

## Meten aan een problematische overstort

*Gertie Schmidt (waterschap Vechtstromen)*

Enschede heeft een gemengd rioolstelsel. Op zoek naar doelmatige en kosteneffectieve maatregelen om de vuilemissie uit het riool te verminderen onderzocht toenmalig waterschap Regge en Dinkel de vuiluitworp van bergbezinkbassin Bruggenmors. Het bassin is onderdeel van het Enschedese rioolstelsel. Het loost op de Elsbeek, op de plaats waar ook het effluent van rwzi Enschede wordt afgevoerd. Wat is de omvang van de vuilemissie en wat zijn de nadelige gevolgen ervan voor de stedelijke waterstroom van Twente?

Het onderzoek leidde tot het advies om de uitloop van BBB Bruggenmors te sluiten en het bassin te voorzien van een bypass.

Het gemengd riool van Enschede (tabel 1) voldeed niet aan de basisinspanning riolering – de vuiluitstoot naar het oppervlaktewater in 2005 te verminderen met 50% t.o.v. 1995. Van geplande investeringen om de emissie vanuit het rioolstelsel te beperken, waaronder de aanleg van een nieuw bergbezinkbassin (BBB) met een omvang van 15.000 m<sup>3</sup>, wordt desondanks voorlopig afgezien. De aanleg van dit bassin is afhankelijk gesteld van de uitkomsten van onderzoek naar de doelmatigheid van deze maatregel [1]. Reden voor het voormalige waterschap Regge en Dinkel (inmiddels gefuseerd met tot waterschap Vechtstromen) om in 2013 een meetcampagne te starten aan BBB Bruggenmors, één van de belangrijkste overstorten van het gemengde rioolstelsel van Enschede. Dit om kennis te verzamelen over de vuilemissie vanuit BBB Bruggenmors en de nadelige gevolgen ervan voor het stedelijk water in Twente. Dit artikel beschrijft de aanpak en de eerste resultaten van dit project.

**Tabel 1. Eigenschappen gemengd rioolstelsel Enschede**

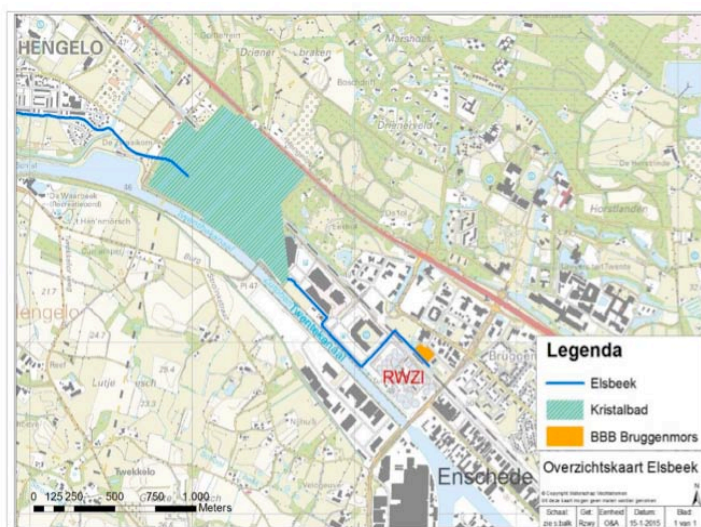
Aangesloten verhard oppervlak	816 ha (2013)	
Oppervlak afgekoppeld	42 ha (2013)	
Richtlijn vuilemissie	858 x 50 = 42.900 kg CZV/jaar	
Berekende vuiluitworp	46.800 kg CZV/jaar (2012)	
Overstorten:	Vuiluitworp (kg CZV/jaar)	<p><i>De riolering van Enschede kent relatief grote hoogteverschillen en weinig overstorten</i></p>
- Olympialaan	1.800	
- H. ter Kuilestraat	250	
- BBB Bruggenmors	18.300	
- BBB Stadsveld	26.400	

### Situatieschets

BBB Bruggenmors vangt het water op uit het gemengd riool van Enschede, waarna het water wordt gezuiverd in de rwzi van Enschede. Bij hevige buien is het bassin te klein en wordt water overgestort rechtstreeks op het meest bovenstroomse punt van de Elsbeek. Ook het effluent van rwzi Enschede de rwzi wordt op dit deel van de Elsbeek geloosd (afbeelding 1).

De Elsbeek maakt deel uit van waterlichaam Bornsebeek, dat op zijn beurt onderdeel is van het stedelijk watersysteem van Twente (de Stadsregge). De waterkwaliteit en ecologie in dit systeem zijn onvoldoende voor het bereiken van een goede ecologische toestand. Dit komt vooral door vuilwaterstromen uit de stedelijke waterketens, waaronder die van Enschede en Hengelo.

Een bijzonderheid is dat het waterschap Regge en Dinkel in de periode 2010-2013 op circa 1 km stroomafwaarts van BBB Bruggenmors Kristalbad in de Elsbeek heeft aangelegd. Kristalbad is een gebied van 40 ha groot, dat onder andere de functies waterberging en natuurlijke waterzuivering combineert: het effluent van de rwzi in Enschede ondergaat in dit gebied een biologische nazuivering en stroomt daarna uit in de Elsbeek (afbeelding 1).



**Afbeelding 1.** Het effluent van de rwzi in Enschede wordt nagezuiverd in Kristalbad en daarna geloosd in de Elsbeek

Het BBB Bruggenmors is al een vrij oud bassin (1969) en heeft een bergingscapaciteit van 5000 m<sup>3</sup>. Uit een toetsing blijkt dat bij grote hoeveelheden overstortend water de stroming door het bassin te turbulent is voor een goede bezinking. Hierdoor mag er geen bezinkingsrendement aan het bassin worden toegekend [2].

### Vraagstelling en meetopzet

Bij de start van de meetcampagne zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Wat is het overstortgedrag en de vuiluitwerp van BBB Bruggenmors?
2. Hoe verhoudt de emissie uit BBB Bruggenmors zich tot de emissie uit de rwzi Enschede?
3. Hoe groot is het zelfreinigend vermogen van Kristalbad bij droogweeraanvoer (DWA) en bij extreme regenweeraanvoer (RWA) in een situatie van een overstort?
4. Wat zijn na passage van Kristalbad de (resterende) waterkwaliteitseffecten van het stedelijk water van Enschede op het stedelijk watersysteem van Twente?
5. Wat is de urgentie van het treffen van maatregelen in het rioolstelsel van Enschede in relatie tot waterkwaliteitsrisico's in de stedelijke waterstroom van Twente?

Voor het meten van de overstortingsdebieten van het BBB is een continue niveaumeter met een datalogger geplaatst, die met een frequentie van één keer per 20 minuten het gemiddelde waterpeil registreert op basis van peilmetingen met een interval van 10 sec. Het debiet kan vervolgens worden berekend met de afvoerrelatie van de overstort.

Het onderzoek richtte zich op de volgende stofgroepen: zuurstofbindende stoffen, nutriënten, zware metalen, zwevend stof en medicijnen.

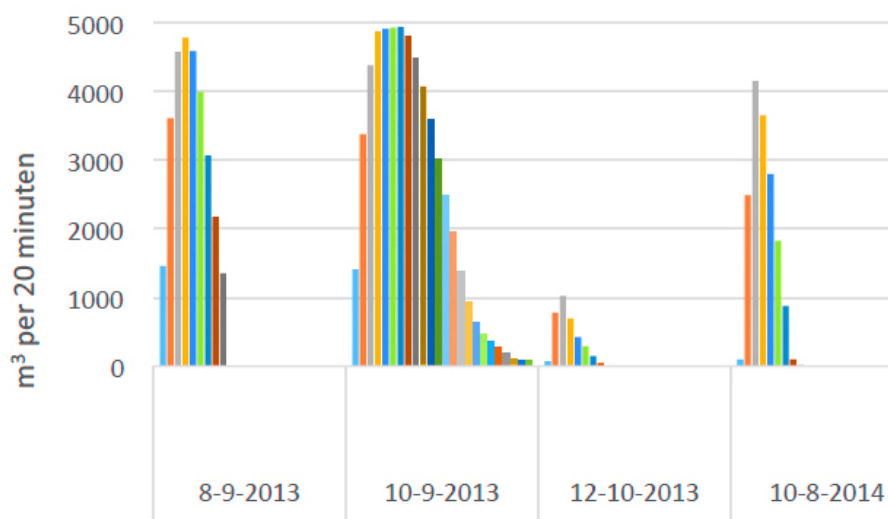
Voor het monitoren van de vuiluitworp is een meetkast geplaatst. De gemeten overstortingsgebeurtenissen zijn tijdproportioneel bemonsterd met een frequentie van één keer per 90 seconden en een monsternamevolume van 150 ml. De monsters werden verzameld in een carrousel met 24 flessen, die draaide met een frequentie van één keer per 20 minuten. In deze opzet vangt een flesje dus maximaal 15 monsternames op, ofwel 2,25 liter watermonster.

De meetcampagne startte in het najaar van 2013. In dit artikel worden de in 2013-2014 verkregen resultaten besproken in het licht van de bovengestelde onderzoeksvragen.

#### **Ad 1. Overstortgedrag en vuiluitworp van BBB Bruggenmors**

In de meetperiode vonden 4 overstortingen plaats, wat overeen komt met een jaargemiddelde van 3. Dit is een beduidend lagere frequentie dan het jaargemiddelde over de periode 2000–2012 van 6,5.

De omvang en de waterkwaliteit van de vier overstortingen is afhankelijk van factoren als de voorgeschiedenis van de buien waaraan gemeten is (wel of geen neerslag in de voorafgaande periode), de hoeveelheid neerslag, en de duur, de trekrichting en neerslagintensiteit van deze buien. Voor de overstorten in de meetperiode zijn de karakteristieken weergegeven in afbeelding 2 en de tabellen 2 en 3.



**Afbeelding 2** Verloop van het overstortvolume van de overstortingen uit BBB Bruggenmors in 2013-2014, in m<sup>3</sup> per 20 minuten

De grootste overstort op basis van volume vond plaats op 10 september 2013. Daarentegen had op basis van buigemiddelde concentraties de overstort van 10 augustus 2014 de hoogste vuilemissie, terwijl op basis van vracht de overstort van 8 september 2013 de hoogste vuiluitworp kende.

**Tabel 2. Emissie zwevend stof (ZS), biochemisch zuurstofverbruik (BZV<sub>5</sub>), totaal-fosfaat (t-P), ammonium-stikstof (NH<sub>4</sub>-N), nitraat-stikstof (NO<sub>3</sub>-N) en zink (Zn) BBB Bruggenmors**

Stofgroepen	Stof	Karakteristiek	Eenheid	Datum overstort			
				8-9-2013	10-9-2013	12-10-2013	10-8-2014
Zw evend stof	ZS	Buigemiddelde concentratie	mg/l	67,8	29,1	54,8	99,8
		Vracht	kg	2009	1682	191	1598
		Aandeel vracht in 1 <sup>e</sup> 5000 m <sup>3</sup> uitw orp	%	37,4	19,7	-	52,1
Zuurstofbindende stoffen	BZV <sub>5</sub>	Buigemiddelde concentratie	mg/l	16,1	6,8	24,2	23,9
		Vracht	kg	477	390	85	383
		Aandeel vracht in 1 <sup>e</sup> 5000 m <sup>3</sup> uitw orp	%	43,1	17,7	-	48,4
	NH <sub>4</sub> -N	Buigemiddelde concentratie	mg/l	1	0,64	0,2	1,74
		Vracht	kg	29,6	37	7	27,9
		Aandeel vracht in 1 <sup>e</sup> 5000 m <sup>3</sup> uitw orp	%	27,4	14,3	-	35,8
Nutriënten	t-P	Buigemiddelde concentratie	mg/l	0,68	0,3	1,07	1,07
		Vracht	kg	20,2	17,3	1,1	17,1
		Aandeel vracht in 1 <sup>e</sup> 5000 m <sup>3</sup> uitw orp	%	37,6	15,6	-	41,8
	NO <sub>3</sub> -N	Buigemiddelde concentratie	mg/l	1	0	0	1
		Vracht	kg	17	24	2	11
		Aandeel vracht in 1 <sup>e</sup> 5000 m <sup>3</sup> uitw orp	%	34	14	-	14
Zw are metalen	Zn	Buigemiddelde concentratie	µg/l	140	60	130	200
		Vracht	kg	4	4	0	3
		Aandeel vracht in 1 <sup>e</sup> 5000 m <sup>3</sup> uitw orp	%	55,4	17,3	-	50

**Tabel 3. Neerslagkarakteristieken van 4 gemeten overstortingen BBB Bruggenmors**

Karakteristiek	Eenheid	Datum overstort			
		8-9-2013	10-9-2013	12-10-2013	10-8-2014
1 neerslagvolume op dag van overstort	mm	29,1	59,1	17	23,2
2 neerslagduur (onafgebroken) overtstortgevende bui	uur	6	26	4,7	2,7
3 neerslagintensiteit (quotiënt 1:2)	mm/uur	4,9	2,4	3,6	11,9
4 indicatie herhalingstijd		1x per 2 jaar	1x per 20 jaar	2x per jaar	1x per jaar
5 2 dagenneerslag (op en voorafgaande dag van overstort)	mm	37,3	69,2	44	35,7
6 tijdsinterval start bui en start overstort	uur	3,7	8,5	3,2	0,3
7 totale overstortvolume BBB Bruggenmors	m <sup>3</sup>	<b>29.634</b>	<b>57.806</b>	<b>3.492</b>	<b>16.013</b>
8 emissieduur overstort	uur	4	9,3	2,5	3

Het grootste deel van de vervuiling vanuit BBB Bruggenmors zit steeds in het eerste deel van het afgevoerde water (first flush). Het tweede (en grootste) deel van het afgevoerde water is relatief schoon. Zo werd bij de overstort van 10 augustus 2014 van de totale vracht aan zwevend stof (ZS), biochemisch zuurstofverbruik (BZV<sub>5</sub>) en totaal-fosfaat (t-P) respectievelijk 52%, 48% en 42% in de eerste 5000 m<sup>3</sup> van het totale overstortvolume van 16.013 m<sup>3</sup> afgevoerd.

Enmalig zijn metingen gedaan om de aanwezigheid van 15 (residuen van) geneesmiddelen te bepalen in het overstortende water vanuit BBB Bruggenmors. Behalve voor metformine, een antidiabeticum, liggen de waarden in het overstortwater veelal ruim onder de concentraties in het influent en effluent van rwzi Enschede en in het oppervlaktewater benedenstreams van BBB Bruggenmors. De ecotoxicologische relevantie van metformine is voor zover bekend laag.

De gemeten buigemiddelde concentraties aan zwevend stof (ZS), biochemisch zuurstofverbruik (BZV<sub>5</sub>), totaal-fosfaat (t-P) en Kjeldahl-stikstof (Kj-N) liggen op een beduidend lager niveau dan de vuilemissies uit de vier door de Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW) in de periode 1982-1989 onderzochte rioolstelsels (tabel 4). Dit hangt vermoedelijk mede samen met de volgende factoren:

- het pompregime van rwzi Enschede. Hoewel landelijk een pompovercapaciteit (POC) van 0,7 mm/h wordt aangehouden, werkt rwzi Enschede met een POC van 1,04 mm/h;
- de ligging van het stelsel op een helling. Door de helling is er altijd behoorlijke stroming in de gemengde riolering, ook bij droogweeraanvoer (DWA)-omstandigheden;
- de configuratie van het stelsel. Enschede heeft globaal gezegd halverwege het systeem een aantal bergingsbassins die samen de first flush afvangen.

**Tabel 4. Vergelijking vuiluitwerp BBB Bruggenmors op basis van buigemiddelde concentratie met vier gemengde rioolstelsels uit het NWRW onderzoek [3]**


Stof	Eenheid	Gemeente				
		Loenen	Oosterhout	Bodegraven	Kerkrade	Enschede
BZV <sub>5</sub>	mg/l	39,9	124,4	40,4	74,6	17,8
N-Kj	mgN/l	10,4	15,2	9,7	13,4	4,3
t-P	mgP/l	2,9	4,8	2,1	3	0,8
Zw evend stof	mg/l	303	260	105	320	63
Zink	µg/l	358	359	357	472	133

## Ad 2. Verhouding tussen emissies uit BBB Bruggenmors en uit rwzi Enschede

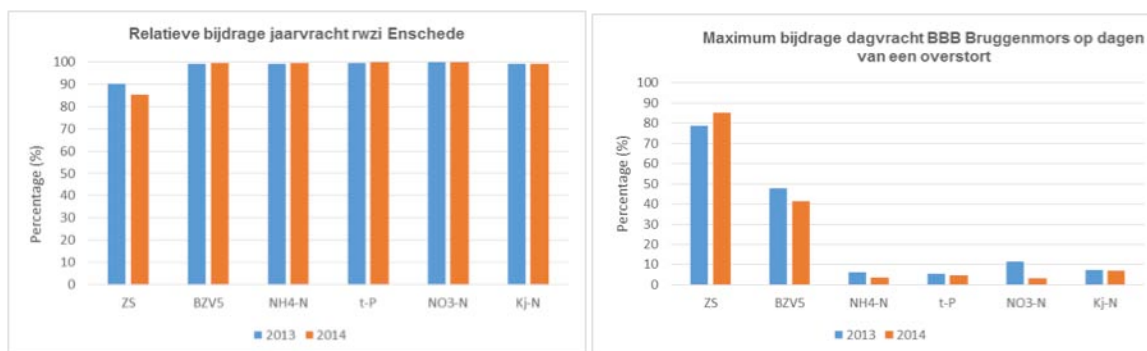
Op jaarbasis is de relatieve bijdrage vanuit BBB Bruggenmors aan de totale belasting van de Elsbeek, afgezien van zwevend stof, zeer beperkt en alleen in decimalen uit te drukken. De belasting aan zwevend stof vanuit BBB Bruggenmors bedraagt maximaal 10 tot 15% van die vanuit rwzi Enschede. Hierbij moet wel het geringe aantal overstortingen in de meetperiode in aanmerking worden genomen.

Op dagen van een overstort dragen vanuit BBB Bruggenmors alleen de vrachten aan BZV<sub>5</sub> en zwevend stof substantieel bij aan de totale dagelijkse belasting van de Elsbeek.

**Tabel 5. Eigenschappen rwzi Enschede**

Bouwjaar	2000	
Type	Actief slib	
Hydraulische capaciteit DWA	275.000 i.e. à 54 gr. TZV/dag	
Hydraulische capaciteit RWA	3.240 m <sup>3</sup> /uur	
Lozingseis:	12.160 m <sup>3</sup> /uur	
BZV <sub>5</sub>	10 mg/l (max 6x <20 mg/l)	
Zwevende stof	30 mg/l (max 6x <75 mg/l)	
P totaal	3,0 mgP/l	
N totaal	10 mgN/l	

TZV = totaal zuurstofverbruik



**Afbeelding 3. Vuilvracht op de Elsbeek vanuit rwzi Enschede en vanuit BBB Bruggenmors**

De effluentdata zijn gebaseerd op circa 60 metingen op jaarbasis in ieder van de drie zuiveringsstraten

### Ad 3. Zelfreinigend vermogen van Kristalbad

Aansluitend op het zuiveringsproces in de rwzi vind een laatste biologische zuiveringsstap plaats in Kristalbad, volgens het principe van de waterharmonica (zie kader). Hoewel het hydraulische en biologische deel van het zuiveringsproces in deze nazuivering eind 2014 nog niet op orde was, laten de resultaten van twee jaar monitoring van de kwaliteit van het uitstromende water dat de kwaliteit van dit water nog steeds verbetert, waarbij de afnamepercentages van verontreinigingen in het effluent - tussen de 14 en 92% - aanzienlijk tot soms spectaculair zijn.

Dit neemt niet weg dat in de uitstroom van Kristalbad de concentraties totaal-fosfaat (t-P), totaal-stikstof (t-N), ammonium (NH<sub>4</sub>-N), ammoniak (NH<sub>3</sub>-N), koper (Cu), zink (Zn), ijzer (Fe) en E-coli nog veelal een veelvoud van de norm bedragen (tabel 6).

**Tabel 6. Concentraties van verschillende parameters in instromend en uitstromend water Kristalbad, met norm, normtype absoluut ('verwijderd') en relatief rendement**

De data betreffen de periode 25-6-2013 tot 10-6-2014.

Parameter	Eenheid	Norm	Type norm	Instroom	Uitstroom	Verskil	Rendement
Totaal-fosfaat (t-P)	mgP/l	0,11	zomer	1,62	1,16	-0,46	28%
Orthofosfaat (PO <sub>4</sub> -P)	mgP/l		zomer	1,54	1,05	-0,48	31%
Totaal-stikstof (t-N)	mgN/l	2,3	zomer	7,9	5,7	-2,2	28%
Kjeldahl-stikstof (Kj-N)	mgN/l		zomer	3,3	2,5	-0,8	25%
Nitraat (NO <sub>3</sub> -N)	mgN/l		zomer	4,6	3,2	-1,4	31%
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	mgN/l	0,303	jaar	1,25	0,5	-0,75	60%
Zuurstof (O <sub>2</sub> )	%	70-120	zomer	72	96	24	33%
Koper (cu)	µg/l	3,8	jaar	7,9	6,0	-1,9	24%
Zink (Zn)	µg/l	7,8	jaar	90,5	80,3	-10,2	11%
Ijzer (fe)	mg/l		jaar	0,31	0,34	0,03	-10%
E-coli	n/dl	2000	zomer	56504	4516	-51988	92%

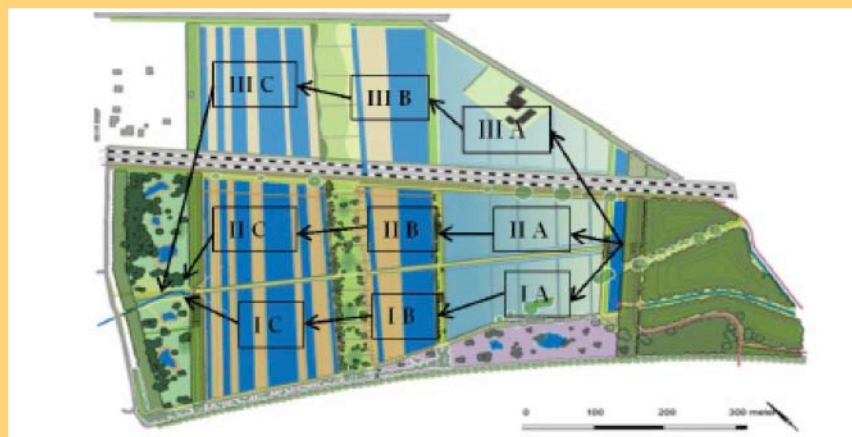
De opzet van de monitoring leent zich op dit moment niet goed voor het analyseren van de werking van Kristalbad bij een overstortsituatie. Wel is de veronderstelling gerechtvaardigd dat de verspreiding van het zwevende stof en daarmee de slibaanwas zich in hoofdzaak zal beperken tot het eerste traject van de Elsbeek, het verdeelkanaal van Kristalbad én de overstromingsvlakte van Kristalbad. Mineralisatie van de organische fractie van het bezonken zwevend materiaal resulteert vervolgens in afname van het zuurstof- en BZV<sub>5</sub>-gehalte van het

oppervlaktewater ter plaatse van de sliblaag. De omvang van de zuurstofdip en de verspreiding van deze dip stroomafwaarts in het systeem – en daarmee de eventuele impact van deze zuurstofdip op de ecologische waterkwaliteit – hangt af van tal van factoren. Door het relatief grote oppervlak van Kristalbad kan het water ter plekke in potentie veel zuurstof opnemen (reaëratie).

### Werking Kristalbad

Het in 2013 geopende en circa 40 ha grootte gebied Kristalbad heeft een multifunctionele bestemming, waaronder natuurlijke waterzuivering en waterberging.

Het gebied bestaat uit een verdeelkanaal en drie parallel lopende, los van elkaar functionerende straten. Vanuit het verdeelkanaal wordt de eerste straat gedurende 4 uur gevuld, waarna er gedurende circa 4 uur leegloop plaatsvindt en de straat vervolgens circa 4 uur gedeeltelijk droog staat. Tijdens deze 8 uur worden na elkaar de tweede en derde straat vanuit het verdeelkanaal gevuld. Na 12 uur herhaalt de cyclus zich. Alleen tijdens periodes met hoge aanvoerdebieten stroomt het water via drempels vanuit het verdeelkanaal naar de overstromingsvlakte (A) of stroomt zelfs heel Kristalbad vol om als waterberging te fungeren.



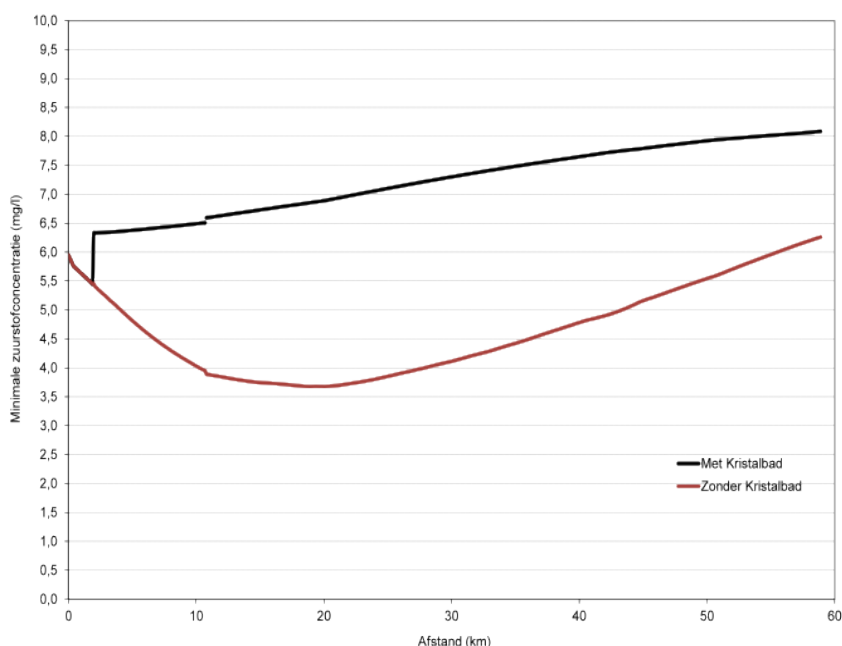
Elke straat bestaat uit drie delen, voor drie zuiveringsstappen. In de overstromingsvlakte A vindt bezinking plaats; als deze droog staat vindt hier slibafbraak plaats. De omstandigheden zijn hier afwisselend anaeroob en aerob. Deel B is een helofytenfilter. Deel C bestaat uit rietbanen op ruggen, waar het water diffuus doorheen loopt. De dieptes van de verschillende delen zijn tussen 0,2 en 2 m.

Aan de benedenstroomse zijde van deelgebied C is een knijpkunstwerk en een brede overlaat aangelegd om de waterafvoer richting de Elsbeek te verzorgen.

### Ad 4. Resterende waterkwaliteitseffecten na passage van Kristalbad

Verstoring van de zuurstofhuishouding is een belangrijk waterkwaliteitseffect, dat eenduidig mede aan het optreden van overstortingen is te relateren. Als vingeroefening is daarom een simulatie uitgevoerd van de effecten van de vuiluitworp van de overstort van 10 augustus 2014 (herhalingstijd bui: 1x per jaar) op het verloop van de minimum-zuurstofconcentratie in de stedelijke waterstroom van Twente (afbeelding 4). Daarvoor is de 'Beoordelingsmethode

waterkwaliteitsspoor riooloverstorten' ingezet, ontwikkeld door adviesbureau TAUW in samenwerking met het toenmalige waterschap Regge en Dinkel [4].



**Afbeelding 4. Gesimuleerd verloop minimum zuurstofconcentratie in de stedelijke waterstroom van Twente zoals berekend voor een situatie met Kristalbad (zwarte lijn) en zonder Kristalbad (rode lijn) op basis van de overstortgebeurtenis van 10 augustus 2014**

*De overige in het systeem (potentieel) aanwezige vuiluitwerpen (overstorten en rwzi's) zijn daarbij op 'nul' gezet.*

De modeluitkomsten suggereren een prominente rol van Kristalbad in de zuurstofhuishouding van de Twentse stedelijke waterstroom rond 10 augustus 2014. Zonder Kristalbad is de gebruikelijke zuurstofconcentratie in het watersysteem pas circa 60 km stroomafwaarts hersteld, mét Kristalbad is de zuurstofconcentratie in de uitstroom van Kristalbad al hoger dan de (geschatte) zuurstofconcentratie in de instroom van Kristalbad juist voor aanvang van de overstort. Na passage van Kristalbad neemt - bij de theoretische afwezigheid van overige vervuilingsbronnen - door opname van zuurstof uit de lucht (reaeratie) het zuurstofgehalte verder toe.

De uitkomst van het model indiceert dus slechts een geringe verstoring van de zuurstofhuishouding van de Twentse stadsbeken als gevolg van de vuiluitworp bij de overstort van 10 augustus 2014. De werking van Kristalbad is daarbij cruciaal.

Het gebruikte simulatiemodel heeft zijn beperkingen en geeft op dit punt slechts indicatieve uitkomsten. Zo wordt zowel de hydraulische als de (micro)biologische werking van Kristalbad in te eenvoudige termen geschematiseerd én bemoeilijkt het ontbreken van goede meetgegevens een goede modelkalibratie.



**Ad 5. Urgentie van het treffen van maatregelen: conclusies en aanbevelingen**

De belangrijkste voorlopige conclusie is dat de vuilemissie vanuit BBB Bruggenmors en de nadelige gevolgen ervan voor de stedelijke waterstroom van Twente, mede door de aanwezigheid van Kristalbad, minder ernstig zijn dan vooraf verondersteld werd.

Hier hoort wel een kanttekening bij. Uit langjarige continue zuurstofmetingen benedenstreams in de stedelijke stroom blijkt dat hele lage zuurstofconcentraties voorkomen met een frequentie van circa 1 keer per 5 jaar. Zo'n situatie, die hoort bij een (zeer) zware zomerbui na een lange droge periode, ontbrak in de meetperiode. Vooral om deze reden zijn de metingen in 2015 gecontinueerd.

Dit onderzoek bevestigt opnieuw dat riolering en afvalwaterzuivering tezamen één afvalwatersysteem vormen. Als zodanig moet het ook beoordeeld worden. Om het functioneren van de waterketen en van het ontvangende watersysteem goed te kunnen beoordelen, zijn integrale metingen in specifieke situaties noodzakelijk. Alleen dan komen de meest doelmatige en kosteneffectieve maatregelen in beeld.

Het onderzoek maakt zichtbaar dat het grootste deel van de vervuiling vanuit BBB Bruggenmors in het eerste deel van het afgevoerde water zit. Op grond hiervan is geadviseerd om de uitloop van BBB Bruggenmors te sluiten en tegelijkertijd het bassin te voorzien van een bypass-constructie, die in werking treedt op het moment dat de berging binnen BBB Bruggenmors zich volledig heeft gevuld met het eerste afvoerwater.

**Referenties**

1. Gemeente Enschede (2011). Gemeentelijk rioleringsplan 2012-2015.
2. Witteveen+Bos (2013). Variantenstudie oplossen wateroverlast in Twekkelerzoom. Deventer.
3. Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (1989). Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989.
4. Waterschap Regge en Dinkel (2012). Knelpuntenmethode waterkwaliteitsspoor. Toepassing voor het pilotgebied Enschede-Hengelo-Borne. Almelo.
5. Waterschap Vechtstromen (2015). De invloed van bergbezinkbassin Bruggenmors op de milieukwaliteit van de stedelijke waterstroom van Twente. Almelo.