



Toetsing van de werking van het bergbezinkbassin Poppenhare aan metingen

IR. S. HANDGRAAF, TAUW

De gemeente Coevorden heeft sinds 1995 een aantal bergbezinkbassins aangelegd als maatregel om de vuilemissie uit het gemengde rioolstelsel te reduceren. Over het functioneren van bergbezinkbassins in de praktijk is in Nederland tot op dit moment nog niet veel bekend. De gemeente Coevorden, het voormalig Zuiveringsschap Drenthe en Tauw hebben daarom tussen augustus 1996 en juni 2000 een meetprogramma uitgevoerd aan het bergbezinkbassin Poppenhare in Coevorden. De verzamelde gegevens zijn gebruikt om enerzijds het functioneren van het rioolstelsel en het bergbezinkbassin in de praktijk te beoordelen, en anderzijds de emissieberekeningen op basis waarvan het bergbezinkbassin is aangelegd te toetsen.

Aan de noordoostkant van Coevorden ligt het bemaalingsgebied Lootuinen / Poppenhare met een gemengd rioolstelsel. De berging is 8,7 mm bij een verhard oppervlak van 19,1 hectare. Het stelsel heeft een hoofdoverstort en drie noodoverlaten. De gemeente heeft in 1995/1996 achter de hoofdoverstort aan de Poppenharelaan een bergbezinkbassin aangelegd met een inhoud van ruim 2,3 mm. Het bassin meet 26,05 bij 10 meter. De diepte varieert van 1,60 tot 1,85 meter. Een diffusiewand ontbreekt. De

afvoerleiding van het bassin mondt uit in de stadsgracht.

Bij de interne en externe drempel is een ultrasone hoogtemeter geplaatst om het overstortingsdebiet te kunnen bepalen. Deze meter schrijft de waterhoogte bij de interne drempel en het debiet bij de externe drempel op een meetstrook. Medio 1997 is ter verificatie van de debietmetingen een TMX-hoogtemeter bij de interne drempel geplaatst. Deze slaat per minuut de hoogtemeting digitaal op.

Twee monstercarroussels, één bij de interne en één bij de externe drempel, bevatten elk 24 flessen van één liter. De carroussels nemen tijdsproportionele monsters van zes minuten zodra een overstorting optreedt. Bij de analyse van de monsters zijn mengmonsters gemaakt van twee of meer flessen. De analyseresultaten beslaan hierdoor periodes van twaalf minuten of langer. Afbeelding 1 geeft de meetopstelling weer.

Meetresultaten debietmetingen

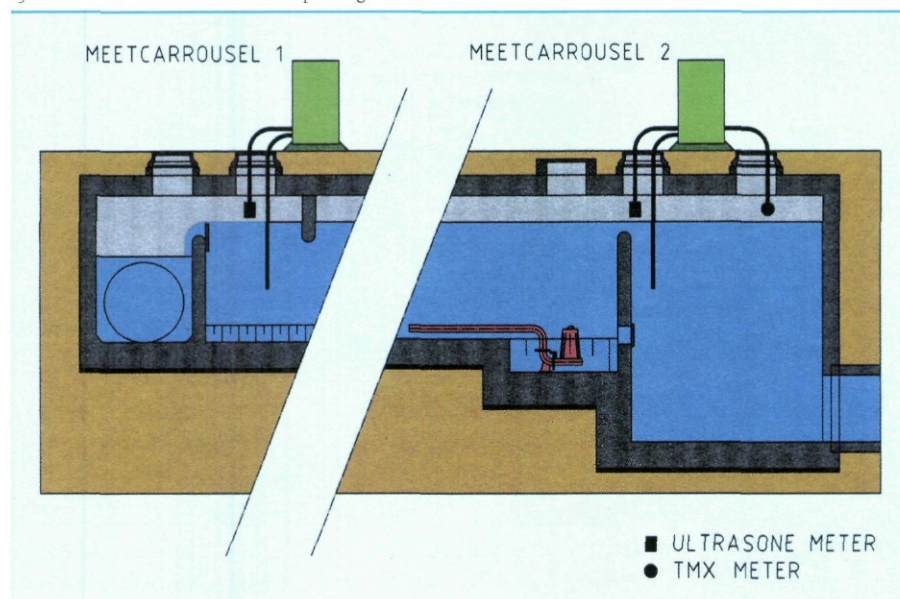
Tussen augustus 1996 en juni 2000 traden 13 overstortingen in het bassin op, waarvan elf ook extern overstortten. Bij de analyse van de debietmetingen bleek dat de metingen van de ultrasone meter en de TMX-meter niet met elkaar corresponderen. Door een uitgebreidere analyse van de metingen uit te voeren, is voor een aantal overstortingen een betrouwbaar beeld van het debietsverloop verkregen. Een volledig beeld van alle overstortingen is echter niet beschikbaar.

De gemeten overstortingsfrequentie is 2,9 keer per jaar. Het functioneren van het rioolstelsel en het bassin is gemodelleerd met het rioleringsmodel Balans (een reservoirmodel) voor de neerslagreeksen van het KNMI in de periode 1955 - 1979. Deze modellering kwam uit op een overstortingsfrequentie van 3,8 keer per jaar op basis van het standaard inloopmodel volgens de Leidraad Riolering module C2100.

Meetresultaten kwaliteit overstortwater

Het voormalige Zuiveringsschap Drenthe heeft in de meetperiode 175 mengmonsters geanalyseerd, 105 bij de interne drempel en 70 bij de externe drempel. De analyse omvatte de parameters CZV, CZV na één uur bezinking (CZV_{1h}), Kjeldahl stikstof, totaal fosfor en zwevende stof. Afbeelding 2 geeft de gemiddelde waarden van de metingen en de range waarbinnen 90 procent van de meetwaarden zich bevindt. De afbeelding laat zien dat het bassin de hoogste concentraties CZV en zwevende stof aanzienlijk reduceert. De gemiddelde concentraties CZV en zwevende stof nemen ook enigszins af. Voor de concentraties CZV_{1h} , Kjeldahl stikstof en fosfaat geldt dit niet. Deze stoffen zijn opgelost en bezinken minder goed dan CZV en zwevende stof. Opvallend is dat de gemiddelde waarden van de effluentconcentraties CZV_{1h} en Kjeldahl stikstof zelfs iets hoger zijn dan de gemiddelde influentconcentraties. De verklaring is dat de vuilconcentraties tegen het einde van een (interne) overstorting duidelijk afnemen. Het gemiddelde van de laatste kwaliteitsmeting van alle overstortingen bedraagt voor Kjeldahl stikstof bijvoorbeeld 10,2 mg/l, terwijl het gemiddelde over alle metingen 14 mg/l bedraagt. Het laatste deel van een interne overstorting wordt geborgen in het bassin en stort niet extern over. De

Afb. 1: Een overzicht van de meetopstelling.



lagere vuilconcentraties drukken daarom het gemiddelde van de influentconcentraties maar hebben geen effect op het gemiddelde van de effluentconcentraties.

Tijdens het onderzoek van NWRW (thema 5.2: de vuiluitwerp van gemengde rioolstelsels) zijn aan de rioolstelsels van Loenen, Oosterhout, Bodegraven en Kerkrade kwaliteitsmetingen verricht. De gemiddelde waarden van die metingen in Coevorden komen goed overeen met de in het NWRW-onderzoek gemeten waarden. Het valt wel op dat de spreiding in de vuilconcentraties in het NWRW-onderzoek groter is. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat bij de analyse van de metingen in Poppenhare mengmonsters zijn gemaakt van twee of meer monsterflessen.

Gerealiseerd rendement

De gemeten debieten en concentraties zijn gecombineerd tot een verloop van de influent- en effluentvrachten. Tabel 1 geeft van vier nader bekeken overstortingen de gerealiseerde rendementen. Het verwijderingsrendement geeft aan in welke mate de influentconcentraties gereduceerd worden door bezinking.

Het bergingsrendement van de overstorting van 19 juli 1999 is hoog. Dit werkt sterk door in het totaalrendement. Bij de overstorting van 24 oktober 1998 is het verwijderingsrendement voor CZV en zwevende stof negatief. Hierdoor is het totaalrendement minder dan het bergingsrendement. De verklaring ligt waarschijnlijk in meetfouten. Er traden bij deze overstorting geen grote debieten op, zodat uitspoeling van bezonken materiaal onwaarschijnlijk is.

De gerealiseerde totaalrendementen in het bassin van Poppenhare zijn over het algemeen goed.

Veelal bedraagt het totaalrendement voor CZV en zwevende stof meer dan 50 procent. Het bassin voldoet hiermee aan de verwachtingen.

Voorspelling rendement met de formule van Kluck

De formule van Kluck voor het voorspellen van het verwijderingsrendement van een bergbezinkbassin is afgeleid uit modelstudies (zie 'Het ontwerp van optimaal functionerende bergbezinkbassins' van Jeroen Kluck, Stowa 97-19). In situaties waarin de horizontale stroomsnelheid in het bassin kleiner is dan 0,1 m/s, luidt de formule:

R_{verwijdering}(t) = p \left(1 - e^{-1,22 \left(\frac{v_s}{s_0(t)} \right)^{1,16}} \right)

waarin:

p = bezinkbare fractie (-)
v_s = valsnelheid van een deeltje (m/s)

Datum	R _{berging}	CZV		N _{kj}		SS	
		R _{verwijdering}	R _{totaal}	R _{verwijdering}	R _{totaal}	R _{verwijdering}	R _{totaal}
24 oktober 1998	0,23	(-0,22)	(0,06)	0,05	0,27	(-0,13)	(0,13)
1 maart 1999	0,17	0,37	0,48	0,14	0,29	0,43	0,53
5 juli 1999	0,18	0,52	0,61	0,26	0,40	0,44	0,54
19 juli 1999	0,58	0,50	0,79	0,22	0,68	0,63	0,85

Tabel 1: Gerealiseerd rendement BBB Poppenhare.

s_0(t) = oppervlaktebelasting (m/s)

De oppervlaktebelasting is gedefinieerd als het debiet gedeeld door het horizontale oppervlak van het bassin. Tijdens een overstorting varieert het debiet, en daarmee de oppervlaktebelasting en het verwijderingsrendement, in de tijd. Met de formule van Kluck is het rendement momentaan te berekenen. Het verdient dan de voorkeur om een andere definitie van de oppervlaktebelasting te hanteren:

S_0(t) = \frac{H(t)}{T(t)}

H(t) = waterdiepte (m)
T(t) = verblijftijd (s)

De meetgegevens van Poppenhare kunnen inzicht geven in de toepasbaarheid van de formule van Kluck. Hiervoor is het nodig om de waarden te bepalen van de parameters p (bezinkbare fractie) en v_s (valsnelheid). Uit de vergelijking van de met Kluck voorspelde effluentvrachten en de gemeten effluentvrachten zijn voor deze parameters de 'best fit'-waarden bepaald. De waarden verschillen per stof, zoals tabel 2 laat zien.

De afbeeldingen 3 t/m 5 geven enkele voorbeelden van het verloop van de voorspelde en gemeten vuilvrachten in de tijd met de waar-

parameter / stof	CZV	N _{kj}	SS
bezinkbare fractie p (-)	0,7	0,5	0,8
valsnelheid v_s (m/h)	7	3	5

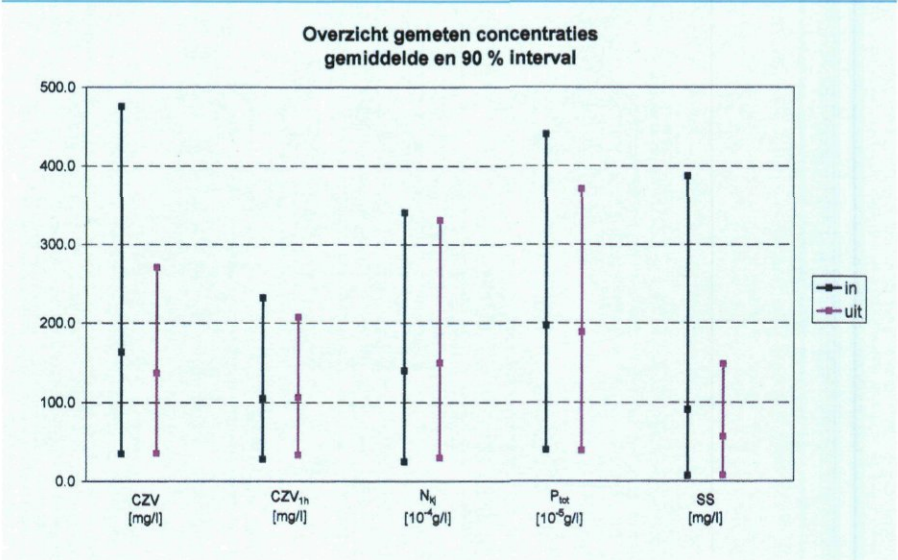
Tabel 2: Waarden voor p en v_s per stof.

den voor p en v_s volgens tabel 2. De nauwkeurigheid van de voorspelling met Kluck varieert per overstorting. De fout in de voorspelling van het totaalrendement over de hele overstorting is in de helft van de gevallen minder dan tien procent. De grootste fout in de voorspelling van het totaalrendement was circa 40 procent.

Gedurende een overstorting verschilt de nauwkeurigheid van de voorspelling van het verwijderingsrendement met Kluck sterk. Over het algemeen is de voorspelling goed, maar de voorspelde waarden kunnen soms meer dan 100 procent afwijken van de gemeten waarden. De volgende factoren kunnen de oorzaak zijn van de afwijkingen:

- De riolen komen onder een hoek en aan de zijkant het bassin binnen. Er is geen diffusiewand in het bassin. Hierdoor wordt het bassin niet gelijkmatig belast en bestaat een grotere kans op kortsluitstromingen. In deze omstandigheden is de formule van

Afb. 2: Overzicht gemeten concentraties influent en effluent.

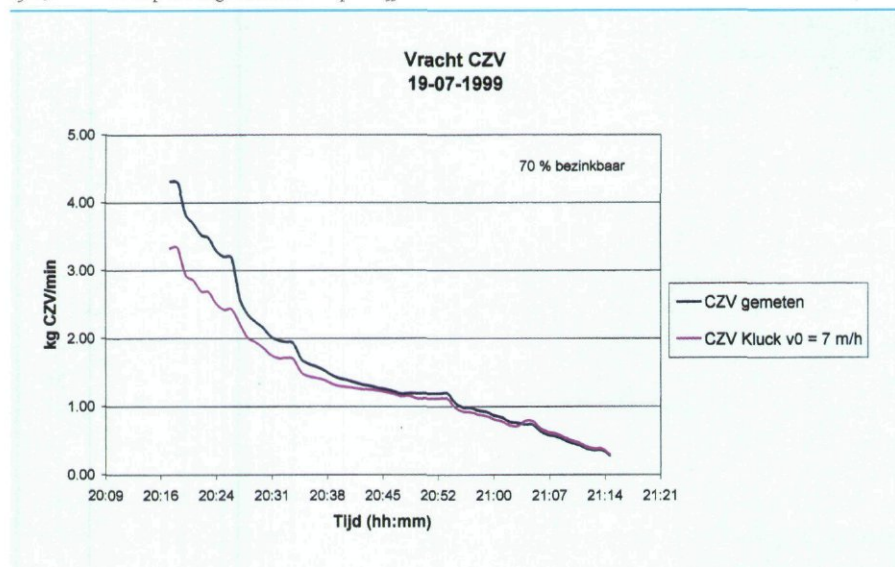


Kluck minder nauwkeurig;

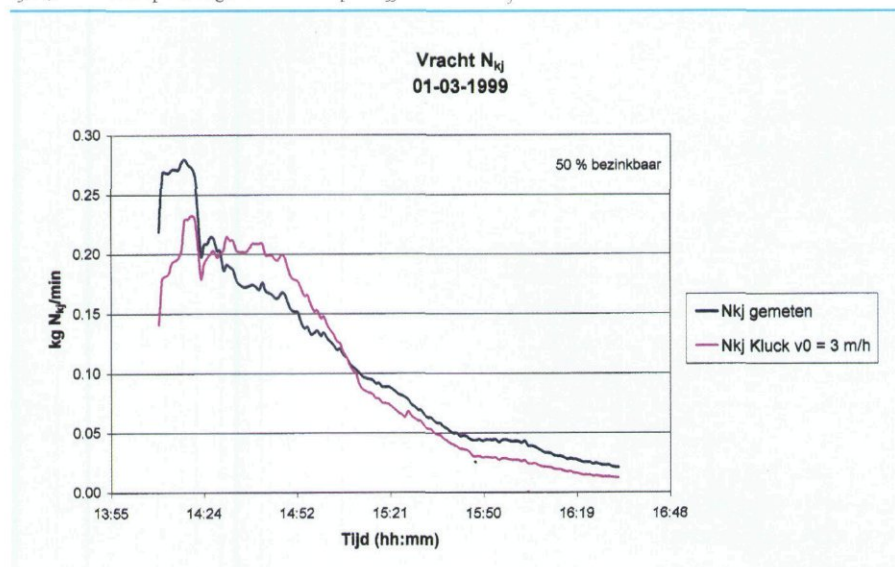
keurig zijn. Voor de debieten is dit aangetoond, omdat twee hoogtemeters zijn gebruikt die verschillende waarden geven.

- De gemeten waarden voor zowel de debieten als de waterkwaliteit kunnen onnauw-

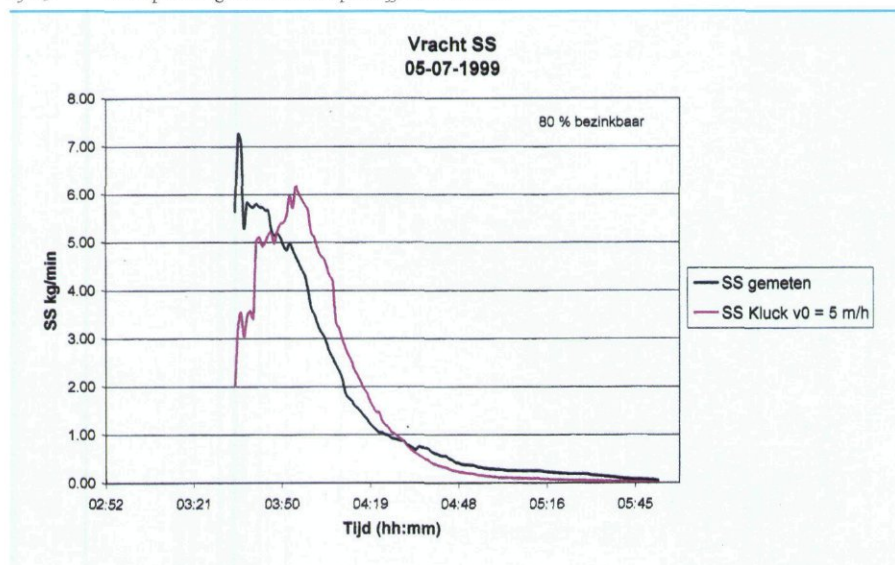
Afb. 3: Verloop van de gemeten en voorspelde effluentvracht CZV.



Afb. 4: Verloop van de gemeten en voorspelde effluentvracht N_{kj} .



Afb. 5: Verloop van de gemeten en voorspelde effluentvracht SS.



Ook zijn er aanwijzingen dat de kwaliteitsgegevens niet altijd kloppen. Soms ligt op het eind van een overstorting, wanneer de stroming rustig is en een hoog rendement verwacht kan worden, de concentratie van het effluent hoger dan de concentratie van het influent op het tijdstip t-T. Dit is het geval bij de overstorting van 24 oktober 1998 voor CZV en zwevende stof.

Conclusies en aanbevelingen

- De verzamelde gegevens duiden erop dat het rioolstelsel van Lootuinen / Poppenhare en het bergbezinkbassin Poppenhare voldoen aan de gestelde normen;
- De gemeten concentraties CZV, CZV_{th} , Kjeldahl stikstof, totaal fosfor en zwevende stof vertonen een grote spreiding. De concentraties zijn tegen het einde van een overstorting aanzienlijk lager dan in het begin van een overstorting. De gemiddelde concentraties in Poppenhare liggen ongeveer gelijk aan de concentraties die in het NWRW-thema 5.2 onderzoek zijn gemeten. De spreiding in de gemeten concentraties is minder dan bij het NWRW-onderzoek;
- Van de vier nader onderzochte overstortingen is het totaalrendement goed geweest, met uitzondering van de rendementen voor CZV en zwevende stof bij de overstorting van 24 oktober 1998. Bij deze overstorting zijn effluentconcentraties gemeten die hoger liggen dan de influentconcentraties. Dit is veroorzaakt door meetfouten;
- De formule van Kluck is goed te gebruiken voor de voorspelling van het verwijderingsrendement van een bergbezinkbassin;
- De bezinkbare fractie en de valsnelheid zijn belangrijke parameters in de formule van Kluck. Goede waarden voor deze parameters zijn nog niet bekend. Het is aan te bevelen om gericht onderzoek uit te voeren naar de waarden van en spreiding in deze parameters;
- Het verdient aanbeveling om bij het meten aan rioolstelsels ook neerslag te meten. Het functioneren van rioolstelsels is sterk afhankelijk van het neerslagverloop, waardoor deze gegevens onontbeerlijk zijn. Met de neerslaggegevens is een verificatie van de debietmetingen mogelijk.