingen door het berekenen van de in- en uitgaande vrachten aan troebelheid. Daartoe wordt de troebelheid beschouwd als een vervuilingsparameter als

ware het een concentratie zoals CZV of zwevende stof. De vuilvracht wordt berekend door vermenigvuldiging van de troebelheid met het volume water waarop die troebelheid betrekking heeft: $T\text{-vracht} = NTU \times \text{volume}$.

De resultaten van de vrachtberekeningen en de daaruit afgeleide rendementen staan in tabel 1.

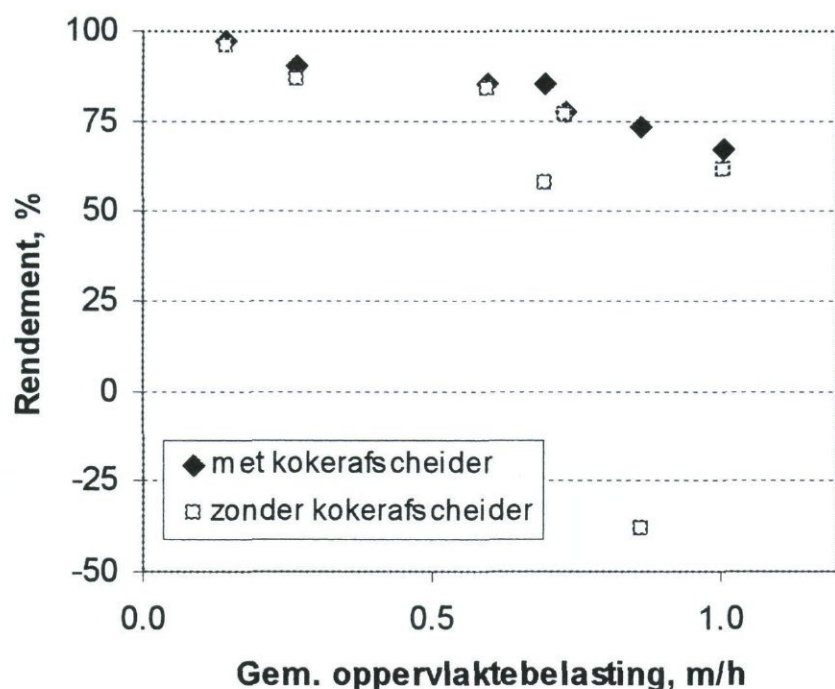
De eerder uitgesproken verwachting dat de rendementen voor normale buien hoog zullen zijn, wordt bevestigd door de resultaten, want alle rendementen voor het compartiment met kokerafscheider liggen boven 67 procent. Voor vijf van de zeven overstortingen

Tabel 1: Rendement op basis van vuilvracht troebelheid.

Overstorting	Vracht aanvoer NTU.m³	Vracht afvoer, NTU.m³		Rendement, %	
		met kokerafscheider	zonder kokerafscheider	met kokerafscheider	zonder kokerafscheider
1	138782	45329	53142	67	62
2	100104	14696	15897	85	84
3	213786	31970	90193	85	58
4	105042	23558	24159	78	77
5	98065	9286	13173	91	87
6	244100	64180	337033	74	-38
7	266985	6617	12057	98	95

Tabel 2: Verschil in vuilvracht tussen beide compartimenten.

Overstorting	Vrachtafvoer, NTU.m³		Verschil in vracht	Vracht zonder afscheider gedeeld door Vracht met afscheider
	met kokerafscheider	zonder kokerafscheider		
1	45329	53142	7813	1,17
2	14696	15897	1201	1,08
3	31970	90193	58223	2,82
4	23558	24159	601	1,03
5	9286	13173	3887	1,42
6	64180	337033	272853	5,25
7	6617	12057	5440	1,82



Afb. 2: Het rendement afgezet tegen de oppervlaktebelasting.

bedraagt het verschil tussen beide compartimenten ten hoogste vijf procent. Alleen voor overstorting 3 is het verschil beduidend hoger, nl. 27 procent. Voor overstorting 6 is het rendement zelfs negatief voor het compartiment zonder kokerafscheider.

In tabel 2 zijn de overgestorte T-vrachten van beide compartimenten met elkaar vergeleken. Wat opvalt is het grote verschil tussen de gebeurtenissen onderling. Voor alle gebeurtenissen is de geloosde T-vracht van het compartiment met kokerafscheider lager. Het grootste verschil wordt gevonden voor overstorting 6. Dat is de zwaarste bui geweest met een neerslag van 46,4 mm waarbij ook het grootste volume is overgestort.

Rendement en oppervlaktebelasting

In het algemeen is het rendement hoger naarmate de oppervlaktebelasting afneemt. Om dit te controleren is in afbeelding 2 het rendement uitgezet tegen de oppervlaktebelasting voor beide compartimenten. Om de ligging van de punten van beide compartimenten vergelijkbaar te maken is de oppervlaktebelasting uitgerekend voor het horizontale tankoppervlak zonder rekening te houden met het extra oppervlak van de kokerafscheider. De punten voor het compartiment met kokerafscheider liggen nagenoeg op een dalende rechte lijn, geheel volgens de verwachting. De punten voor het compartiment zonder kokerafscheider vertonen voor twee gebeurtenissen een afwijking, waarbij voor overstorting 6 zelfs een negatief rendement wordt gevonden. De overige punten liggen in de

buurt van die voor het compartiment met kokerafscheider.

Overstorting 6 kenmerkt zich door een grote hoeveelheid neerslag in betrekkelijk korte tijd. Tijdens de overstorting was de troebelheid van het effluent van het compartiment zonder kokerafscheider veel hoger dan van het water dat tijdens deze periode de tank binnestroomde. Kennelijk is de tank bij deze overstorting zodanig zwaar belast dat het effect van de kokerafscheider merkbaar wordt.

Conclusies

De gemiddelde oppervlaktebelasting tijdens het overstorten is voor alle gebeurtenissen bijzonder laag en ligt tussen 0,15 en 1 m/u. Dit zijn oppervlaktebelastingen die deels nog lager zijn dan die welke bij de afvalwaterzuivering worden gehanteerd bij het ontwerpen van nabezinkingstanks. De gebruikelijke waarden voor bergbezinktanks liggen in de orde van 5 tot 10 m/u en zijn dus globaal een factor 10 hoger dan die waarmee de tank in Limmen wordt belast.

Het rendement op basis van vrachtberekeningen voor de troebelheid is hoog voor het compartiment met kokerafscheider en ligt boven 67 procent. Voor het compartiment zonder kokerafscheider liggen de rendementen voor vijf gebeurtenissen 1 tot 5 procent lager. Voor één van de overige gebeurtenissen ligt het rendement 27 procent lager, voor de andere gebeurtenis is het rendement negatief.

Het verband tussen het rendement, berekend uit de vrachten aan troebelheid, en de oppervlaktebelasting, vertoont voor het com-

partiment met kokerafscheider een regelmatig dalende reeks punten. Het verband voor het andere compartiment is minder eenduidig omdat voor twee overstortingen grote afwijkingen zijn gevonden.

LITERATUUR

- 1) Veldkamp Rob en François Clemens (2001): Het kalibreren van overstorten. Rioleringswetenschap nr. 2.
- 2) Veldkamp Rob (2002): First foul flush in Nederlandse gemengde rioolstelsels. Rioleringswetenschap nr. 6.