

1040



Tauw

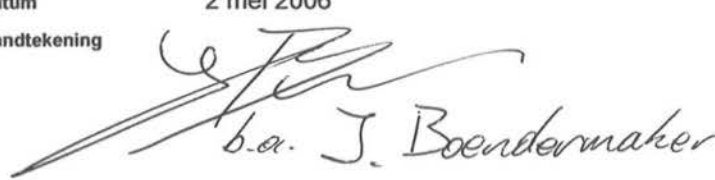


Integrale monitoring watersysteem Heeg

**Monitoring van het rioolstelsel en het effect van doorspoelen op
de oppervlaktewaterkwaliteit**

2 mei 2006

Verantwoording

Titel	Integrale monitoring watersysteem Heeg
Opdrachtgever	Wetterskip Fryslan, gemeente Wymbritseradiel, stichting RIONED
Projectleider	ir. F.C. Boogaard
Auteur(s)	ir. F.C. (Floris) Boogaard, ir. S. (Simon) Handgraaf, ing. S.S.M. (Sigrid) Haverkamp
Projectnummer	4259750
Aantal pagina's	70 (exclusief bijlagen)
Datum	2 mei 2006
Handtekening	 b.a. J. Boendermaker

Colofon

Tauw bv
Vestiging Amsterdam
Zekeringstraat 43 g
1014 BV Amsterdam
Telefoon (020) 606 32 22
Fax (020) 684 89 21

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001.

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doelstelling monitoring	9
1.3 Organisatie	10
1.4 Leeswijzer	10
2 Hoofdkenmerken oppervlaktewater en riolering	13
2.1 Oppervlaktewater	13
2.2 Riolering	13
3 Meetplan	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Neerslag	15
3.3 Meetopstelling bergbezinkbassin	15
3.4 Meetopstelling oppervlaktewater	17
3.4.1 Continue metingen	17
3.4.2 Steekmonsters	17
3.5 Samenvatting monitoringsprogramma	19
3.6 Beschouwing data	20
4 Riolering	21
4.1 Neerslag	21
4.2 Kwantitatief functioneren bergbezinkbassin	23
4.3 Kwalitatief functioneren bergbezinkbassin	24
4.3.1 Vuilemissie	25
4.3.2 Verwijderingsrendement	28
5 Oppervlaktewater	31
5.1 Inleiding	31
5.2 Steekmonsters	31
5.2.1 Bespreking data	32
5.2.2 Resultaten	33
5.2.3 Conclusies	39
5.3 Continue metingen: zuurstofgehalte	39

5.4	Bespreking data.....	39
5.5	Resultaten.....	41
5.6	Resultaten ten opzichte van vergelijkbaar onderzoek	45
6	Waterbodem	47
6.1	Inleiding.....	47
6.2	Resultaten waterbodemonderzoek	47
6.3	Bespreking resultaten	48
6.3.1	Algemeen.....	48
6.3.2	Heeg	49
7	Zuurstof model Duflow.....	53
7.1	Inleiding.....	53
7.2	Probleem.....	53
7.3	Beschrijving zuurstofmodel	53
7.4	Beschikbare gegevens voor kalibratie	54
7.5	Kalibratie overstorting	54
8	Landelijke kennis doorspoelen	59
8.1	Inleiding.....	59
8.2	Onderzoek	59
8.3	Geïnterviewde onderzoeken	59
8.3.1	Amersfoort	59
8.3.2	Delft.....	60
8.3.3	Volkerak-Zoommeer	60
8.3.4	Vlissingen.....	61
8.3.5	Ridderkerk.....	62
8.3.6	Amsterdam.....	63
8.3.7	Overige informatie.....	63
8.4	Resultaten.....	64
9	Conclusies en aanbevelingen.....	65
9.1	Algemeen.....	65
9.2	Conclusies	65
9.3	Aanbevelingen	68
	Literatuurlijst	69

Bijlage(n)

1. Achtergrondinformatie
2. Kenmerken watersysteem en riolering
3. Meetplan
4. Bergbezinkbassin
5. Kwaliteit oppervlaktewater
6. Waterbodem
7. Zuurstofmodel
8. Landelijk kennis doorspoelen
9. Meetprogramma Heeg in de pers

Figuren

Figuur 3.3 Definitieve doorspoeltrace (oude trace in bijlage 2).....	18
Figuur 4.2 Overzicht gemeten concentraties influent en effluent.....	25
Figuur 4.3 Verwijderingsrendement Bergbezinkbassin Heeg	30
Figuur 5.1 Kwaliteit boezemwater (gemiddelde van alle meetpunten)	33
Figuur 5.2 Concentraties stikstof voor april 2002.....	34
Figuur 5.3 Concentraties stikstof na april 2002.....	35
Figuur 5.4 Concentraties stikstof voor april 2002.....	36
Figuur 5.5 Concentraties stikstof na april 2002.....	36
Figuur 5.6 Oppervlaktewaterkwaliteit t.a.v. coli-achtigen, benedenstrooms van BBB (651).....	37
Figuur 5.7 Waterkwaliteit CZV en BZV, benedenstrooms van BBB (651)	38
Figuur 5.8 Zuurstofgehaltevergelijking op methode.....	40
Figuur 5.9 Zuurstofconcentratieverloop in diepte (eerste veldproef 25 april 2003).....	41
Figuur 5.10 Voorbeeld weergave zuurstofverloop per maand zonder overstort (figuur 7.2 laat zuurstofverloop met overstorting zien).....	42
Figuur 5.11 Zuurstofverloop februari 2004 (Externe overstorting op 1 februari).....	44
Figuur 5.12 Detail: Externe overstorting op 1 februari 2004 (van 15:34 tot 22:52, neerslag 28.6 mm).....	44
Figuur 6.1 Gemeten concentraties zware metalen in 2000, 2003 en 2005	50
Figuur 6.2 Gemeten concentraties aan PAK in 2000 en 2003.....	51
Figuur 7.1 Zuurstofverloop meting en kalibratieberekening OTD5	56
Figuur 7.2 Zuurstofverloop meting en kalibratieberekening OTD6	57
Figuur 7.3 Zuurstofverloop meting en kalibratieberekening OTD7	58
Figuur 8.1 Gemaal Zeeburg.....	63

Tabellen

Tabel 1.1 Begeleidingscomissie	10
Tabel 2.1 Emissie hoofdgebied.....	14
Tabel 3.1 Neerslagmetingen Heeg e.o.	15
Tabel 3.2 Monsternamepunten oppervlaktewater.....	17
Tabel 3.3 Samenvatting monitoringsprogramma Heeg	19
Tabel 4.1 Neerslagtotalen gedurende meetperiode (en 3 jaar ervoor)	22
Tabel 4.2 Samenvatting functioneren BBB 2001-2004 (volledig overzicht in bijlage 4).....	23
Tabel 4.3 Theoretisch functioneren BBB	24
Tabel 4.4 Tijdsproportioneel bemonsterde overstortingen.....	24
Tabel 4.5 Concentraties vuilemissie (extern) BBB Heeg; gemiddeld (min-max)	26
Tabel 4.6 Verwijderingsrendment BBB Heeg	29
Tabel 5.1 Monstername oppervlaktewater.....	32
Tabel 6.1 Monstername waterbodem	47
Tabel 6.2 Milieuhygienische kwaliteit waterbodem benedenstrooms van overstort R0.04	48
Tabel 8.1 Resultaten onderzoek Amersfoortse wateren.....	60
Tabel 8.2 Weergaven van zuurstofconcentraties voor en na de getroffen maatregel	62

1 Inleiding

Op 1 januari 2001 is in Heeg (gemeente Wymbritseradiel in Friesland) een monitoringsonderzoek gestart naar de effecten van doorspoelen bij overstortingen op de oppervlaktewaterkwaliteit. Hiertoe zijn gedurende vier jaar onder andere de kwantiteit en kwaliteit van het overstortende water en het oppervlaktewater gemeten.

1.1 Aanleiding

Het rioolstelsel in de kern van Heeg heeft twee overstorten vanuit een gemengd stelsel op de watergang ten noorden van Heeg. Achter één van de overstorten is een bergbezinkbassin van 410 m³ gerealiseerd. Wetterskip Fryslân heeft bij het verlenen van de Wvo-vergunning eisen gesteld aan de grootte van het ontvangend oppervlaktewater. De grootte van het oppervlaktewater dient dusdanig te zijn dat het zuurstofgehalte boven 1 mg/l blijft bij een overstorting met een herhalingsstijd van eenmaal in de vijf jaar.

Tauw heeft onderzocht of doorspoelen een alternatief is voor het vergroten van het oppervlaktewater omdat ruimte hiervoor niet altijd beschikbaar is. Uit de modelresultaten van de waterkwaliteitsberekeningen blijkt dat in Heeg doorspoelen een goed alternatief is. Het is echter onzeker hoe betrouwbaar deze berekeningen zijn, doordat de berekeningen zijn gebaseerd op een groot aantal aannames betreffende de initiële waterkwaliteit en de vervuiling van het overstortende water. Verder is het watersysteem door gebrek aan praktijkdata in de berekeningen sterk geschematiseerd. De betrokken partijen hebben daarom besloten metingen te verrichten aan het rioolstelsel en de watergangen, zodat de aannames beter onderbouwd kunnen worden.

1.2 Doelstelling monitoring

De monitoring heeft de volgende (sub-)doelenstellingen:

1. inzicht krijgen in het effect van de vuilemissie op de kwaliteit van het ontvangend oppervlaktewater
2. het effect bepalen van doorspoelen op de oppervlaktewaterkwaliteit;
3. het bepalen van de werkelijke vuiluitworp bij het bergbezinkbassin;
4. het bepalen van het rendement van het bergbezinkbassin;
5. het kalibreren van het toegepaste rekenmodel (Duflow) voor de berekening van het zuurstofgehalte in oppervlaktewater;
6. inzicht verkrijgen in de oppervlaktewaterkwaliteit en ervaring opdoen met het continue meten van het zuurstofgehalte;

Ook is gekeken in hoeverre de resultaten in Heeg zich verhouden tot de bevindingen van vergelijkbaar onderzoek op andere locaties in Nederland.

1.3 Organisatie

Het onderzoek is uitgevoerd door adviesbureau Tauw bv, de gemeente Wymbritseradiel, Wetterskip Fryslân (waterkwaliteitsbeheerder en voormalig Wetterskip Marne-Middelsee als waterkwantiteitsbeheerder), Van Essen Instruments (Schlumberger/Eijkelkamp) en is mede mogelijk gemaakt door financiële bijdragen van Stichting Rioned en Landustrie.

Tabel 1.1 Begeleidingscomissie

Naam:	Instantie:
Floris Boogaard, Simon Handgraaf	Tauw bv
Theo Weidenaar/Michiel Cnossen/Roelof Grondsma	Gemeente Wymbritseradiel
Koos Koops	WS Fryslân (WS Marne-Middelsee)
Pieter Sollie /Sandra van Strien	WS Fryslân
Peter Westerhuis/Ronald Wolkenfelt	Schlumberger/Eijkelkamp
Jackob Beuker	Landustrie
Ton Beenen	stichting RIONED

Dank is verschuldigd o.a.: Geert Bos (gemeente Wymbritseradiel), de heer van Tol & de heer Ringnalda (neerslag registratie).

De volgende organisaties hebben meegewerkt aan de enquête om de ervaringen met doorspoelen te inventariseren: Waterschap Groot Salland, Waterschap Hunze en Aa's, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Rijn en IJssel, Waterschap Roer en Overmaas, Waterschap Vallei en Eem, Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterschap Zeeuwse Eilanden, Waterschap Zeeuws Vlaanderen.

Gemeente Driebergen, Gemeente Hellevoetsluis, Gemeente Rotterdam, Gemeente Vlissingen, Gemeente Barendrecht, Gemeente Bloemendaal, Gemeente Delft, Gemeente Den Haag, Gemeente Etten-Leur, Gemeente Hoorn, Gemeente Leerdam, Gemeente Lelystad, Gemeente Ridderkerk, Gemeente Utrecht en gemeente Sneek.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de belangrijkste kenmerken van het watersysteem en de riolering. Het meetplan wordt toegelicht in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 gaat in op het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van de riolering (met name het functioneren van het bergbezinkbassin). De oppervlaktewaterkwaliteit voor en na overstortingen wordt beschouwd in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 wordt de kwaliteit van de waterbodem behandeld gevolgd door de resultaten van het gekalibreerde zuurstofmodel in hoofdstuk 7. In hoofdstuk 8 wordt aandacht besteed aan de bevindingen van

doorspoelplannen in andere gemeenten en gerelateerde informatie waarmee een verband wordt gelegd met de bevindingen in Heeg. Met de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 9 wordt deze rapportage afgesloten.

De belangrijkste bevindingen zijn in dit rapport weergegeven, vanwege de leesbaarheid is zoveel mogelijk achtergrondinformatie opgenomen in de bijlagen.

Kenmerk R002-4259750FCB-gwi-V02-NL

12

2 Hoofdkenmerken oppervlaktewater en riolering

2.1 Oppervlaktewater

Het onderzoeksgebied is gelegen in 'Kromme Jelte', een gebied van 976 ha met 64 peilvakken waarvan Wetterskip Fryslân waterkwaliteits- en waterkwantiteitsbeheerder is.

Kromme Jelte bestaat uit een peilvak van 347 ha dat wordt bemalen door 2 vijzels met een capaciteit van 78 m³/min. Er wordt een peil nagestreefd van -2,40 m NAP. Het gehele oppervlaktewatersysteem Kromme Jelte is gedimensioneerd op 11,50 mm/dag.

Door middel van een waterbalans is bepaald dat er gemiddeld in het gebied een wegzijging is van 0,2 mm/dag. Waarschijnlijk is kwel en wegzijging verdeeld over het gebied aanwezig; kwel aan de randen vanuit de boezem en wegzijging vanuit de rest van het gebied. Gebiedsbreed is er netto meer wegzijging dan kwel. Het percentage open water is gelijk aan 1,5% bij het streefpeil [HKV, 2001]¹.

In het gebied en het doorspoeltracé worden door middel van diverse kunstwerken lokaal verschillende peilen nagestreefd (zie bijlage 2).

2.2 Riolering

De riolering in de kern van Heeg heeft 2 overstortputten waarvan de laagste met een peil van -1,60 m NAP. Het afvoerend oppervlak is 16 ha. Achter de laagste overstort is een bergbezinkbassin aanwezig met een berging van 2 mm en een inhoud van 410 m³. Dit bassin is in het kader van dit onderzoek onderworpen aan metingen naar de kwantitatieve en kwalitatieve vuiluitworp. De berging in het rioolstelsel is 7,3 mm.

In de volgende tabel worden de emissies weergegeven die zijn berekend voor het hoofdgebied in het rapport Rioleringsplan Heeg van september 1998.²

¹ Achtergrondrapport 1: Modelinstrumentarium, HKV lijn in water, december 2001, PR416.20

² Rioleringsplan Heeg, Tauw, 30 september 1998, 7046286-R111

Tabel 2.1 Emissie hoofdgebied

Gebied	Berging	P.o.c	Overstortingsgegevens			Emissie	
	(mm)	(mm/h)	Volume (mm/jr)	Duur (h/jr)	Freq. (-/jr)	Vracht (kg BZV/jr)	Vracht (kg BZV/ha)
Hoofdgebied	7,3	0,7	66,5	22,4	11,6	532	33,3
BBB ³	2,6	-	44,1	13,4	6,4	247	15,4

³ De interne drempel en externe drempel van het bassin liggen resp. op -1,80 m NAP en -1,60 m NAP. Geen diffusiewand aanwezig.

3 Meetplan

3.1 Inleiding

Om inzicht te krijgen in het functioneren van de riolering en het watersysteem is een monitoringsplan opgesteld. In dit hoofdstuk zijn de hoofdlijnen van dit monitoringsplan opgenomen. In bijlage 3 worden gerelateerde informatie over de procedures, specificaties van de meetapparatuur e.d. verder toegelicht.

3.2 Neerslag

De neerslag wordt in en in de omgeving van Heeg op diverse locaties gemeten, deze meetlocaties en hun meetkarakteristieken zijn opgenomen in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Neerslagmetingen Heeg e.o.

Meetlocatie	Opnemer	Meetmethode	Meetfrequentie	Afstand tot BBB
Heeg	KNMI	Hellman regenmeter	dagelijks ⁴	± 800 meter
Heeg	Gemeente	kantelbakmethode	5/15 minuten ⁵	± 100 meter
Heeg	Van Tol	handmeting	dagelijks	± 1500 meter
Heeg, gemaal Lauwe poel	WS MM	Automatische registratie	dagelijks	± 1800 meter
Heeg	H. Ringnalda	handmeting	dagelijks	± 300 meter
Lemmer	R.J.Drent	Automatische registratie	30 minuten	± 20 km
Sneek	J.A.Lubbers	handmeting	dagelijks	± 9 km

Voor dit meetprogramma is voornamelijk gebruik gemaakt van de twee eerst genoemde regenmeters op basis van beschikbaarheid, betrouwbaarheid, afstand en meetfrequentie.

3.3 Meetopstelling bergbezinkbassin

Op hoofdlijnen heeft dit onderzoek naar het functioneren van de riolering dezelfde doelstellingen zoals geformuleerd als spoor 2 en 3⁶ in de CIW –rapportage ‘Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten’.

Bij de interne en externe drempel zijn hoogtemeters geplaatst ter bepaling van het overstortingsdebiet, de overstortdrempels zijn hiervoor voorzien van een overstortmes. De

⁴ De neerslag wordt handmatig gemeten met een standaardregenmeter, waarvan de bovenrand van de trechter zich op 40 cm boven het maaiveld bevindt. De opvangtrechter heeft een opening van 2 dm². De aftappingen vinden dagelijks plaats om 8 uur UT (KNMI).

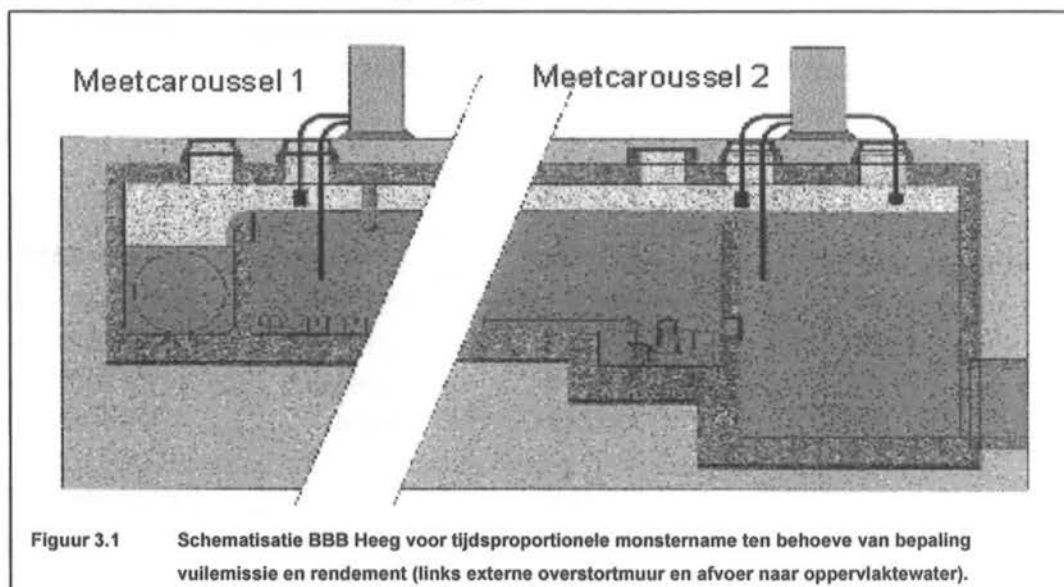
⁵ Halverwege het meetprogramma is de meetfrequentie verhoogd van 15 naar 5 minuten.

⁶ Spoor 2: Het vergroten van het inzicht in het feitelijk functioneren van de gemengde riolering.

Spoor 3: Het effect van een riooloverstorting op het ontvangende water aantoonbaar maken.

niveaumeters registreren de waterhoogte bij de interne drempel en de externe drempel. De afvoerleiding van het bassin mondt uit op het doorspoeltracé ter plaatse van meetpunt 651 (zie figuur 3.3).

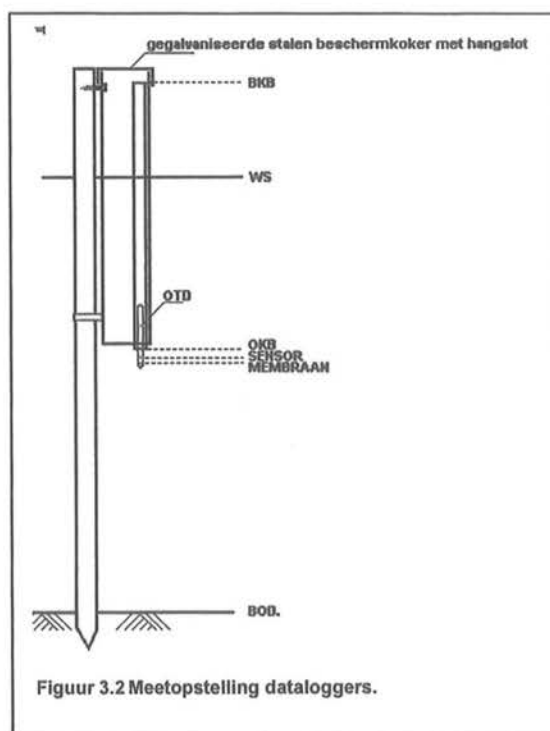
De tijdsproportionele monstername is verzorgt door twee monstercarroussels, een bij de interne en een bij de externe drempel. De carroussels bevatten elk 24 flessen van 0.5 liter en nemen tijdsproportionele monsters om de 6 minuten zodra een overstorting optreedt. Bij de analyse van de monsters zijn mengmonsters gemaakt van 3 flessen. Er is alleen geanalyseerd als zowel een interne als een externe overstorting is opgetreden.



3.4 Meetopstelling oppervlaktewater

3.4.1 Continue metingen

Om een relatie te kunnen leggen tussen het kwaliteitsverloop en het optreden van een riooloverstorting vanuit het bergbezinkbassin is ten minste één meting nodig. Aangezien het hier tevens om een beoordeling gaat van het gehele doorspoeltracé is in de watergangen boven- en benedenstrooms op geregelde afstand meetapparatuur geplaatst (monsternamepunten: zie figuur 3.3). Om het effect van een overstorting en doorspoelen op de zuurstofhuishouding te meten is in Heeg gekozen voor OTD-divers. Deze datalogger meet via een optisch oog continu de zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater alsmede de temperatuur ervan⁷ en is in Heeg voor het eerst in de praktijk toegepast. De specificaties van de datalogger voldoen aan de aanbevelingen⁸ van de CIW [CIW, 2002]. Een omschrijving en de specificaties van de toegepaste meetapparatuur is opgenomen in bijlage 3.



3.4.2 Steekmonsters

Naast het meten van het zuurstofgehalte worden op gezette tijden en na overstortingen op zeven locaties monsters genomen van het oppervlaktewater. De zeven meetpunten zijn opgenomen in tabel 3.2 (monsternamepunten: zie figuur 3.3).

Het oppervlaktewater is geanalyseerd op: temperatuur, geleidbaarheid, zuurgraad, zichtdiepte, zuurstof, biochemisch zuurstofverbruik (BZV), chemisch zuurstofverbruik (CZV), chloride, fosfaat, nitraat, nitriet, ammonium, stikstof, coli37 en coli44.

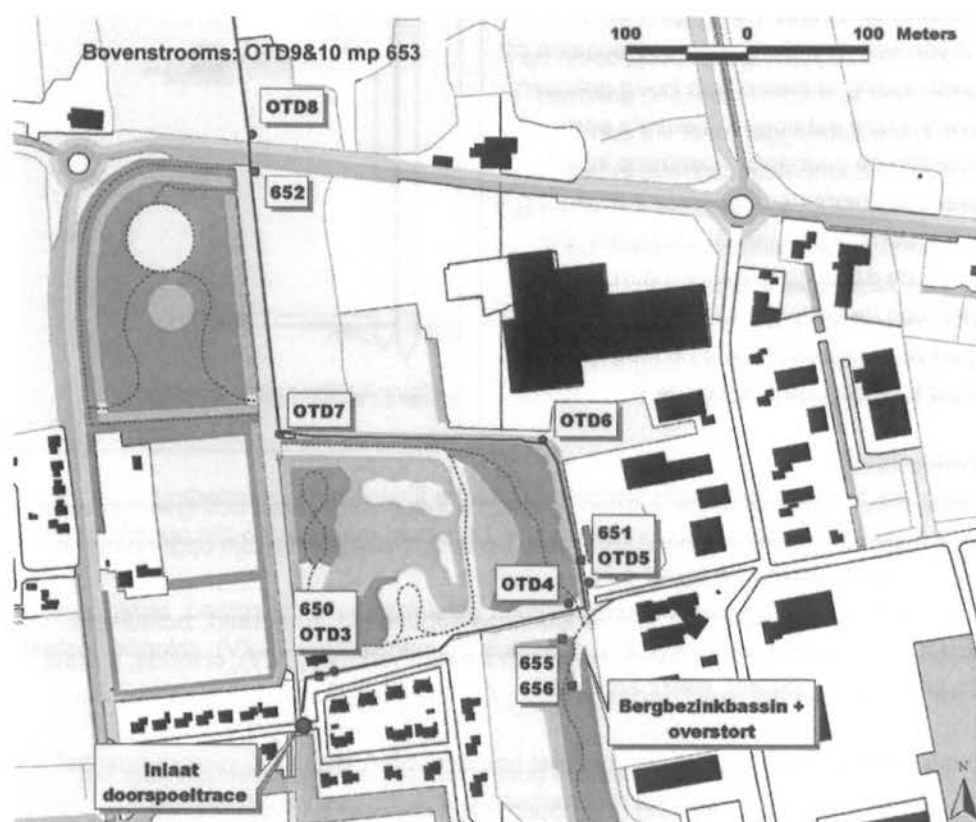
Tevens zijn, in het kader van het reguliere 'meetnet boezemwater', metingen verricht naar het boezemwater waarmee wordt doorgespoeld (meetpunten Heegermeer en Schuttelpoel).

Tabel 3.2 Monsternamepunten oppervlaktewater

⁷ Voor de vergelijking met verificatiewaarden (steekmonsters) en inzicht in het zuurstofverloop is het wenselijk om uit het zuurstofgehalte de verzadigingsgraad af te kunnen leiden waardoor het separaat continue meten van de watertemperatuur gewenst is (zie ook bijlage 1 'achtergrondinformatie'). De meeste zuurstofmeters zijn echter temperatuur-gecorrigeerd en loggen afhankelijk van de instelling in milligram per liter [mg/l] of verzadigingsgraad.

⁸ Voor het meetbereik van de zuurstofmeter wordt geadviseerd 0-200% of 0-15 mg/l met een meetnauwkeurigheid van $\pm 2,5\%$ van de meetwaarde. Een meetbereik van de temperatuurmeter van $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ met een meetnauwkeurigheid van $\pm 1,0\%$ van de meetwaarde wordt voldoende geacht.

Nummer	Code	omschrijving
1	648	HEEG, inlaat boezemwater
2	649	HEEG, na overstort R0.03
3	650	HEEG, bruggetje
4	651	HEEG, na overstort R0.04
5	652	HEEG, stuw Lytshuzen
6	653	HEEG, Alde Skatting
7	654	HEEG, Hettingawei



Figuur 3.3 Definitieve doorspoeltrace (oude trace in bijlage 2)

3.5 Samenvatting monitoringsprogramma

In het kader van het monitoringsprogramma zijn metingen aan de riolering, oppervlaktewater en waterbodem verricht. De specificaties van deze metingen (de methodiek, meetlocaties en -frequenties alsmede de geanalyseerde parameters) zijn opgenomen in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Samenvatting monitoringsprogramma Heeg

Onderzoeksitem	meetmethodiek	Meet-punten	meetfrequentie	te bepalen: ⁹
Algemeen				
neerslag	neerslagmeter (kantelbak principe)	1 /(4)	5 minuten, verificatie met 4 meetpunten (dagneerslagen)	Neerslaghoeveelheden en bui-intensiteit [mm]
Riolering				
Overstortingsfrequentie BBB	dataloggers	2	om de minuut	waterstanden intern en extern gerelateerd aan overstortniveau's
bepalen van overstortingvolume	Waterstandsmetingen, pompdebiet-registratie		elke overstorting	overstortingsfrequentie en -debiet [m ³ /d uit geschatte Q,h relatie (meetschot aangebracht)
kwaliteit overstortingswater	tijdsproportionele meting (intern en extern)	2	Bij zowel interne als externe overstorting om de 6 minuten ¹⁰	BZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o-PO ₄ , tN, CZV, tP ¹¹
Watersysteem				
Kwantiteit doorspoeldebiet	Debietmetingen met meetschot	1	bij doorspoeling (na okt 2002 beschikbaar)	Debietregistratie [m ³ /h] Te verifiëren/aanvullen aan snelheden en dwarsprofiel/pompdebiet.
waterkwaliteit continue metingen	Dataloggers: OTD-divers	10	5 minuten uitleesfrequentie maandelijks	zuurstof, temperatuur, waterstanden ¹² , Verificatie door veldbemonsteringen (op 1 meetpunt geleidbaarheid continue gemeten ¹³)
droog weer kwaliteit oppervlaktewater	steekmonsternamen oppervlaktewater	7	gemiddeld 4 maal per jaar (i.h.a. mei, augustus, november en februari)	BZV/CZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o-PO ₄ , tN, tP, E. Colie 37°/44°C.

⁹ De te analyseren parameters (BZV, BZV₂, O₂, NH₄, T) dienen voor toetsing Duflow model aan kwaliteitsnormen (tevens ter bepaling rendement van het BBB).

¹⁰ Gebaseerd op twee overstortingen per met 7 interne en externe monsters met een totale overstortduur van ruim 2 uur. Hierbij wordt een mengmonster van 3 flessen om de 18 minuten gegenereerd.

¹¹ Coli kiemgetal 44 °C en 37 °C, chemie 1+2+3 en Zs (1: stikstof, fosfaat, 2: nitriet, nitraat, ammoniak, orthofosfaat, 3: BZV/CZV)

¹² Tevens wordt de luchtdruk gemeten voor de compensatie van de luchtdrukvariaties. Deze is geplaatst op de gemeentewerf van Wymbritseradiel (circa 100 meter van het BBB).

¹³ D.m.v. een CTD-Diver die de geleidbaarheid van het water registreert, de watertemperatuur en het waterniveau. Deze Diver is geplaatst in de watergang na de externe overstort van het bergbezinkbassin, locatie 651.

kwaliteit oppervlaktewater na overstort	steekmonstername oppervlaktewater	7	Geraamd op 4 maal per jaar	BZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o-PO ₄ , tN, tP, E. Colie 37o/44oC.
Boezemwater	Steekmonstername oppervlaktewater	2	Enkele malen per jaar	BZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o-PO ₄ , tN, tP, Entrobacter 37°C en E. Colie 44°C.
Waterbodem				
aanvullend onderzoek waterbodem	monstername bodem	2	3 maal (nulsituatie, tussentijds plekken en eindsituatie afhankelijk van onderhoud)	analyse op NVN-pakket en veterinaire parameters

Gedurende het meetprogramma zijn geen aanpassingen aan de stelselkenmerken van het rioolsysteem verricht (bv poc-verlaging).

3.6 Beschouwing data

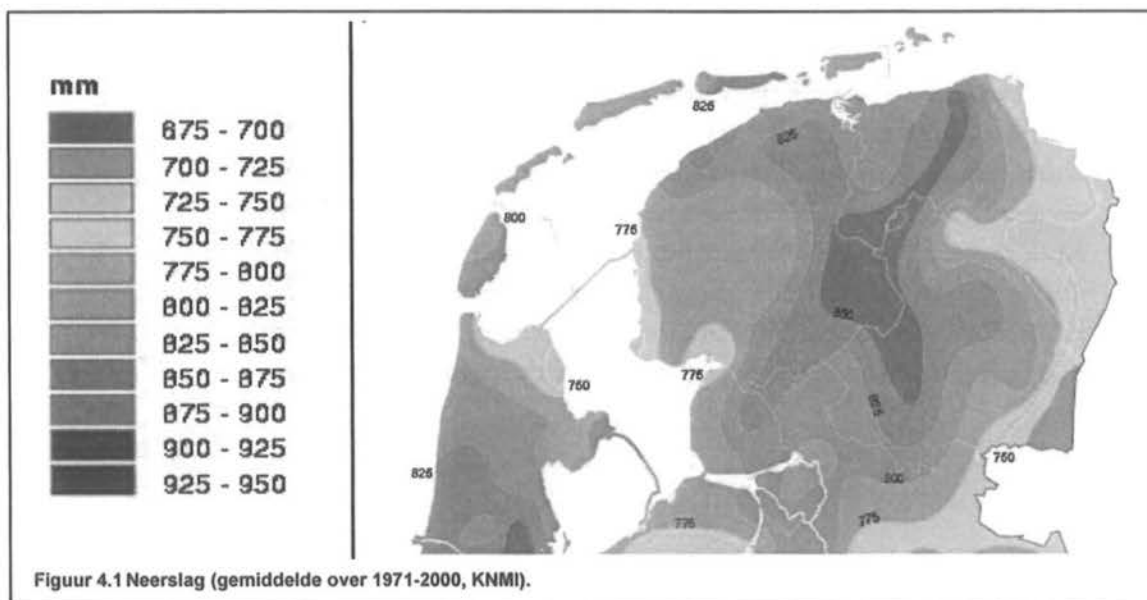
In de vier jaar is zo veel mogelijk data verzameld betreffende het kwantitatief en kwalitatief functioneren van het watersysteem en riolering. In het eerste anderhalf jaar heeft het project te maken gehad met een wijziging van het doorspoeltracé en niet functioneren van meetapparatuur. Tevens is zoals bij veel meetprogramma's binnen de meetperiode dataverlies¹⁴ opgetreden door vele factoren (onjuiste installatie, bevriezing, storingen e.d.) mede doordat ervaring is opgedaan met nieuwe meetapparatuur. De data zijn zoveel mogelijk geverifieerd zodat fouten en of inconsistenties zijn achterhaald en gecorrigeerd. Toetsing aan de praktijk is verricht door twee veldproeven, het bijhouden van een logboek en inventariseren van klachten. Er zijn echter bij het waterschap en gemeente in de meetperiode geen meldingen/klachten binnengekomen met betrekking tot het oppervlaktewater en riolering in het openbaar gebied. Binnen een meetprogramma wordt altijd gestreefd naar een zo volledig mogelijk en uitgebreid dataset. Zo was van de vuiluitworp van het bergbezinkbassin meer data gewenst om een nauwkeurig inzicht in het functioneren ervan te creëren alsmede het effect van de vuilemissie op oppervlaktewater. Binnen de beschikbare middelen is echter in 4 jaar zoveel mogelijk data verzameld en is besloten het project af te ronden om in een vroeg stadium de gegevens als totaal te evalueren en beschikbaar te stellen voor derden.

¹⁴ Oorzaken van ontbrekende waarden bij meetprogramma's kunnen in het algemeen optreden door bijvoorbeeld: storingen, type/invoerfouten; (verschillen in) opslag, transport of analysemethoden, uitschieters (onwaarschijnlijk hoge of lage waarden); onjuiste detectielimieten (concentratie beneden bepaald niveau); verkeerde meeteenheden; verwisseling van monsters; fouten in bemonstering.

4 Riolering

4.1 Neerslag

Gemiddeld valt er in Heeg een neerslag van 775-800 mm (gemiddelde van de laatste 30 jaar, 1971-2000, zie figuur 4.1).



Zoals in hoofdstuk 3 beschreven worden diverse neerslagmetingen verricht in en in de omgeving van het bergbezinkbassin. De meeste betreffen neerslagmetingen met een uitleesfrequentie van eens per dag. Voor het beoordelen van het functioneren van het rioelstelsel (bepalen vuilvrachten) zijn dagneerslagen onvoldoende, daarom is besloten de neerslag continue in Heeg te meten. Bij dataverlies wordt deze data aangevuld en of geverifieerd met diverse aanvullende metingen.

Een onderlinge vergelijking van de diverse metingen is opgenomen in bijlage 3 alsmede een overzicht van de gemeten neerslag. In dit overzicht zijn tevens de dagen waarop externe overstortingen zijn opgetreden vanuit het bergbezinkbassin gearceerd zodat een eerste relatie gelegd wordt tussen de neerslag en het functioneren van het bergbezinkbassin, zie verder paragraaf 4.2).

Gezien de meetfrequentie en de afstand tot het bergbezinkbassin zijn de continue neerslaggegevens van de gemeente de belangrijkste input voor bui-registratie. Verificatie en/of aanvulling heeft plaatsgevonden met de overige neerslagmetingen in en in de omgeving van Heeg. Voor de jaarlijkse neerslaghoeveelheden zijn de cijfers van het KNMI gebruikt, zie tabel 4.1. In de vier meetjaren 2001-2004 is gemiddeld 918 mm neerslag gemeten in Heeg

(norm¹⁵: 807.3 mm). De meetjaren 2001, 2002 en 2004 mogen als relatief nat worden bestempeld, in het meetjaar 2003 is weinig neerslag gevallen (zie voor maandelijkse overzichten bijlage 2).

Tabel 4.1 Neerslagtotalen gedurende meetperiode (en 3 jaar ervoor)

meetjaar	kalenderjaar	Neerslag [mm]
-	1998	1049.0
-	1999	903.3
-	2000	932.2
1	2001	1014.3
2	2002	986.6
3	2003	680.3
4	2004	991.3

15

¹⁵ KNMI; district 2 station nr. 79 langdurig gemiddelde

4.2 Kwantitatief functioneren bergbezinkbassin

Overstortingsgebeurtenissen

In 2001 zijn in Heeg zes externe overstortingen gemeten, in 2002 negen, in 2003 drie en in 2004 zijn zeven externe overstortingen geregistreerd. De bijbehorende gemeten overstortingsdebieten zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Samenvatting functioneren BBB 2001-2004 (volledig overzicht in bijlage 4)

Datum	Interne overstorten	Externe overstorten	Totale geschatte volume externe overstortingen [m ³ /jr] ¹⁶	Minimale en maximale overstortvolume [m ³] (minimum-maximum)
2001	>6	>6	>4142,3	(459.1-911.9)
2002	14	9	8872	(52.4-2464.4)
2003	7	3	5073,4	(1235.2-1990.5)
2004	18	7	3631,3	(23-1111)
gemiddeld		6,3	5429.8	
Totaal	>39	25	21719	

¹⁶ Een voorbeeld van het verloop van de waterstanden in het bergbezinkbassin en riolering zijn opgenomen in bijlage 4.

Het gemiddeld aantal externe overstorten over de vier meetjaren is 6,3/jr. De gemiddelde hoeveelheid overgestort afvalwater is 5429,8 m³/jaar. Uit tabel 4.2 is af te leiden dat de overstortingen allen zijn optreden bij neerslagtotalen groter dan 10 mm/d¹⁷.

¹⁶ Het geschatte debiet is op basis van de bepaalde coëfficiënt van 1,73 in de overlaatformule, zie bijlage 4. Het '>' geeft aan dat er in de periode metingen missen waardoor het debiet als minimaal overstortingsvolume dient te worden geïnterpreteerd.

¹⁷ Vanwege een pompstoring eind 2003 is een externe overstorting opgetreden. Aangezien door de storing ook de meetapparatuur geen data heeft geregistreerd zijn hiervan geen gegevens bekend. Deze melding is opgenomen in het logboek.

Theoretisch functioneren BBB

Ter vergelijking is in tabel 4.3 het theoretisch functioneren van het bergbezinkbassin weergegeven. Het functioneren van het rioolstelsel en het bassin is gemodelleerd met het rioleringsmodel Balans (een reservoirmodel) voor de neerslagreeks 'de Bilt 1955 - 1979'. Deze modellering kwam uit op een gemiddelde overstortingsfrequentie van 6.4 keer per jaar op basis van het standaard inloopmodel volgens de Leidraad Riolerings module C2100. De berekende overstort frequentie van 6,4 komt opvallend¹⁸ overeen met de gemiddeld gemeten overstortingsfrequentie van 6,3/jr.

Tabel 4.3 Theoretisch functioneren BBB

Gebied	Overstortingsgegevens			Emissie	
	Volume (mm/jr)	Duur (h/jr)	Freq. (-/jr)	Vracht (kg BZV/jr)	Vracht (kg BZV/ha)
praktijk	34 ¹⁹	..	6,3		
Theoretisch	44,1	13,4	6,4	247	15,4

4.3 Kwalitatief functioneren bergbezinkbassin

De tijdproportionele meters die het overstortend rioolwater in het bergbezinkbassin monitoren (in- en extern) zijn sinds eind 2002 operationeel en ingeregeld. In de meetperiode zijn twee buien volledig bemonsterd (7 interne en externe monsters bij een totale overstortduur van ruim 2 uur bemonsterd waarvan om de 18 minuten een mengmonster is genomen van 3 flessen voor analyse).

Tabel 4.4 Tijdsproportioneel bemonsterde overstortingen

Overstort- nummer	datum	Debiet [m ³]	Doorspoeldebiet [m ³]	Begintijd	Eindtijd	Neerslag overstorting [mm/d]
1	2 juni 2003	1235	Totaal 655 m ³ 144 m ³ /hr	16:16(02-06)	18:59(02-06)	32.3
2	7 juli 2004	1070 ³	Nb			32.2

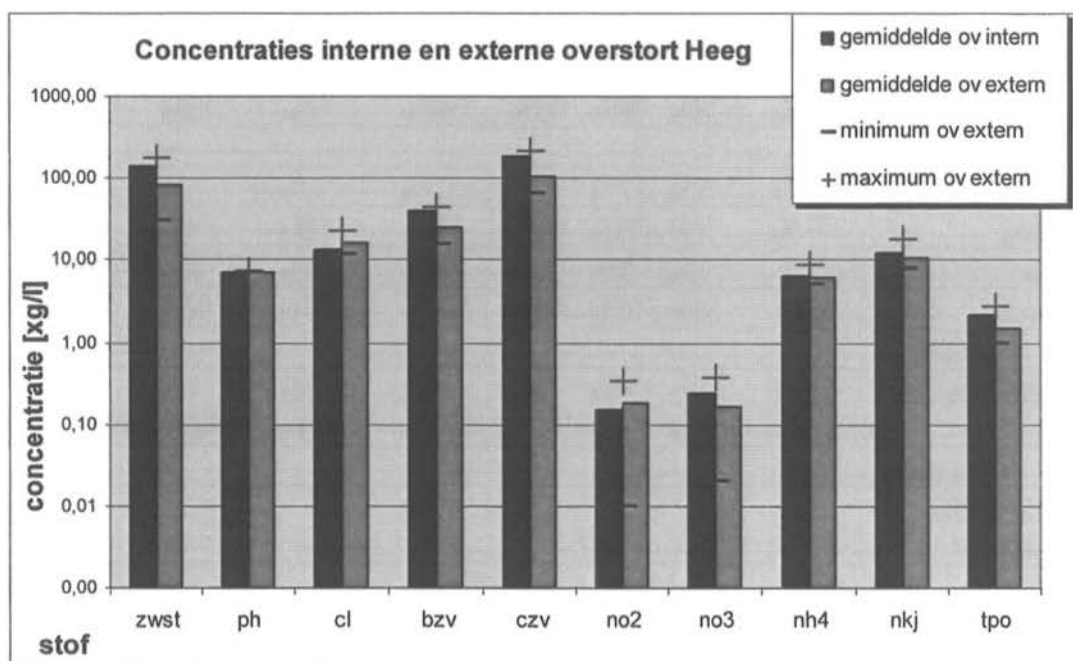
¹⁸ Ten aanzien van onzekerheden bij de bepaling van hydraulische belasting van de riolering (modelparameters en -structuur; invoeronzekerheid, modelonzekerheid en parameteronzekerheid). Deze opvallende overeenkomst kan men vanwege de onzekerheden en de vergelijking van deze 4 meetjaren met de 25 regenreeks 1955-1979 ook 'toeval' noemen.

¹⁹ Op basis van 16ha (hoofdstuk 2)

4.3.1 Vuilemissie

Van beide overstortingen zijn 32 monsters geanalyseerd. De concentraties van de externe overstortingen vanuit het bergbezinkbassin worden per overstortingsgebeurtenis in tabel 4.5 weergegeven (18 monsters). In figuur 4.2 worden de gemiddelde waarden van de metingen van beide overstortingen gevisualiseerd (gesplitst in intern en extern respectievelijk influent en effluent).

Het overzicht en figuur 4.2 laten zien dat de gemeten kwaliteit van het effluent in algemene zin beter is dan het influent (op nitriet en nitraat na, waarschijnlijk veroorzaakt door omzettingsprocessen). De bandbreedtes van de concentraties (verschil tussen minimale en maximale concentratie) zijn bij het influent groter dan bij het effluent door bezinking.



Figuur 4.2 Overzicht gemeten concentraties influent en effluent

Tabel 4.5 Concentraties vuilemissie (extern) BBB Heeg²⁰; gemiddeld (min-max)

	Onopgeloste bestanddelen	Zuurgraad	Chloride	Blochemisch Zuurstofverbruik	Chemisch Zuurstofgebruik	Nitriet	Nitraat	Ammonium	Kjeldahl-N	Totaal fosfaat
code	zwst	pH	cl	Bzv ₅	czv	no ₂	no ₃	nh ₄	n _H	tpo
eenheid	mg/l	pH	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Overstorting 1										
Aantal waarden	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
gemiddelde	83,75	7,18	16,25	24,75	106,50	0,18	0,17	6,35	10,64	1,52
minimum	31,00	7,10	12,00	16,00	67,00	0,01	0,02	5,30	8,10	0,99
maximum	180,00	7,40	23,00	45,00	219,00	0,34	0,38	8,70	18,10	2,80
Overstorting 2										
Aantal waarden	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
gemiddelde	77,88	7,21	10,78	19,50	80,75	0,08	0,46	4,25	8,51	1,30
minimum	41,00	7,10	9,00	15,00	54,00	0,06	0,03	2,90	7,80	1,10
maximum	180,00	7,30	15,00	31,00	172,00	0,11	0,61	5,20	10,90	2,30
Concentraties										
Gemiddelde concentratie	80,8	7,2	13,5	22,1	93,6	0,1	0,3	5,3	9,6	1,4
ov1&2	(31-180)	(7,1-7,4)	(9-23)	(15-45)	(67-219)	(0,02-0,34)	(0,02-0,61)	(2,9-8,7)	(7,8-18,1)	(0,99-2,8)
Andere locaties										
Algemeen: generiek				55	250					
jaargemiddelde ²¹										
Tilburg ²²	260-150				170-105				9,3-7,9	1,5-1,2
Dorp Oost Stolwijk	105			35	160				11	2,0
	(10-660)			(9-105)	(35-600)				(5-22)	(1-5,8)
Literatuurwaarden	105-320			40-124				5-8	9,7-15,2	2,1-3
NWRW ²³										
Loenen(NWRW, 1989)	300			40	270				10,4	3
	(x-1200)				(x-875)				(x-26)	(x-7)
Kerkrade (NWRW, 1989)	320			74,6	243				13,4	3

²⁰ bij nitraat en nitriet zijn detectiegrenzen geanalyseerd, deze zijn als worst case scenario als volledige waarden meegenomen in de beschouwing.

²¹ berekening generieke jaargemiddelde concentraties uit de NWRW gegevens, Stowa 'stelsel- en gebiedsspecifieke emissiefactoren voor gemengde rioolstelsels. DHV iov Stwa, 2004

²² vuilconcentraties respectievelijk boven- en benedenstrooms bergbezinkbassin, praktijkonderzoek naar de vuilemissie van een verbeterd gemengd rioolstelsel, meetlocatie Tilburg Oost, Arcadis februari 1999

²³ literatuurwaarden [NWRW, 1989], NB Po₄ gelijk gesteld aan totaal fosfaat, droge stof als onopgeloste bestanddelen, bezinkselvolume [ml/l] ook bekend. Van de literatuurwaarde wordt de vuilemissie van Loenen vaak gebruikt als referentiesituatie

	Onopgeloste bestanddelen	Zuurgraad	Chloride	Biochemisch Zuurstofverbruik	Chemisch Zuurstofgebruik	Nitriet	Nitraat	Ammonium	Kjeldahl-N	Totaal fosfaat
Oosterhout (NWRW, 1989)	108			124.4	389				15.2	4.8
Bodegraven (NWRW, 1989)	105			40.4	148				9.7	2.1
Coevorden ²⁴	91.1 (4-613)			163,4 (27-989)						
'norm' ²⁵				250 (x-400)						

In tabel 4.5 zijn tevens gemeten vuilemissies op andere locaties weergegeven ter vergelijking. Bij deze onderlinge vergelijking wordt opgemerkt dat deze indicatief is aangezien voor een goede vergelijking diversen aspecten in de vergelijking meegenomen dienen te worden, zoals:

- Meetmethodiek (steekmonsters, mengmonsters)
- De rioelstelselkenmerken (berging, poc, Av)
- Verhard oppervlak (aard, gebruik en beheer)
- Gebruikers (huishoudens, bedrijven, industrieën)
- Samenstelling afvalwater (verhouding regenwater/huishoudelijk afvalwater alsmede fracties en daaraan gebonden verontreinigingen)

Voorgaande aspecten kunnen de kwaliteit van het afvalwater sterk beïnvloeden, de kwaliteit van een overstorting is daarom stelsel- maar ook bui-afhankelijk²⁶.

Als referentie- of toetsingscriteria wordt nog vaak het onderzoek van de NWRW (thema 5.2 'De vuiluitworp van gemengde rioelstelsels', ir. K. Bakker e.a., juni 1990) gebruikt waarbij de resultaten van kwaliteitsmetingen aan gemengde rioelstelsels van Loenen, Oosterhout, Bodegraven en Kerkrade staan beschreven. Sommige concentraties zullen door ontwikkelingen (zoals afname van het gebruik van fosfaathoudende wasmiddelen, loodhoudende benzine) niet meer representatief zijn. Deze waarden worden echter nog vaak gebruikt aangezien er anno 2005 nog niet veel is gemeten aan de werkelijke vuilemissie van gemengde rioelstelsels.

²⁴ kwaliteit en samenstelling rioelwater, Tauw (intern) R001-045291FCB, 2002

²⁵ Eenduidige basisinspanning [CIW, 2001] Gemiddelde concentratie CZV tijdens overstortingen: 250 mg/l (0,25 kg/m³), nb gebaseerd op NWRW onderzoeken. Aanvulling, gemiddelde concentratie CZV tijdens piekoverstortingen: 400 mg/l (0,4 kg/m³). Zie ook bijlage 1 'achtergrondinformatie'.

²⁶ Vuilemissie uit gescheiden stelsels, rioleringstechniek mei 2005, conclusie komt tav enkele metingen en uit beschouwingen van metingen aan de vuilemissies van regenwaterstelsels dat kan worden vertaald naar veel gemengde stelsels aangezien tijdens een overstorting het water voor een groot deel uit regenwater bestaat

Bij de indicatieve vergelijking van de gemeten vuilemissie in Heeg, ten opzichte van de overige waarden uit literatuur, valt op dat voor vrijwel alle stoffen de gemeten concentraties lager zijn. Het lagere gehalte aan totaal-fosfaat (P-tot) in Heeg ten opzichte van de literatuurgegevens van de NWRW [1989] kan verklaard worden door de afname van het gebruik van fosfaathoudende wasmiddelen. De concentraties CZV van Heeg blijven allen onder de waarden zoals genoemd in de basisinspanning (gemiddelde concentratie CZV tijdens overstortingen: 250 mg/l). De bandbreedtes in Heeg (figuur 4.3) zijn minder groot dan bij overige literatuurwaarden dat verklaard kan worden door het feit dat het hier om mengmonsters gaat en dat het aantal metingen beperkt is.

4.3.2 Verwijderingsrendement

Op basis van de emissie over de interne en externe overstort kan het verwijderingsrendement van het bergbezinkbassin worden bepaald.

Het gemiddelde verwijderingsrendement per stof is in tabel 4.6 weergegeven (op basis van beide overstortingen gebaseerd op 32 monsters), de ruwe data is opgenomen in bijlage 4. Tevens zijn ter vergelijking in de tabel gemeten rendementen op andere locaties weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat deze vergelijking indicatief is vanwege de al eerder genoemde verschillen in stelselkenmerken en aangezien de verwijderingspercentages op verschillende manieren worden berekend. In figuur 4.3 is het gemiddelde rendement alsmede de bandbreedtes van de concentraties in Heeg grafisch weergegeven.

Tabel 4.6 Verwijderingsrendement BBB Heeg

	Onopgeloste bestanddelen	Biochemisch zuurstof verbruik	Chemisch Zuurstof Verbruik	Kjeldahl-N	Totaal fosfaat
code	zwst	BZV ₅	CZV	n _{kl}	tpo
vuilemissie externe/ intern overstorting 1	-41%	-38%	-44%	-14%	-31%
vuilemissie externe/ intern overstorting 2	-90%	-82%	-86%	-63%	-38%
Gemiddeld verwijderingsrendement Heeg ²⁷	66	60	65	38	35
	Norm ²⁸		45		
Rendementen Coevorden ²⁹	50	46		21	
Limmen (Veldkamp, 2002) ³⁰	61 (-38-95)				
Tilburg ³¹	41		39	15	19
Amersfoort ³²		69	69		
	overig				
RWZI WS Fryslân ³³	x	97		88	79
RWZI Nederland	94	97		83	79

²⁷ Het verwijderingsrendement geeft aan in welke mate de influentconcentraties gereduceerd worden door bezinking, het bergingsrendement (gebaseerd op kwantitatieve gegevens) is buiten beschouwing gelaten vanwege het ontbreken van data. Waar de data onvolledig was is voor de bepaling van de vuilvracht een gelijk debiet van influent- en effluentvracht uitgegaan (Q_{in}=Q_{uit}). Het hier gepresenteerde rendement is hiermee vergelijkbaar met het 'totaalrendement' volgens de NWRW methodiek waarbij voor de berekening van het NWRW-bezinkrendement dit rendement met het bergingsrendement dient te worden verminderd.

²⁸ Eenduidige basisinspanning [CIW, 2001] Rendement van 45% (gemiddelde over alle optredende overstortingen) vaak wordt zowel voor de jaarvracht als de piekvrachten een bezinkingsrendement aangehouden van: bergbezinkbassins 45% en voor bergbezinkleidingen 40% Zie ook bijlage 1 'achtergrondinformatie'

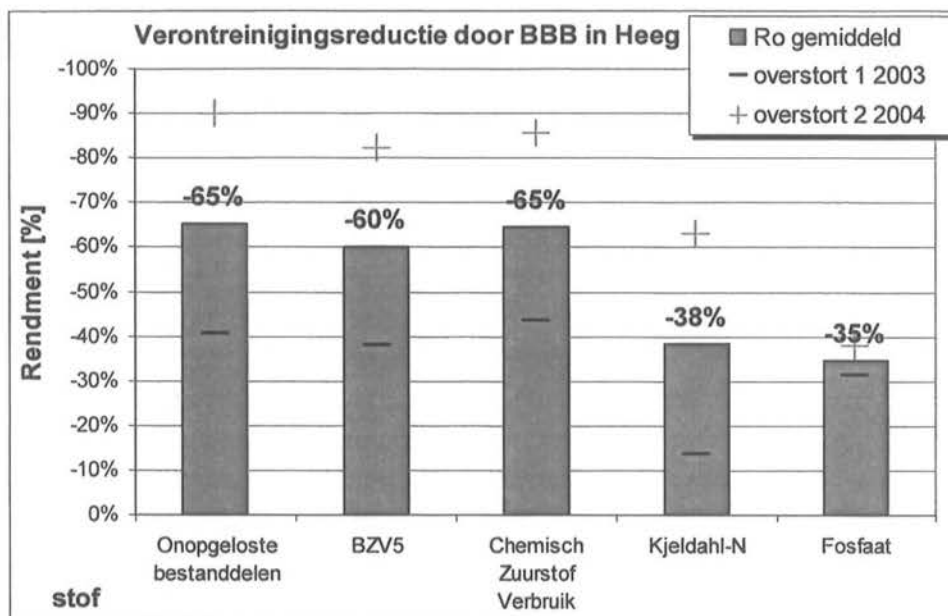
²⁹ Bergbezinkbassin Poppenhare in Coevorden: meetperiode 1996-2000. Betreft 11 (externe) overstortingen: 175 mengmonsters. Gemeten overstortingsfrequentie is 2,9 keer per jaar. Concentraties op basis van 3 overstortingen, debietmetingen ingeschat

³⁰ Het rendement is gemiddeld 61% op basis van 7 overstortingen. Het minimale rendement betrof -38% (uitspoeling) en het maximaal rendement 95%. Vanwege de relatieve lage ontwerpbelasting van de bak valt te verwachten dat dit rendement erg hoog zal zijn. Het rendement is berekend op basis van continue troebelheidsberekeningen door het berekenen van de in- en uitgaande vrachten van troebelheid. Het rendement is hoger naarmate de oppervlaktebelasting afneemt (gemiddelde S₀ [h] was erg laag voor alle gebeurtenissen namelijk tussen 0,15 en 1m/h, de gebruikelijke waarde ligt in de orde van 5-10 m/h en dus globaal een factor 10 hoger).

³¹ Vuilconcentraties respectievelijk boven- en benedenstreams bergbezinkbassin, praktijkonderzoek naar de vuilemissie van een verbeterd gemengd rioolstelsel, meetlocatie Tilburg Oost, Arcadis februari 1999. Bbbb= 0.8 mm, aangesloten verhard oppervlak 470 ha pomp 150 m³/hr.

³² Rendement randvoorzieningen bbb in Amsterfoort NWRW 8.1. BBB= 640 m³ (v=2.5 mm, l=32m, b=8 m Rendement BZV was vergelijkbaar met CZV en rendement van Nkj was lager dan 69%.

³³ De zuiveringskenticellen RWZI zijn slechts ter indicatie/informatie opgenomen. Het rendement is het rekenkundige gemiddelde. De meeste gegevens hebben betrekking op 1 januari 2002 en het jaar 2001. Bron: Stichting RIONED in Cijfers 2002 – 2003, rioned 2003, Enquête Waterschappen 2002.



Figuur 4.3 Verwijderingsrendement Bergbezinkbassin Heeg

De rendementen bij de tweede overstorting in 2004 zijn hoger dan de eerste overstorting in 2003. Te zien is dat het bassin met name de concentraties BZV, CZV en zwevende stof reduceert. Dit verschijnsel treedt in mindere mate op bij Kjeldahl stikstof en fosfaat aangezien deze stoffen in hogere mate zijn opgelost en daardoor minder goed bezinken dan BZV/CZV en zwevende stof [wRw, 2002], dit verschijnsel is op andere locaties ook zichtbaar. De verwijderingsrendementen komen redelijk overeen met, en zijn over het algemeen hoger dan, de verwachte rendementen en de literatuurwaarden. Het gemiddeld rendement van de twee overstortingen in Heeg is hoger dan in de berekening aangenomen rendement (45%).

5 Oppervlaktewater

5.1 Inleiding

Alvorens in te gaan op de oppervlaktewaterkwaliteit in Heeg wordt in algemene zin opgemerkt dat de volgende factoren van invloed kunnen zijn op de kwaliteit van het oppervlaktewater in het doorspoeltracé:

1. agrarisch gebruik van de afwaterende/aangrenzende percelen (met name aan het einde van het tracé, de percelen in het begin van het tracé vervullen met name een woonfunctie).
2. In Kromme Jelte komt kwel voor aan de randen vanuit de boezem en wegzijging vanuit de rest van het gebied. Gebiedsbreed is er netto meer wegzijging waardoor verwacht wordt dat kwel echter geen grote invloed zal hebben op de gemiddelde waterkwaliteit van het doorspoeltracé (zie hoofdstuk 2).

De specifieke bijdragen van de genoemde factoren is niet bekend en wordt buiten beschouwing gelaten. De factoren zijn in mindere mate van belang aangezien de oppervlaktewaterkwaliteit primair wordt beoordeeld op het effect van overstortingen op deze kwaliteit.

Om inzicht te krijgen in de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in Heeg zijn de volgende metingen te onderscheiden:

1. (handmatige) discontinue metingen (steekmonsters, analyseresultaten);
2. continue metingen (zuurstofgehalten, temperatuur);
3. visuele waarnemingen bij uitlezen en veldproeven (logboek, klachten, belevingswaarde).

Deze metingen en de resultaten zullen in de volgende paragrafen worden toegelicht. Tevens worden naast de metingen naar de waterkwaliteit de metingen aan de kwantiteit van de waterstromen worden toegelicht (doorspoeldebieten).

5.2 Steekmonsters

De kwaliteit van het oppervlaktewater is gemeten door middel van steekmonsters op zeven locaties (zie meetplan in hoofdstuk 3). Het oppervlaktewater is geanalyseerd (naast temperatuur, geleidbaarheid, zuurgraad, zichtdiepte) op zuurstof, biochemisch zuurstofverbruik (BZV), chemisch zuurstofverbruik (CZV), chloride, fosfaat, nitraat, nitriet, ammonium, stikstof, coli37 en coli44. Tevens zijn, in het kader van het reguliere 'meetnet boezemwater', metingen verricht naar het boezemwater waarmee wordt doorgespoeld (zie voor details bijlage 3).

In tabel 5.1 is het aantal oppervlaktewaterkwaliteitsbemonsteringen gedurende de meetperiode van voor en na een overstorting weergegeven. In bijlage 5 zijn alle bemonsteringen inclusief eigenschappen (datum, overstortingsdebiet e.d.) weergegeven.

Tabel 5.1 Monsternamen oppervlaktewater

Meetjaar	Jaar	Monsternamen bij droogweer	Monsternamen na overstorting	Totaal aantal monsternamen
-	2000	1	0	1
1	2001	4	6	10
2	2002	4	4	8
3	2003	3	2	5
4	2004	3	1	4

5.2.1 Bespreking data

Zoals eerder in hoofdstuk 3 aangegeven zijn er tijdens de meetperiode wijzigingen in het doorspoeltracé aangebracht. In april 2002 is een nieuwe inlaatvoorziening in gebruik genomen na het derde meetpunt in het tracé (bovenstrooms van het bergbezinkbassin). Dit geeft de kans de twee situaties te vergelijken:

1. van januari 2000 tot april 2002, een doorspoeltracé met 7 meetpunten³⁴ (648 t/m 654). Het betreft totaal 12 bemonsteringen, waarvan er 6 na een overstort en 6 bemonsteringen zonder een overstort.
2. van april 2002 tot januari 2005, twee doorspoeltracés met 2 en 5 meetpunten (648-649 en 650 t/m 654). In deze periode zijn totaal 23 bemonsteringen verricht waarvan 12 na een overstort en 11 bemonsteringen zonder een overstort. Aangezien de monsternamenintensiteit na overstortingen in de loop van het meetprogramma is verminderd betreft dit in de laatste 2 jaren slechts 3 metingen na een overstorting.

Voor locaties zie meetplan in hoofdstuk 3.

Voor de beoordeling van het effect van doorspoelen is de data vergeleken van het boezemwater (meetpunten Heegermeer en Schutterpoel) met de overige data. Verder is gekeken naar de kwaliteit van het oppervlaktewater ter plaatse van het meetpunt bovenstrooms van het bergbezinkbassin (meetpunt 650) en het monsterpunt benedenstrooms van het bergbezinkbassin (meetpunt 651).

In oktober 2002 is het doorspoelen geautomatiseerd, voor deze datum gebeurde doorspoeling handmatig en daardoor onregelmatig (alleen tijdens kantooruren en reactietijd van minimaal een uur). Een vergelijking in voor en na april 2002 geeft daarmee ook het verschil in direct doorspoelen of vertraagd/niet doorspoelen (monsternamen in 2002 voor april betrof alleen een monsternamen zonder overstort op 4 februari). Vanaf mei 2003 is het doorspoeldebiet automatisch geregistreerd. Ook bij de monsternamen (steekmonsters) van het oppervlaktewater is een reactietijd tussen overstorting en bemonstering. Deze reactietijd varieert van enkele uren tot dag(-en). Gedurende het

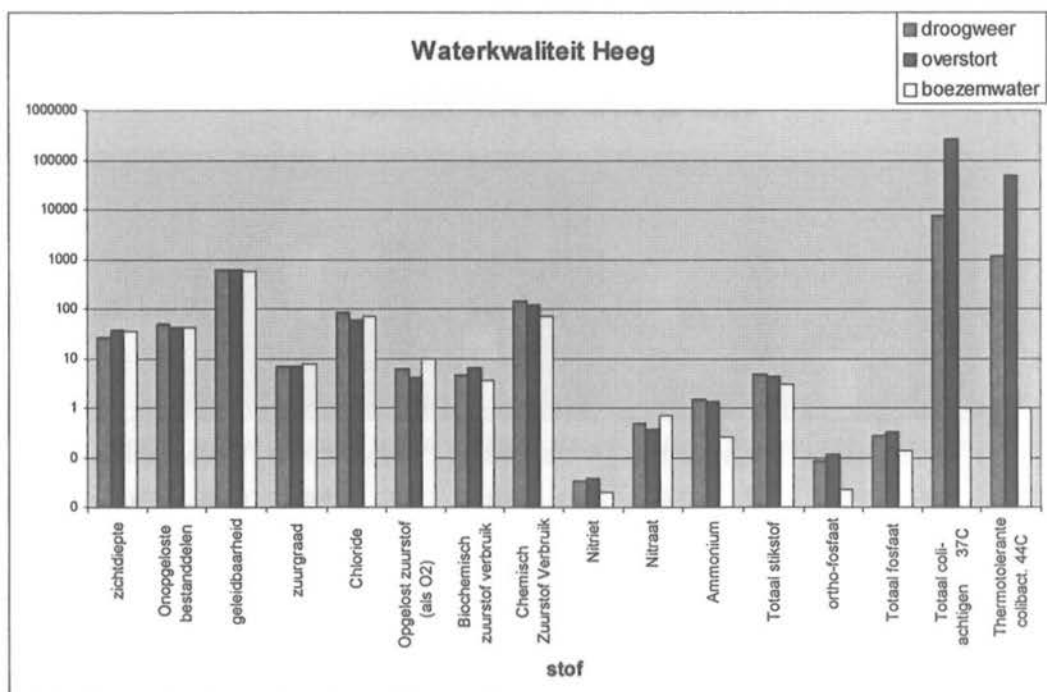
³⁴ OTD 1 en 2 liggen in dit tracé, de overstort benedenstrooms van OTD1 is niet bemeten.

meetplan is geprobeerd deze reactietijd te verkleinen maar aangezien veel overstortingen buiten kantooruren optraden en er geen mogelijkheden waren tot monsternamen en -opslag buiten deze uren is deze reactietijd bij veel overstortingen toch gemiddeld in de orde van meerdere uren gebleven. Bij de onderlinge vergelijking van gemiddelde waarden zijn de concentraties onderverdeeld in zomer/winterperiode en overstort/droogweer. De achtergrondconcentratie (droogweer) geldt hierbij als referentie. In bijlage 5 is de dataset en enkele bewerkingen opgenomen.

5.2.2 Resultaten

Kwaliteit boezemwater

In figuur 5.1 zijn de gemiddelde concentraties van het boezemwater vergeleken met de kwaliteit van het oppervlaktewater in droogweerperioden en na overstortingen. Het boezemwater ligt in de categorie 'meren' en ligt buiten het stedelijk gebied. Bij de vergelijking is te zien dat de concentraties van verontreinigingen in het boezemwater lager zijn dan in het oppervlaktewater na overstortingen waardoor bij het doorspoelen schoner water wordt ingelaten (afwijking: *nitraat*, *chloride*).



Figuur 5.1 Kwaliteit boezemwater (gemiddelde van alle meetpunten)

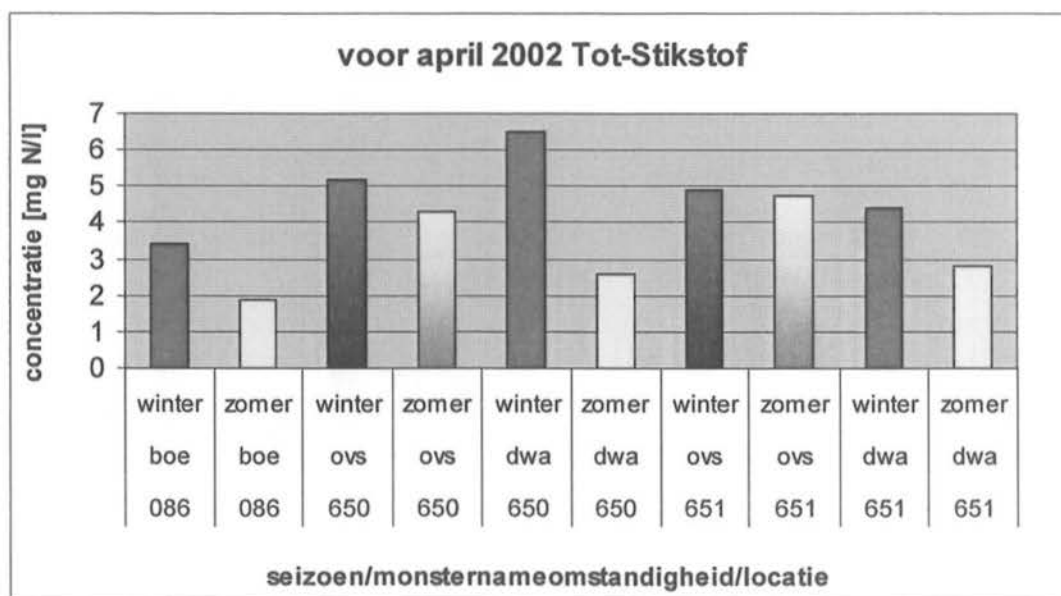
De kwaliteit van het oppervlaktewater onder de diverse omstandigheden wordt in de volgende alinea's per stof (onopgeloste bestanddelen, stikstof, fosfaat, CZV/BZV, bacteriën) behandeld.

Onopgeloste bestanddelen

Voor 2002 en na 2002 zijn bovenstrooms en benedenstrooms van de randvoorziening vergelijkbare gemiddelde waarden aangetroffen voor het zwevend stofgehalte. In de zomer worden bij droogweerafvoeren de laagste gemiddelde gehalten gemeten. Bij de twee veldproeven bleek dat door het openzetten van doorspoelvoorziening veel organisch materiaal opwoelt ter plaatse van de inlaat van het doorspoeltracé.

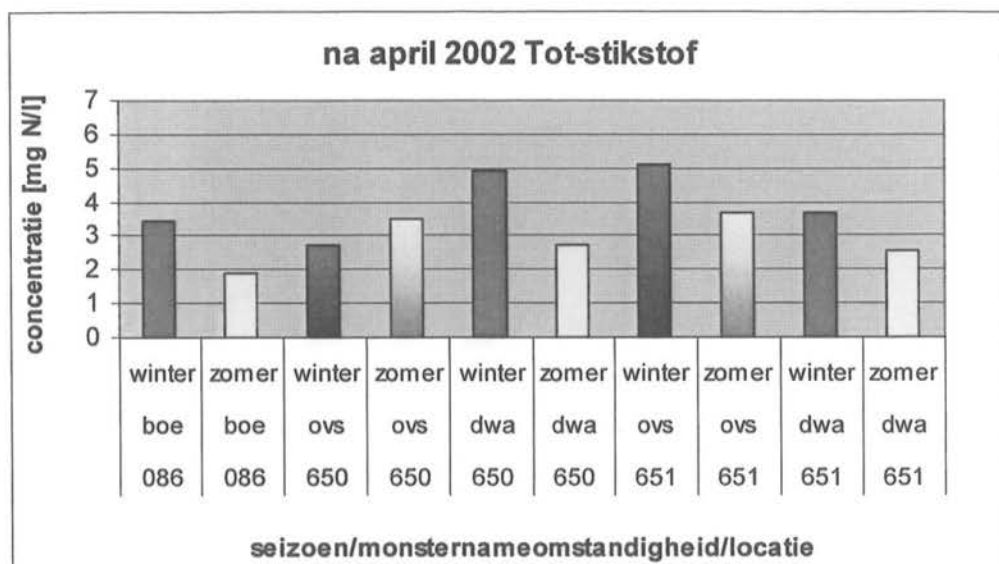
Totaal stikstof (N)

Ter plaatse van 651 worden tijdens de overstortingen hogere stikstofconcentraties gemeten dan bij droogweer. Na 2002 worden over het algemeen de stikstofconcentraties lager, zie figuur 5.3. De invloed van een overstorting is in 651 zowel 's zomers als 's winters aanwezig. Opgemerkt wordt dat de zomergemiddeldes van beide punten niet voldoet aan de MTR voor totaal Stikstof (2,2 mg N/l). De hoogste stikstofconcentraties worden aangetroffen in de winter ter plaatse van 650, deze pieken kunnen veroorzaakt worden door natuurlijke afbraak processen. Tevens is uit figuur 5.1 af te leiden dat in het boezemwater lagere stikstofconcentraties worden aangetroffen dan in het slootwater.



Figuur 5.2 Concentraties stikstof voor april 2002³⁵

³⁵ boe= boezemwater, ovs= gemiddelde concentratie na overstorting, dwa = gemiddelde concentratie tijdens droogweer (geen overstorting), locatie 650 is ter plaatse van het inlaatpunt van het doorspoeltracé en locatie 651 is benedenstrooms van de randvoorziening.

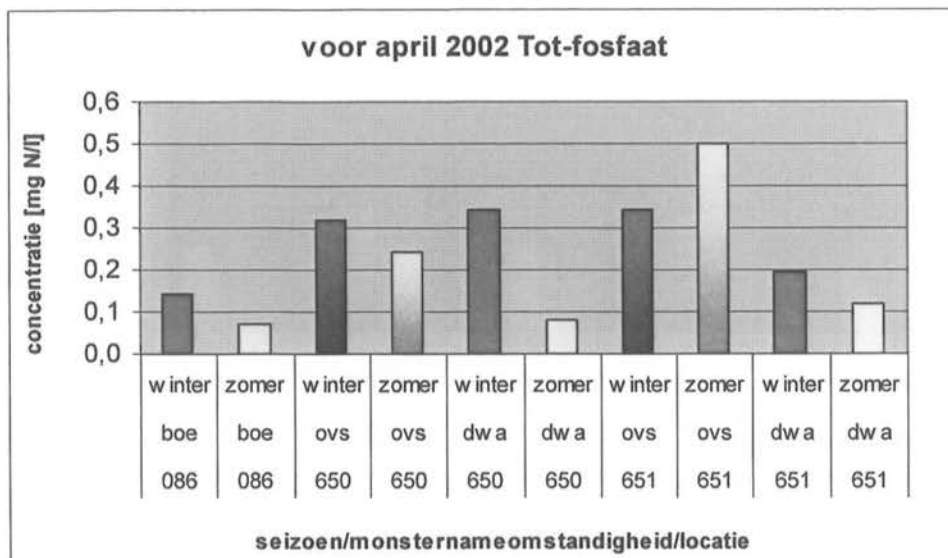
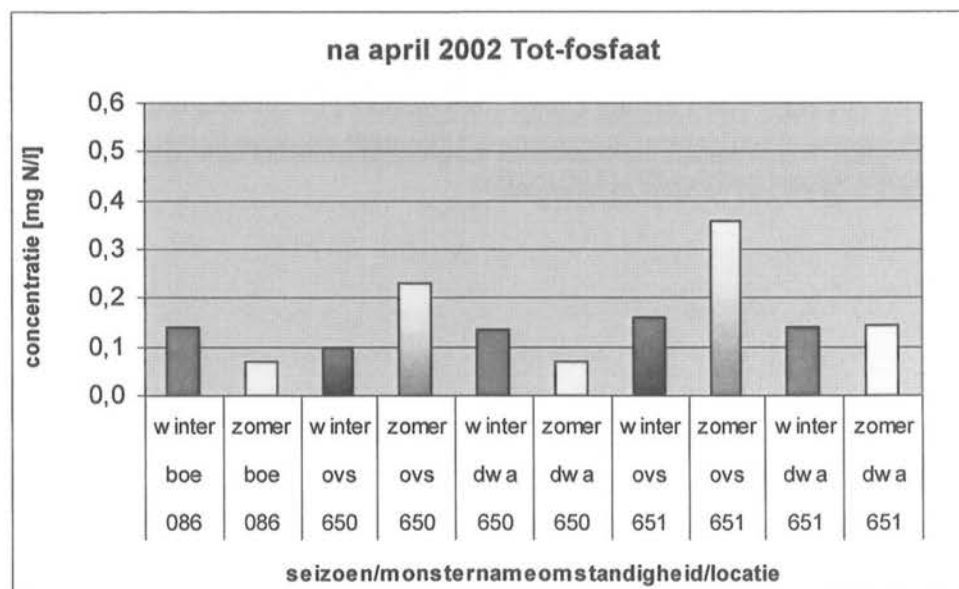


Figuur 5.3 Concentraties stikstof na april 2002

Totaal fosfaat (P)

Na de gewijzigde situatie zijn lagere fosfaatgehalten gemeten ter plaatse van 650 en 651.

Opvallend is dat voor de ingreep een duidelijke invloed van fosfaat bij een overstorting naar voren kwam, dit is na de ingreep alleen zomers waargenomen. Opgemerkt wordt dat bij droogweerafvoer het zomergemiddelde voldoet aan de MTR (0,15 mg P/l).

Figuur 5.4 Concentraties stikstof voor april 2002³⁶

Figuur 5.5 Concentraties stikstof na april 2002

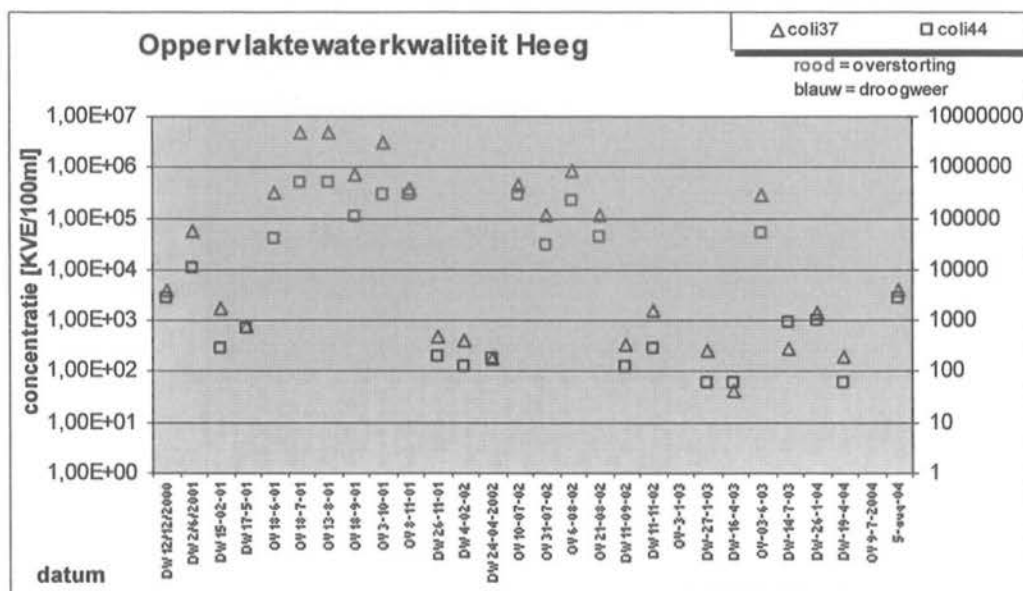
³⁶ boe= boezemwater, ovs= gemiddelde concentratie na overstorting, dwa = gemiddelde concentratie tijdens droogweer (geen overstorting, locatie 650 is ter plaatse van het inlaatpunt van het doorspoeltracé en locatie 651 is benedenstrooms van de randvoorziening.

Coli-37/coli-44

Voor de ingreep is te zien dat de overstort benedenstrooms van 650 invloed heeft met betrekking tot de coli-groep. Opvallend is dat zomeroverstortingen bij 651 zeer hoge pieken geeft, terwijl in de winter relatief lage pieken worden waargenomen. Een reden kan zijn dat het rioolwater dat overstort in de winter een lagere temperatuur heeft dan zomers.

Verklaring figuren 5.6 en 5.7

In de twee figuren is het verloop van de gemeten concentraties van de coli-achtigen en BZV/CZV in de tijd logaritmisch uitgezet. Het gaat om de bemonsteringen na een overstorting aangemerkt met 'OV' voor de datum en rood weergegeven en de droogweerbemonsteringen aangegeven door 'DW'. De grafiek laat zien dat de concentraties bacteriën tijdens droogweer lager zijn (blauwe meetwaarden lager zijn dan die na een overstorting).



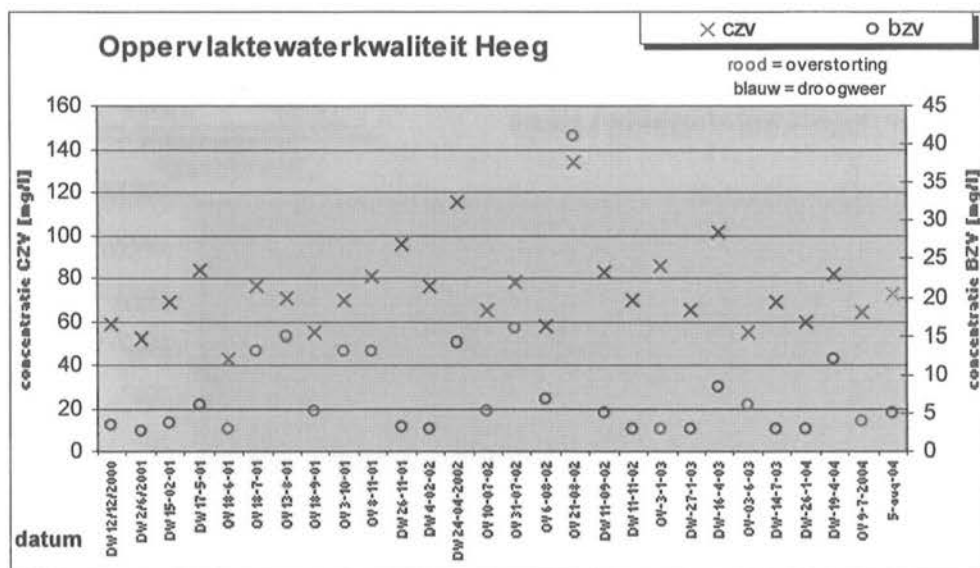
Figuur 5.6 Oppervlaktewaterkwaliteit t.a.v. coli-achtigen, benedenstrooms van BBB (651)

BZV

Uit vergelijking van de gemiddelden voor en na 2002 komt naar voren dat voor 650 en 651 het BZV-gehalte na de ingreep minder sterk fluctueert ten opzichte van het boezemwater. Een piek concentratie op 21 augustus 2002 voor 651 (zomeroverstorting) geeft een vertekend beeld van het gemiddelde. Als deze concentratie buiten beschouwing wordt gelaten is dit gemiddelde gelijk aan een zomeroverstorting voor de gewijzigde situatie. De concentraties BZV van de droogweerafvoeren voor en na 2002 verschillen nauwelijks.

CZV

Uit de vergelijking van de gemiddelden voor en na 2002 is te zien dat het CZV-gehalte verlaagd is na de ingreep ter plaatse van meetpunt 650. Echter zijn de concentraties ter plaatse van 651 wel vergelijkbaar. Na de aanpassing zijn geen grote verschillen meer aangetroffen tussen zomer/winter of droogweer/overstorting. In vergelijking met de gemiddelde vuiluitworp van de randvoorziening (BZV = 22.1 mg/l en CZV = 93.6 mg/l) blijkt dat een vijfde van de concentraties in het oppervlaktewater zoals bemeten bij droogweer hoger liggen dan de vuiluitworp van de randvoorziening (nog voor vermenging met oppervlaktewater).



Figuur 5.7 Waterkwaliteit CZV en BZV, benedenstrooms van BBB (651)

Figuur 5.7 laat zien dat de gehalten BZV en CZV na een overstorting over het algemeen niet duidelijk hoger zijn. De oorzaak kan liggen in de tijd tussen overstort en bemonstering die bij steekmonsters in de orde van uren ligt en deze parameters in die tijd sneller afbreken of bezinken en daardoor niet in de waterfase worden bemonsterd.

Zuurstof

Voor zuurstof is geen vergelijking gemaakt op basis van de veldgegevens aangezien gedurende de 11 overstortingen een enkele zuurstofmeting is uitgevoerd. In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op de continue meting van het zuurstofgehalte.

5.2.3 Conclusies

Op basis van deze steekmonsters wordt geconcludeerd dat door het doorvoeren van de maatregelen (aanpassen tracé en automatisering doorspoelen in 2002) de invloed van het doorspoelen slechts lokaal en op enkele stoffen aantoonbaar is vergroot. Het effect is met name direct ter plaatse van de inlaat en net bovenstrooms van het BBB (meetpunt 650) merkbaar door een verlaging van de concentraties bacteriën, fosfaat en CZV.

Benedenstrooms van het BBB (meetpunt 651) is de invloed van een overstorting na meerdere uren aantoonbaar door een verhoging van het gemiddelde voor de parameters bacteriën, stikstof ('s winters en 's zomers) en fosfaat (alleen 's zomers).

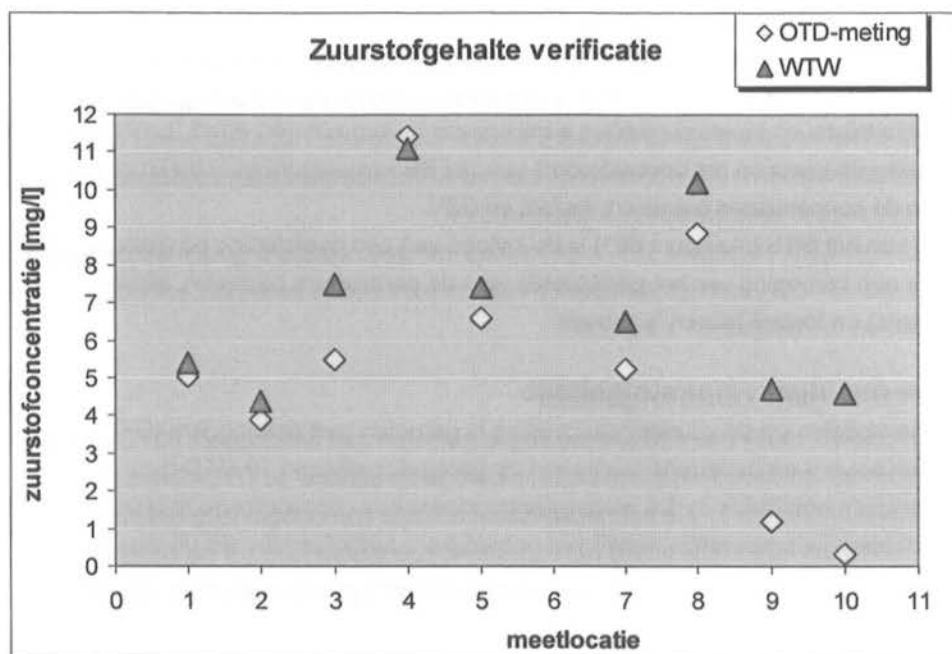
5.3 Continue metingen: zuurstofgehalte

Het effect van doorspoelen op de zuurstofhuishouding is gemeten met dataloggers (OTD-divers). In de watergangen boven- en benedenstrooms zijn op geregelde afstand 10 OTD-divers geplaatst (zie meetplan hoofdstuk 3). De achtergrondconcentratie (zuurstofverloop tijdens 'droogweer') geldt hierbij als referentie, terwijl het natuurlijke zuurstofverloop (of de verstoring hiervan) tijdens en na de overstortomstandigheden representatief zijn voor het effect van de riooloverstorting.

5.4 Bespreking data

Aan het begin van het project is door diverse omstandigheden geen betrouwbare data gegenereerd. Met name het zoeken naar een robuuste meetopstelling bij de kleine waterdiepte van de sloten en het ervaring opdoen met nieuwe meetapparatuur zijn hier debet aan geweest. Uit de meetresultaten bleken de meetwaarden die door de OTD's gegenereerd zijn niet overeen te komen aan de verwachting en de genomen steekmonsters³⁷ (zie figuur 5.8).

³⁷ Verslag resultaten M003-0449520FCB-D01-U en evaluatie praktijkproef juni: zeer lage concentraties gedurende langere perioden en overschrijdingen van het theoretisch mogelijk zuurstofgehalte; 14.6 mg/l bij T=0°C (verzadigingswaarde, zie ook bijlage 1). Afwijkingen kunnen voorkomen door hoge activiteit van bacteriën/aanwezigheid algen.

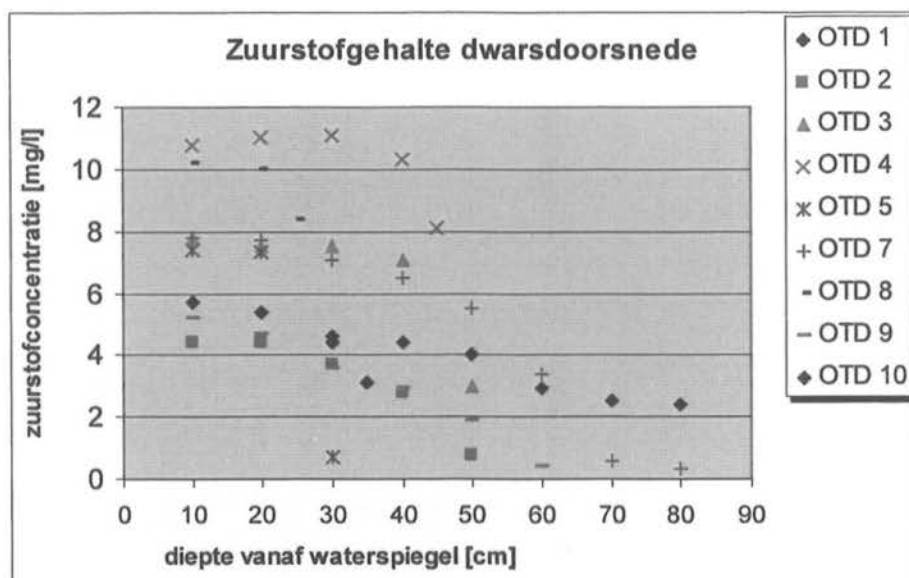


Figuur 5.8 Zuurstofgehaltevergelijking op methode³⁸

Na de onbevredigende resultaten in 2001 en 2002 betreffende de zuurstofmetingen is de meetopstelling van de dataloggers aangepast. Ook zijn in 2002 aanpassingen aan de meters verricht (teflonlaag op sensoren).

Ook na de aanpassingen bleken de waarden niet altijd goed overeen te komen en zijn aanvullende proeven gedaan om inzicht te krijgen in het zuurstofgehalteverloop in de tijd en de diepte. Geconcludeerd werd dat het zuurstofverloop zowel in de tijd (dag-nacht variatie) en de diepte (zie figuur 5.9) ook bij deze ondiepe wateren aanzienlijk kan fluctueren.

³⁸ Bij de vergelijking tussen de dataloggers en de steekmonsters bleek dat de helft van de meetwaarden een afwijking heeft kleiner dan 15%.



Figuur 5.9 Zuurstofconcentratieverloop in diepte (eerste veldproef 25 april 2003)

5.5 Resultaten

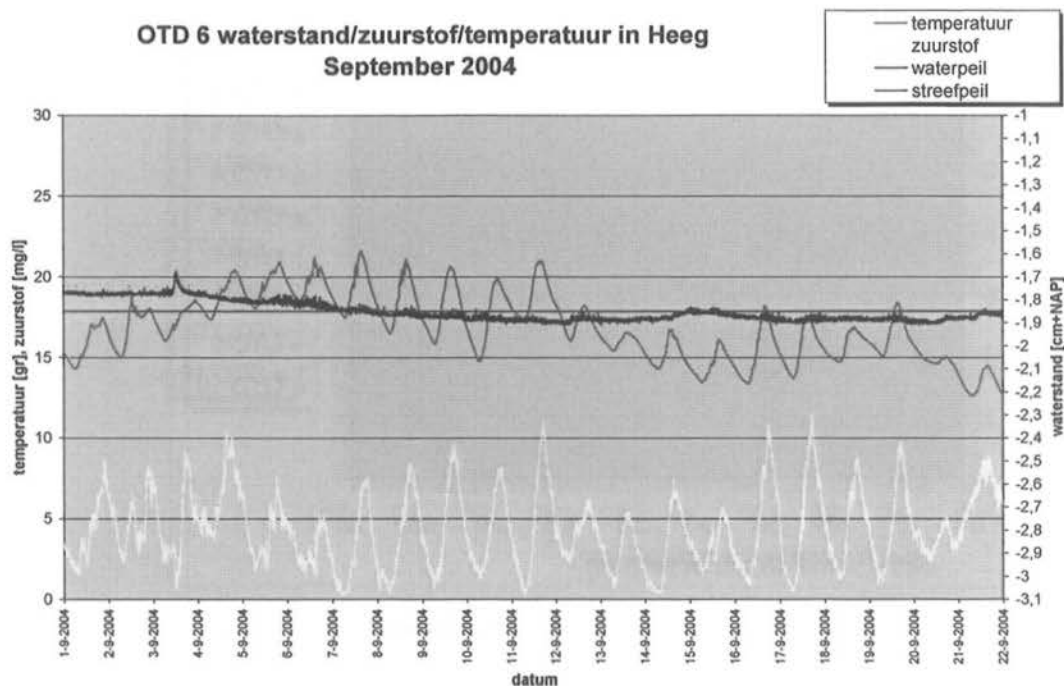
Dataset

De eerste metingen voor het aanpassen van de meetopstelling en dataloggers zijn als inregelperiode bestempeld en zijn niet meegenomen in de beoordeling van de data.

Gezien de fluctuaties in de diepte en de tijd is beoordeeld op relatieve zuurstofgehalten. Bij het effect van een overstorting is namelijk het absolute zuurstofgehalte minder van belang dan de relatieve verlaging van het zuurstofgehalte binnen het zuurstofverloop.

Beoordeling continue zuurstofgehalten

Het zuurstof- en temperatuursverloop bij de tien meetlocaties is per maand gepresenteerd in grafieken zoals in het voorbeeldfiguur 5.10 is uitgezet.



Figuur 5.10 Voorbeeld weergave zuurstofverloop per maand zonder overstort (figuur 7.2 laat zuurstofverloop met overstorting zien)

Resultaten

Gekeken is of binnen het natuurlijke zuurstofverloop een overstorting een significante daling van het zuurstofgehalte laat zien³⁹. Het toetsen aan een norm heeft hierbij niet plaatsgevonden aangezien het 'absolute' zuurstofgehalte sterk fluctueert (afhankelijk van diepte en tijd) en daarmee de normen (van bijvoorbeeld 1 of 3 mg/l⁴⁰) regelmatig overschrijdt en er geen geaccepteerde overschrijdingsduur is gedefinieerd. Verder is de data bij de eindbeoordeling beschouwd op basis van de 90-percentiel waarde (zoals bij de beoordeling van veel andere parameters gebruikelijk is)⁴¹.

³⁹ Significant wordt wel gedefinieerd als een daling van meer dan 50% van het zuurstofgehalte [CIW, spoor 2 en 3]. Om aan het einde van het meetonderzoek een uitspraak te kunnen doen worden ten minste 10 geregistreeerde overstortingen nodig geacht.

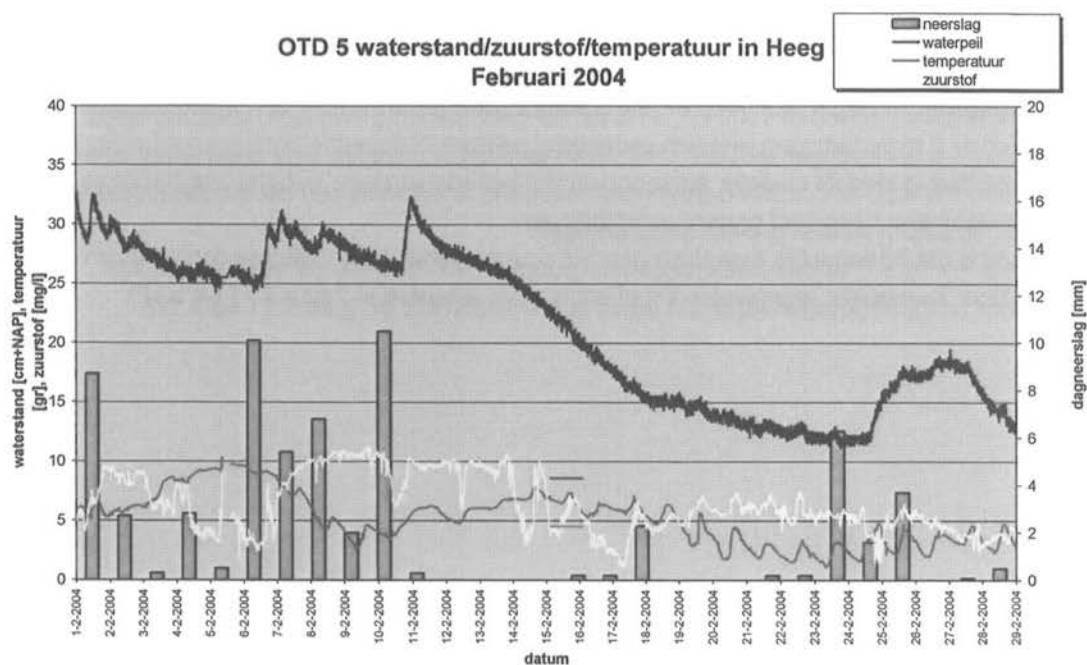
⁴⁰ Normen zie bijlage 1: 3 mg/l is een norm uit de vierde nota waterhuishouding (zomer). Verder heeft Wetterskip Fryslân heeft bij het verlenen van de Wvo-vergunning eisen gesteld aan de grootte van het ontvangend oppervlaktewater. De grootte van het oppervlaktewater dient dusdanig te zijn dat het zuurstofgehalte boven 1 mg/l blijft bij een overstorting met een herhalingstijd van eenmaal in de vijf jaar.

⁴¹ Om aan het einde van het meetonderzoek (ten minste 10 geregistreeerde overstortingen) een uitspraak te kunnen doen, zijn eerst alle overstortingen beoordeeld op een significante daling (norm van maximaal 50% daling) en vervolgens aan de 90 percentiel waarde. Voorbeeld: in het geval van 10 overstortingen dienen ten minste twee een duidelijke afwijking in het verloop te vertonen om een effect van 10% v/d overstortingen te concluderen.

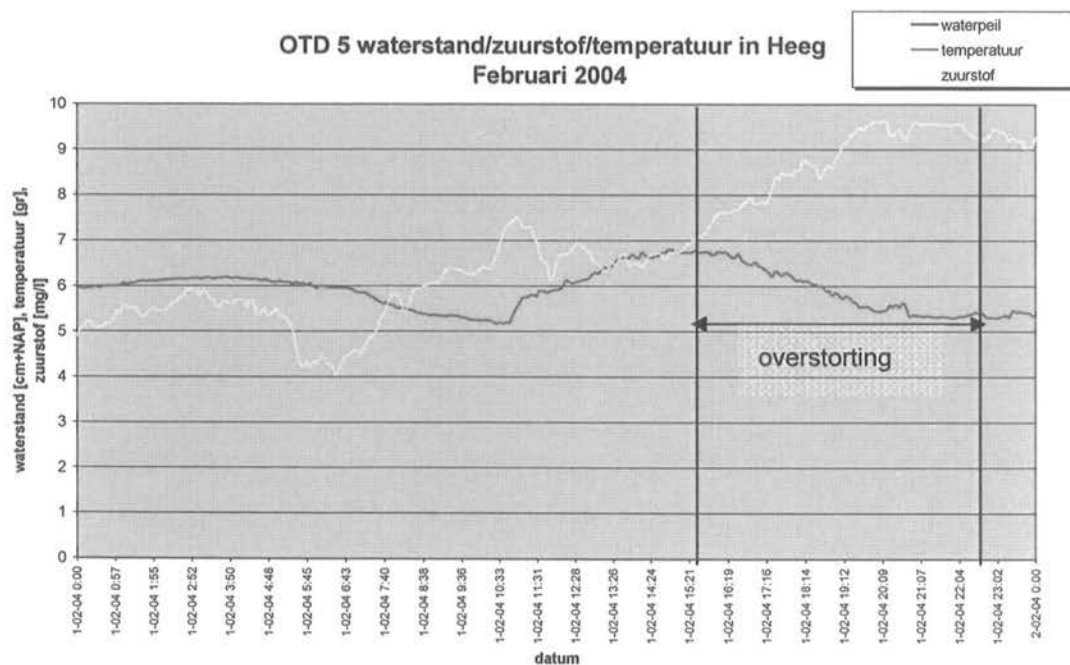
Op basis van de data is geconcludeerd dat 15% van de overstortingen binnen het zuurstofverloop een negatief effect laten zien van de overstorting⁴². De twee overstortingen hebben een overstortingsdebiet hoger dan 1000 m³, dit is echter geen garantie voor een meetbaar effect aangezien er 3 overstortingen met een overstortingsdebiet in dezelfde orde geen effect laten zien. Het effect is slechts duidelijk aantoonbaar net benedenstrooms van het bergbezinkbassin en over het algemeen bij relatief grotere overstortingen.

Opvallend is dat bij sommige overstortingen het zuurstofgehalte stijgt, dat veroorzaakt kan worden door zuurstofrijk regenwater. Dit effect is gevisualiseerd in figuur 5.11 en 5.12).

⁴² Gezien het grillige verloop is het een beoordeling van expert judgement, niet altijd wordt een 50% daling geconstateerd maar wel een duidelijke daling en herstel tot het zuurstofverloop ervoor.



Figuur 5.11 Zuurstofverloop februari 2004 (Externe overstorting op 1 februari)



Figuur 5.12 Detail: Externe overstorting op 1 februari 2004 (van 15:34 tot 22:52, neerslag 28.6 mm)

5.6 Resultaten ten opzichte van vergelijkbaar onderzoek

Per conclusie uit het voorgaande wordt kort toegelicht welke bevindingen uit vergelijkbaar onderzoek bekend zijn om deze conclusies te ondersteunen.

Gedurende de laatste jaren is meer ervaring opgedaan met het continue meten van zuurstofconcentraties. In vergelijking hiermee zijn ook op andere locaties⁴³ grote fluctuaties in de tijd geconstateerd. De fluctuaties, veroorzaakt door het dag-nacht ritme, in de ondiepe watergangen in het doorspoeltracé te Heeg (die in de orde van meerdere milligrammen per liter per dag liggen) mogen echter opvallend worden genoemd. Over de grote zuurstofvariëaties in de diepte van ondiepe sloten (in enkele decimeters variërend van soms 7 tot vrijwel 0 mg/l) is niet veel vergelijkbare literatuur gevonden⁴⁴.

De conclusie op basis van de steekmonsters en zuurstofgehalte dat door het doorvoeren van de maatregelen (aanpassen tracé en automatisering doorspoelen in 2002) en de invloed van een overstorting op zichzelf beperkt (enkele stoffen) en slechts lokaal aantoonbaar is, is vergelijkbaar met de conclusie van een onderzoek naar de effecten van een verbeterd stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit in Stolwijk (gemeente Vlist⁴⁵). De voornaamste conclusies van dit onderzoek wordt in de volgende alinea weergegeven (uitgebreide samenvatting in bijlage 5): mede als gevolg van de lage overstortvolumes en de relatief lage vuilconcentraties⁴⁶ is nagenoeg geen causaal verband aangetoond tussen de vuilemissie en de kwaliteit van het goed doorstroomde oppervlaktewater⁴⁷. De fluctuaties over de dag en de seizoenen alsmede andere

⁴³ Castricum (2004), Amsterdam (DWR, 2005), Vlist (1999)

⁴⁴ Verloop van temperatuur en daarmee samenhangende zuurstofgehalte in diepe wateren gedurende het jaar is wel onderzoek bekend (Ringelberg 1976). Ter uniformiteit is een monsternamen-eis voor zuurstofgehalte van 50 cm beneden wateroppervlak gedefinieerd, enkele sloten in Heeg zijn amper 50 cm diep. Dichtbij de bodem kan het zuurstofgehalte laag zijn. De zuurstofvraag van opgelost organisch materiaal varieert van 0,1 gO₂/m²/dag bij minerale bodems tot 3 gO₂/m²/dag bij zeer actieve organische bodems. De zuurstofvraag kan oplopen tot 10 g/m³/dag na lozingen rioolwater in het oppervlaktewater, meestal ligt de zuurstofconsumptie in oppervlaktewater onder 1 gO₂/m³/dag [diverse bronnen, wateropleidingen, module waterkwaliteit Nieuwegein 2002].

⁴⁵ Stichting RIONED, STOWA (1999), WRW, Onderzoek naar de effecten van een verbeterd stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit, rapportnummer 632/ZF99/1728/07506.

⁴⁶ De concentraties in Heeg lagen nog lager, zie hoofdstuk 4. Ontvangende oppervlaktewater is echter kleiner in Heeg

⁴⁷ Ook bij dit onderzoek zijn de bemonsteringen van het oppervlaktewater uren na een overstorting verricht.

vuilbronnen (landbouw en bladval) spelen in dit geval een dominante rol. Er is geen directe relatie tussen de vuilvracht en de grootte van de daling in het zuurstofgehalte⁴⁸. Bovendien werd er ca. 50 m stroomafwaarts nauwelijks nog sprake van een daling in het zuurstofgehalte geconstateerd.

⁴⁸ De continue zuurstofmeters meten de concentratie opgeloste zuurstof en zijn temperatuur gecompenseerd (meetprincipe: een 3-elektroden systeem). Een was gecombineerd met een registrerende temperatuurmeter: COS 3, Endress en Hauser. Overige twee zuurstofmeters: OXI 160 van de firma WTW. Voor enkele relatief zwaardere lozingen was de invloed van een overstortgebeurtenis op het zuurstofgehalte zichtbaar, met name vlak bij de overstortput. Er trad een spoedig herstel op (ca. 0,5-1 uur), mede als gevolg van de stroming in het oppervlaktewater.

6 Waterbodem

6.1 Inleiding

De geringe waterdiepte in relatie tot het wateroppervlak maakt dat de waterbodem in het doorspoeltracé in Heeg een grote invloed kan hebben op de waterkwaliteit en het ecologisch functioneren. Van overstortingen op een relatief klein stagnant oppervlaktewater wordt een groot negatief effect verwacht op de waterkwaliteit en de waterbodem.

Om een indicatie te krijgen of de overstort een effect op de waterbodempkwaliteit heeft, is de milieuhygiënische kwaliteit van de waterbodem bepaald voor, tijdens en na de meetperiode.

Bemonstering

De waterbodem is onderzocht op twee aaneensluitende trajecten die stroomafwaarts van overstort R0.04 (met bergbezinkbassin) gesitueerd zijn. Er is driemaal bemonsterd: in december 2000, november 2003 en maart 2005.

Tabel 6.1 Monsternamen waterbodem

Monsternametraject	Ligging t.o.v overstort	trajectlengte
overstort R0.04 (651)	direct na overstort	500 meter
stuw Lysthuizen (652)	500 m na overstort	500 meter

De sloot wordt jaarlijks geschoond (gehekkelt); met het verwijderen van de planten wordt vaak ook wat slib wordt meegenomen. Het recent afgezette slib (slibtoplaag), wat mede door de overstort beïnvloed wordt, wordt dus ieder jaar voor een deel met de waterplanten verwijderd. Waarschijnlijk betekent dit dat de slibmonsters vooral bestaan uit oud slib en maar voor een deel uit recent afgezet slib. De slibmonsters zijn dus niet alleen een afspiegeling van de beïnvloeding gedurende de afgelopen twee jaren maar ook van de jaren ervoor.

6.2 Resultaten waterbodemonderzoek

Een overzicht van de analyseresultaten is opgenomen in bijlage 6. De resultaten zijn getoetst aan de waterbodempnormen uit de Vierde Nota waterhuishouding (NW4). Een beknopt overzicht van de toetsresultaten staat in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Milieuhygiënische kwaliteit waterbodembenedenstrooms van overstort R0.04

Locatie	2000 (nulsituatie)		2003		2005	
	Eind-oordeel	Parameters	Eind-oordeel	Parameters	Eind-oordeel	Parameters
651 overstort	klasse 0	EOX (1)	klasse 2	EOX (1) olie ¹⁾ (3)	klasse 1	EOX (1) olie (1)
652 stuw	klasse 2	EOX (1) olie (1)	klasse 1	EOX (1) olie (1)	klasse 0	EOX (1) olie ¹⁾ (1)
Lysthuizen		PAK-10 (2)				

1) toegestane overschrijding met < 50%

Klasse 1: > streefwaarde en < grenswaarde

Klasse 2: > grenswaarde en < toetsingswaarde

Klasse 3: > toetsingswaarde en < interventiewaarde

Gedurende vijf jaar is de kwaliteit van de waterbodembenedenstrooms van overstort (traject 651) nagenoeg gelijk gebleven. Het traject bij de stuw lijkt zelfs in kwaliteit verbeterd. De klassebepalende stof is minerale olie. Behalve in 2000; toen was PAK-10 op traject 652 klassebepalend. Opgemerkt wordt dat EOX geen klassebepalende parameter is, maar moet worden beschouwd als een gidsparameter voor chloorhoudende stoffen zoals bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen of chloorhoudende oplosmiddelen.

6.3 Bespreking resultaten

6.3.1 Algemeen

De laatste decennia is de kwaliteit van het rioolwater verbeterd. Vooral van metalen zoals bijvoorbeeld kwik en lood is de afname groot geweest. Van koper en zink is de afname echter veel lager. Anno 2005 is de invloed van (gemengde) overstortingen op waterbodems vooral terug te vinden in verhoogde gehalten aan koper en zink in de waterbodem.

Algemeen beeld waterbodembekwaliteit in relatie tot overstorten

In niet of weinig belaste stedelijke watersystemen en in landelijke watervallen is de waterbodembekwaliteit vaak klasse 1 door minerale olie of klasse 2 door PAK-gehalten. Hieronder vallen ook waterbodembekwaliteitsmetingen met regenwateruitlaten van gescheiden of verbeterd gescheiden rioolstelsels. Zodra er sprake is van rioolwateroverstorten uit gemengde stelsels worden naast PAK en olie vaak ook verscheidende metalen in verhoogde gehalten aangetroffen. Vooral koper, zink, en soms nikkel (klasse 1 of 2), en in oude sliedlagen tevens kwik, cadmium en lood (klasse 1 of 2)⁴⁹.

⁴⁹ Diverse baggerplannen zoals: baggerplan gemeente Boarnsterhim, Tauw bv (projectnr 4275765), augustus 2003/ Baggerplan Scherpenzeel, Tauw bv (projectnr, 4331713), Deventer juni 2004/ Baggerplan gemeente Ede, Tauw bv (projectnr 3962865), april 2002/ Baggerplan gemeente Deventer, Witteveen & Bos, 2003

Echter, vaak is er geen aantoonbare relatie met overstorten te vinden. Vooral in grotere wateren of goed doorstroomde waterengangen (o.a. beken) zijn, ondanks de grote vuilvrachten uit gemende overstorten, vaak nauwelijks negatieve effecten op de waterbodem waarneembaar of is een relatie met overstorten niet aanwijsbaar⁵⁰. Vlak achter de overstort bezinkt de grovere (schone) zandige fractie van het rioolslib terwijl de fijne deeltjes (met de daaraan gebonden verontreinigingen) over grote afstand worden meegevoerd en verderop verspreid tot bezinking komen⁵¹.

Het zijn vooral die stoffen die zich goed aan zwevende deeltjes hechten die in waterbodem worden aangetroffen. Gezien de uitwerp van zwevende stof van een overstort met een bergbezinkbassin sterk gereduceerd is (rendement van 65%, zie hoofdstuk 4), mag verwacht worden dat negatieve de invloed van overstort R0.04 op de waterbodemkwaliteit gering is. Bovendien wordt er tijdens een overstort doorgespoeld waardoor verontreinigingen worden meegevoerd en over een grotere afstand tot bezinking komen.

6.3.2 Heeg

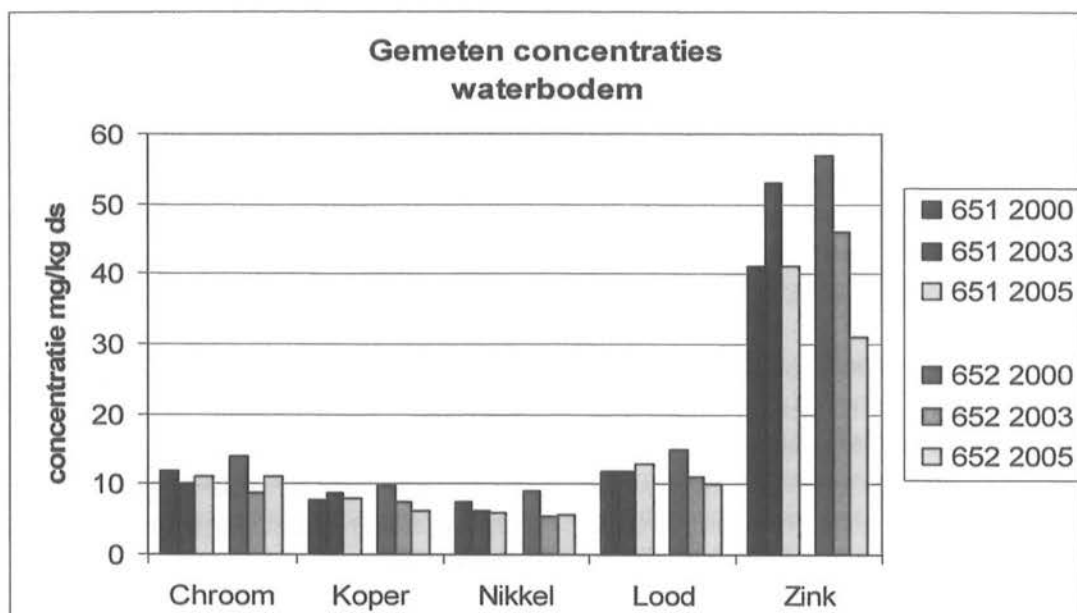
Behalve een éénmalig verhoogd oliegehalte in 2003, zijn de gehalten op de bemonsterde waterbodemlocaties laag te noemen. Voor het verhoogde oliegehalte (4000 mg/kg d.s.) dat in 2003 op traject 651 is aangetroffen is geen duidelijke verklaring aanwezig. De invloed van de overstort kan niet worden uitgesloten, maar gezien de concentraties van de andere stoffen erg laag zijn is dat niet voor de hand liggend. De overige oliegehalten (klasse 1) zijn laag; dergelijke oliegehalten worden doorgaans in onbelaste watergangen aangetroffen⁵².

Een overzicht van de gemeten gehalten (dus niet gestandaardiseerd) van enkele metalen staat in figuur 6.1. Hieruit valt af te leiden dat de concentraties aan metalen in de verschillende monsters op hetzelfde niveau liggen of in de tijd afnemen. Bij toetsing aan de normen uit de NW4 worden alle metalen in klasse 0 (schoon) geclassificeerd.

⁵⁰ Voorbeeld: In het onderzoek 'de effecten van een verbeterd stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit in Stolwijk Vlist', zoals genoemd in hoofdstuk 5, is ook het kwaliteitsverloop van de waterbodem beschouwd. Ook hier werd een redelijk stabiele verontreinigingssituatie aangetoond: 'de waterbodem, welke viermaal is bemonsterd ter plaatse van de overstortlocatie, vertoont een stabiel patroon (klasse 2). Het gehalte aan PAK varieert wel sterk (klasse 3,0,2,2), waarschijnlijk als gevolg van "toevalstreffers". Zie bijlage 6 voor uitgebreidere omschrijving.

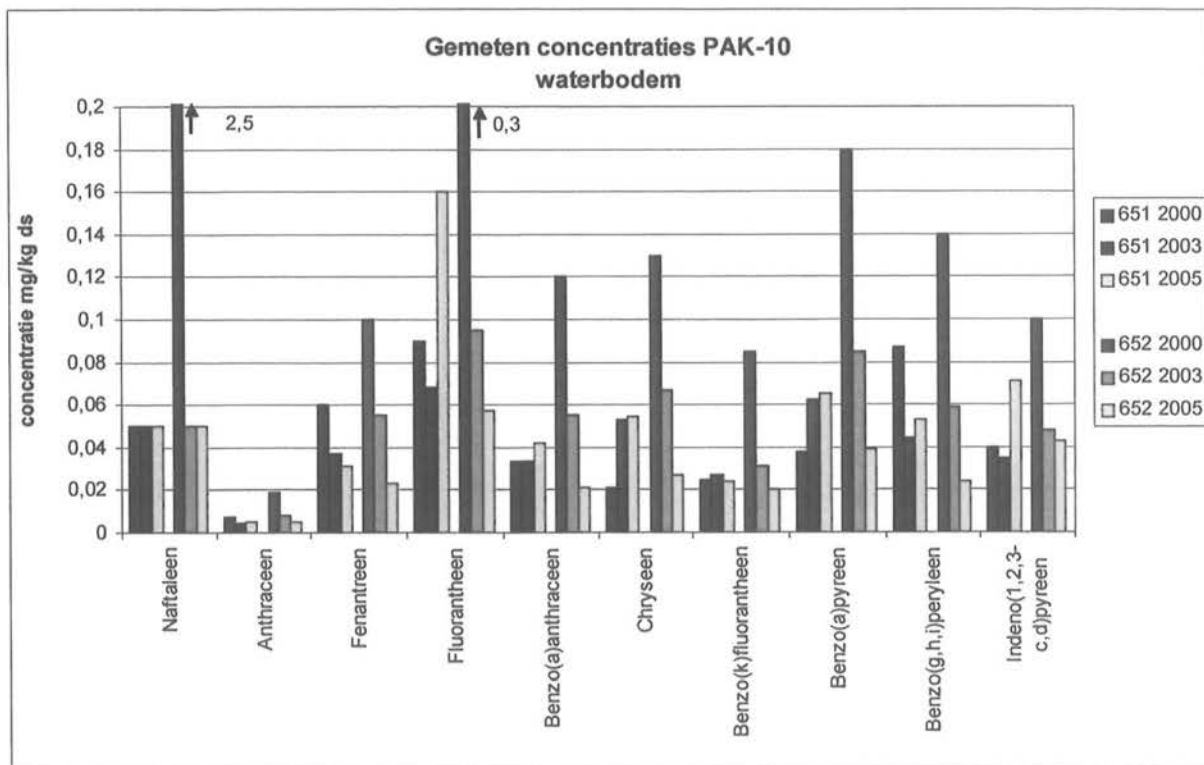
⁵¹ Het effect van rioolwateroverstorten op de Boekelerbeek, Waterschap Regge en Dinkel, 1998.

⁵² Literatuur diversen



Figuur 6.1 Gemeten concentraties zware metalen in 2000, 2003 en 2005

In figuur 6.2 staat een overzicht van de gemeten concentraties aan PAK. In het oog springend zijn de hogere gehalten in de nulsituatie bij monsternametraject 652. Opvallend is het hoge gehalte aan naftaleen op traject 652 (2,5 mg/kg d.s.) in 2000. Dit is exceptioneel hoog voor een sliblaag in dergelijke sloten. Een duidelijke verklaring is niet bekend. Er zou sprake kunnen zijn van een analysefout. Duidelijk is wel dat alle concentraties aan PAK over de gehele linie in dat monster hoger waren.



Figuur 6.2 Gemeten concentraties aan PAK in 2000 en 2003

Conclusies

Samenvattend wordt geconcludeerd:

- De huidige overstortingsituatie (met doorspoelen en onderhoud) heeft geen negatieve invloed op de waterbodemkwaliteit gehad.
- De slibkwaliteit is op het traject bij de overstort nagenoeg hetzelfde gebleven. In het meer stroomafwaarts gelegen traject (652) lijkt de slibkwaliteit sterk verbeterd omdat de PAK-gehalten vijf jaar na de nulmeting beduidend lager zijn.
- Op beide onderzochte trajecten is de huidige waterbodemkwaliteit goed te noemen; klasse 0 en/of klasse 1. Of dit het resultaat is van doorspoelen, van de werking van het bergbezinkbassin zelf (emissie is relatief laag en emissiereductie van zwevende stof is relatief hoog, zie hoofdstuk 4) of mede door onderhoud (hekkelen) wordt uit dit onderzoek niet duidelijk. Waarschijnlijk berust het resultaat op een combinatie van alle genoemde factoren.

7 Zuurstof model Duflow

7.1 Inleiding

In 2000 zijn waterkwaliteitsberekeningen uitgevoerd naar het effect van overstortingen uit het gemengde rioolstelsel van Heeg op de zuurstofhuishouding in het watersysteem. Op basis van deze modelberekeningen hebben de gemeente Wymbritseradiel en het Wetterskip Fryslân besloten om geen extra oppervlaktewater te creëren volgens de '1:4 vuistregel' (gewenst volume oppervlaktewater vier maal zo groot als het overstortingsvolume) maar in plaats daarvan het watersysteem door te spoelen. Met het meetprogramma in Heeg kan het waterkwaliteitsmodel 'zuurstowa.mod' in Duflow, waarmee de zuurstofhuishouding in het watersysteem is gemodelleerd, geoptimaliseerd worden.

7.2 Probleem

Het is onzeker hoe betrouwbaar waterkwaliteitsberekeningen zijn, de berekeningen zijn namelijk gebaseerd op een groot aantal aannames over de initiële waterkwaliteit en de vervuiling van het overstortende water. Daarnaast worden watersystemen in berekeningen sterk geschematiseerd.

7.3 Beschrijving zuurstofmodel

Het zuurstofgehalte in oppervlaktewater wordt vaak gemodelleerd met het softwareprogramma Duflow⁵³ voor het uitvoeren van waterkwaliteitsberekeningen. Duflow is een model voor de simulatie van één-dimensionale, niet-stationaire stroming en waterkwaliteit in open watersystemen. Het programma bestaat uit een kwantiteitsmodule en een kwaliteitsmodule. De kwantiteitsmodule berekent het verloop van de stroming en de waterstanden in het watersysteem. De kwaliteitsmodule simuleert (water)kwaliteitsprocessen die de gebruiker definieert. Voor de zuurstofberekeningen is gebruik gemaakt van het standaard zuurstofmodel 'zuurstowa.mod' dat de STOWA heeft opgezet. Dit model simuleert de volgende processen:

Zuurstofverbruik:

- afbraak van BZV
- nitrificatie
- sedimentzuurstofverbruik

Zuurstofproductie:

- reaëratie
- primaire zuurstofproductie
- zuurstofinslag bij kunstwerken

Deze processen zijn beschreven in bijlage 7. Het STOWA-zuurstofmodel maakt gebruik van verschillende parameters en variabelen. Deze parameters en variabelen, met bekende literatuurwaarden, staan in bijlage 7.

⁵³ Voor de eerste berekeningen is gebruik gemaakt van DMS versie 3.4.0.591

7.4 Beschikbare gegevens voor kalibratie

Voor een goede kalibratie van het model is een complete dataset nodig; continue verloop van het zuurstofgehalte in het oppervlaktewater en het overstortende rioolwater. Van de laatste zijn slechts twee overstortingen beschikbaar zoals beschreven in hoofdstuk 4. Bij de beschouwing van de overstorting op 13 december 2003 bleek dat de kwantitatieve randvoorwaarde ontbrak aangezien er geen metingen van het debiet van de inlaat beschikbaar waren⁵⁴. Ook waren er bij deze overstorting geen metingen van BZV-concentraties beschikbaar alsmede ontbrak het gemeten zuurstofverloop benedenstrooms van het BBB. Zodat slechts een indicatieve kalibratie mogelijk was. Van de overstorting van 8 juli 2004 waren echter voldoende gegevens beschikbaar om een kalibratie-berekening met de waterkwaliteitsmodule van Dufrow uit te voeren. Deze wordt in de volgende paragraaf uiteengezet.

7.5 Kalibratie overstorting

De gebruikte meetgegevens zijn:

- De temperatuur in het watersysteem
- De zuurstofconcentratie in het watersysteem
- Het overstortingsdebiet van het bergbezinkbassin
- De BZV-concentratie van de overstorting
- Het inlaatdebiet vanuit de boezem

De metingen van de waterstanden in het watersysteem zijn niet gebruikt omdat deze onverklaarbaar lage waarden bevatten.

Drie OTD's (OTD 5, 6 en 7) geven een redelijk verloop van de zuurstofconcentraties. Opvallend is dat de zuurstofconcentraties een sterk dag/nachtritme vertonen (zie ook hoofdstuk 5). Het verschil tussen de hoogste (overdag) en laagste zuurstofconcentraties ('s nachts) bedraagt tussen de 4 en 6 mg/l. Dit is een fors verschil, zeker gezien de lage zuurstofwaarden die in de nachtelijke uren optreden (vooral bij OTD5). De meetwaarden zijn opgenomen in de figuren 7.1 t/m 7.3.

Bij de kalibratieberekening kan het dag/nachtritme niet verwaarloosd worden. Het sinusvormige zuurstofverloop wordt veroorzaakt door de zuurstofproductie van algen en waterplanten onder invloed van de zonne-instraling. De Instraling van zonlicht varieert sterk en wordt gemeten door de KNMI-stations. Tauw heeft de gemeten urengegevens van de zonne-instraling van het dichtstbijzijnde KNMI-station (Leeuwarden) opgevraagd. De gemeten waarden betreffen het volledige energiespectrum. Algen gebruiken ongeveer de helft van het spectrum van de zonne-

⁵⁴ Uitgegaan van 0,6 m³/min.

instraling voor fotosynthese. De meetwaarden zijn daarom vermenigvuldigd met een factor 0,5 en omgerekend naar W/m^2 ten behoeve van de invoer in Duflow.

De amplitude van het zuurstofverloop wordt in het kwaliteitsmodel van Duflow alleen beïnvloed door de zonne-instraling en de concentratie chlorofyl in het oppervlaktewater. Omdat de zonne-instraling al bekend is, kan de concentratie chlorofyl goed gekalibreerd worden aan de meetwaarden van het zuurstofverloop. De gekalibreerde waarden voor de chlorofylconcentratie variëren in het watersysteem van Heeg tussen de 60 en 80 $\mu g/l$. Deze waarden liggen binnen de normale range van algenbiomassaconcentraties (10 tot 200 $\mu g/l$).

Na het bepalen van de chlorofylconcentratie zijn de overige parameters van het waterkwaliteitsmodel zo ingesteld dat een zo goed mogelijke benadering van het gemeten zuurstofverloop werd verkregen. Hierbij is met name gevarieerd in het sedimentzuurstofverbruik. De gebruikte waarden variëren voor het grootste deel tussen 0,5 en 2 $g O_2/m^2/d$. Alleen bij OTD5 zijn hogere waarden nodig van 10-12 $g O_2/m^2/d$ nodig om het zuurstofverloop te benaderen. Deze hoge waarden zijn wel verklaarbaar: OTD5 staat direct bij de overstort, waar door bezinking van biologisch afbreekbaar materiaal een hoger sedimentzuurstofverbruik te verwachten is. De gemeten zuurstofconcentraties bij de OTD's vertonen een constante stijging. Dit is in de modellering benaderd door het sedimentzuurstofverbruik in de tijd af te laten nemen.

Na kalibratie van de procesparameters op basis van de gemeten zuurstofwaarden in de periode 1 t/m 7 juli, is een berekening uitgevoerd met de overstorting van 8 juli. Het berekende zuurstofverloop bij de 3 OTD's is in de figuren 7.1 t/m 7.3 weergegeven.

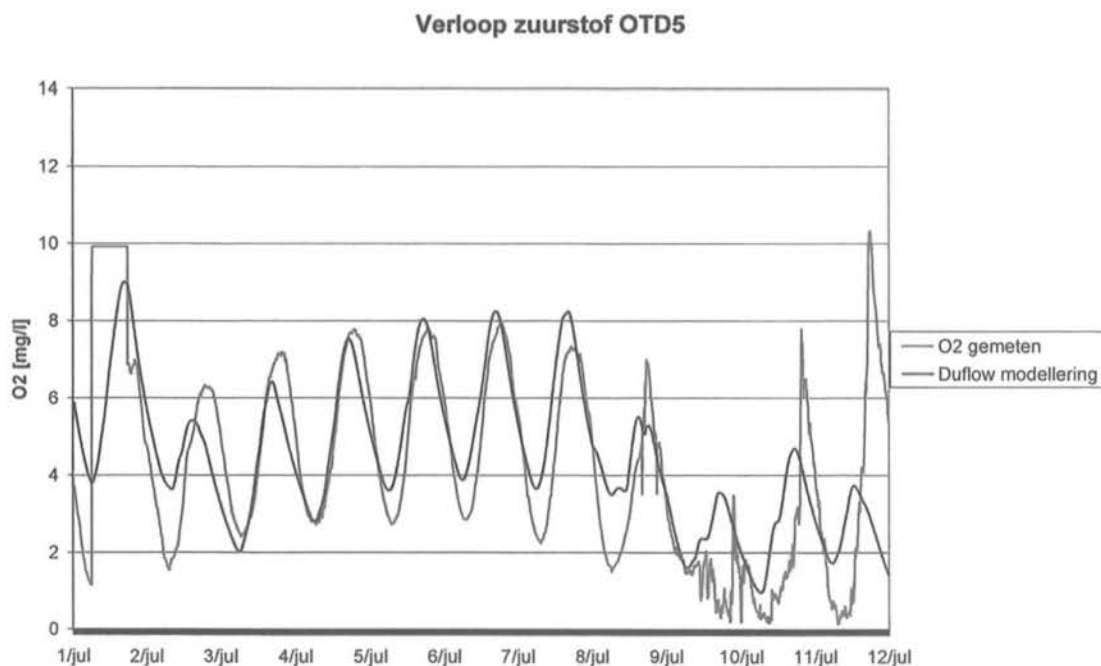
Na de overstorting van 8 juli vertonen de gemeten en berekende zuurstofconcentraties bij de drie OTD's een duidelijke daling. In de berekening wordt deze daling bij OTD's 5 en 6 voornamelijk veroorzaakt door afname van de zonne-instraling (door bewolking). De gemeten waarden bij OTD's 5 en 6 zijn lager dan berekend. Een verklaring hiervoor is het volgende. Duflow is een zogenaamd 1-dimensionaal model. Dit betekent dat de watergang in zowel de diepte- als breedterichting een constant veronderstelde (zuurstof)concentratie heeft, die bepaald wordt door volledige menging. De concentraties variëren alleen in de lengterichting van de watergang. Convectief transport (transport van stoffen door stroming) is in dergelijke modellen overheersend. Na een overstorting zal het vuile water door het doorspoeldebiet wegstromen van de overstort. Dit effect wordt slechts in geringe mate tegengegaan door dispersie tegengesteld aan de stroomrichting. In 1-dimensionale modellen worden kortsluitstromen, neren en andere stromingseffecten die verontreinigd water dicht bij de overstort vasthouden, verwaarloosd. In de praktijk zullen dergelijke processen wel een rol spelen, zodat ook dicht bij een overstort vuil water zal blijven hangen en zuurstofdaling door BZV-afbraak mogelijk is.

Bij OTD 7 wordt de daling in de berekende zuurstofconcentratie wel veroorzaakt door BZV-afbraak. Het begin van de gemeten zuurstofdip wordt in de berekening redelijk goed benaderd. In de berekening herstelt de zuurstofconcentratie zich echter sneller dan in de metingen. Dit effect is

niet goed te benaderen door aanpassing van de procesparameters. Verlaging van bijvoorbeeld de afbraaksnelheid van BZV zal leiden tot een langere duur van de zuurstofdip, maar ook door een minder grote daling van de zuurstofconcentratie. De berekende waarden dienen echter een grotere daling te laten zien over een langere duur. Een mogelijke verklaring voor de meetwaarden kan zijn dat de BZV-concentraties in het overgestorte water groter waren dan gemeten en of de opwoeling van organisch materiaal bij doorspoelen.

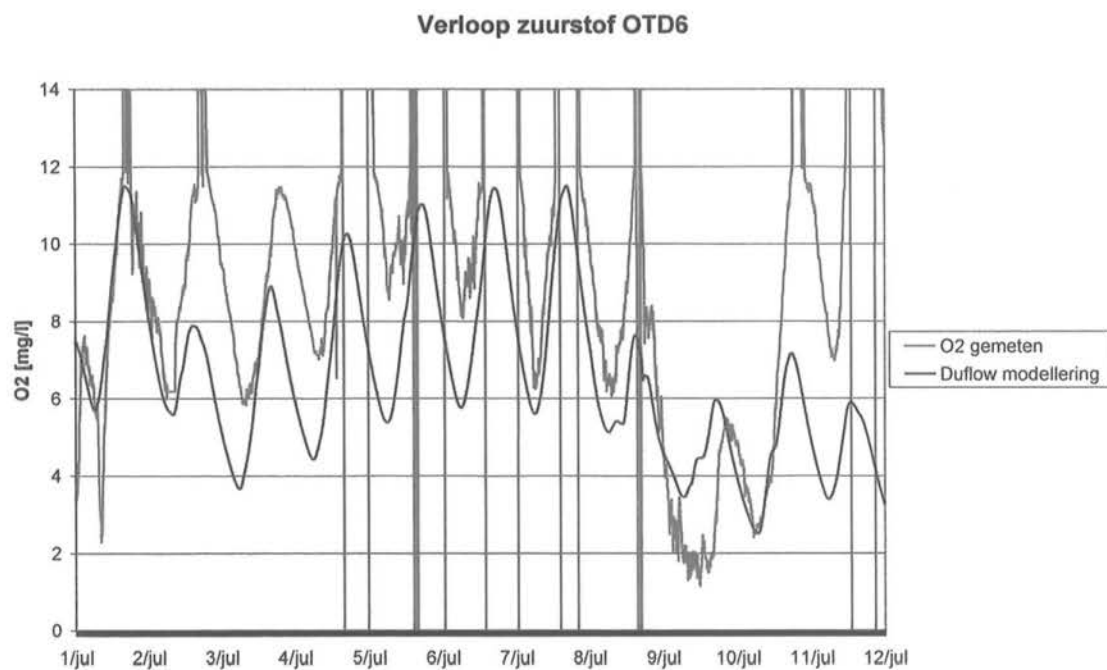
Conclusies

De kalibratiewaarden komen redelijk overeen met de waarden die worden gebruikt in de doorspoelplannen. Gezien de sterke variatie van vele parameters (bv: vuilemissie, achtergrondconcentraties, instraling zonlicht, dag-nacht zuurstofgehalte variaties, zie hoofdstuk 5) ligt de waarde van modelleren bij het verkrijgen van inzicht in gebiedsgemiddelde relatieve invloeden en niet op absolute waarden op een enkele locatie. Voor een goede kwaliteitsmodellering zijn aanvullende metingen sterk aan te bevelen.

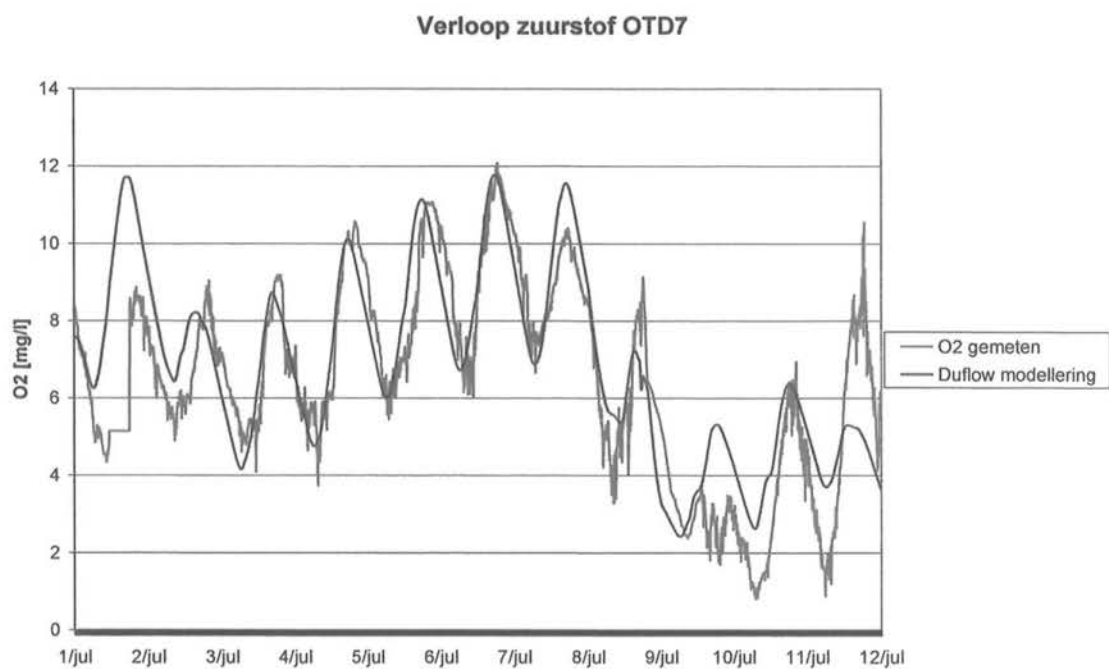


Figuur 7.1 Zuurstofverloop meting en kalibratieberekening OTD5

f.



Figuur 7.2 Zuurstofverloop meting en kalibratieberekening OTD6



Figuur 7.3 Zuurstofverloop meting en kalibratieberekening OTD7

8 Landelijke kennis doorspoelen

8.1 Inleiding

Het onderzoek naar het effect van overstortingen vanuit het gemengde gerioleerde stelsel op de waterbodem en oppervlaktewaterkwaliteit is onder andere gestart aangezien er over de effectiviteit van doorspoelen weinig bekend is. De hier gepresenteerde resultaten van het onderzoek in Heeg kunnen locatiespecifiek zijn en alleen maatgevend zijn voor deze situatie. Om deze reden is een inventariserend onderzoek gestart naar de kennis en bevindingen van doorspoelen in Nederland. De resultaten worden in dit hoofdstuk beschreven.

8.2 Onderzoek

In totaal zijn 79 gemeenten en waterschappen benaderd. Hiervan is met 38 gemeenten mondeling of schriftelijk (enquête) contact geweest. Hieruit kwam een beeld over in welke gemeenten doorspoelen wordt toegepast en welke gemeenten onderzoek hebben gedaan naar de effectiviteit ervan. Bij veel gemeenten gelegen op relatief hogere gebieden (zandgronden), waarbij de aanwezigheid van boezemwater afwezig is, worden geen doorspoelmaatregelen getroffen. Om deze reden heeft het onderzoek gericht op gemeenten die zich op klei en veengronden bevinden.

8.3 Geïnterviewde onderzoeken

De onderzoeken waarvan de meeste gegevens bekend zijn worden in de volgende paragrafen uiteengezet (uitgebreid overzicht bijlage 8).

8.3.1 Amersfoort

Amersfoort bevindt zich aan de westzijde van de Veluwe, hier stromen verschillende beken doorheen. Door het verhang bestaat hier een natuurlijke doorspoeling. Verder zijn er ook wateren in Amersfoort waar geen tot weinig stroming plaatsvindt. Dit maakt het een scenario waar een vergelijking gemaakt kan worden tussen doorspoelende en stilstaande watersystemen. In de wateren waar continu stroming plaatsvindt, is het niet mogelijk om extra doorspoeling toe te passen, doordat dit altijd al geschiedt. In 2002 is er door het waterschap een onderzoek uitgevoerd die zich heeft gericht op de kwaliteit van de wateren. Bij dit onderzoek zijn vooral monsterpunten gekozen welke zich in de buurt van een overstort bevonden.

Tabel 8.1 Resultaten onderzoek Amersfoortse wateren⁵⁵

Meetpunt	fosfaat (mg/l)	ortho-P (mg/l)	ammonium (mg/l)	zuurstof (min) (mg/l)	BZV (mg O2/l)	chloride (mg/l)	Kj-N (mg/l)	chlorofyl (ug/l)	koper (ug/l)	zink (ug/l)	EGV	Doorspoeling
1.Flierbeek(871)	0,82	0,36	3,2	0,6	8	42	4,8	48	3,8	38	382	Geen doorspoeling
idem_1997	0,43	0,14	1,1	0,8	3,7	53	2,7				582	Geen doorspoeling
2.Malewetering(706)	0,26	0,08	0,3	1,3	2,5	56	1,8	13	3,8	15	683	Doorspoeling
3.Heliumweg(707)	0,13	0,01	0,3	4,1	4,4	43	1,4	53	1,8	11	329	Geen doorspoeling
4.Bieshaarlaan(856)	0,13	0,04	0,4	2,4	2,6	30	1,4	51	2,0	15	394	NB
idem_1997	0,29	0,09	0,61	1,1	4,3	37	2,4				501	NB
5.Berliozstr.(872)	0,31	0,08	0,7	0,9	3,8	23	2,2	70	1,5	14	377	Geen doorspoeling
idem_1997	1,1	0,06	0,21	0,6	12,8	52	3,0				698	Geen doorspoeling
6.Zangvogelweg(868)	0,48	0,24	0,9	1,0	2,8	74	1,9	10	2,5	8	605	NB
idem_1997	0,53	0,26	0,67	1,4	3,7	68	2,3				700	NB
7.Balladelaan(708)	0,21	0,03	0,3	1,4	4,5	30	2,1	20	2,2	14	382	Doorspoeling
8.vijver_Emiclaer(978)	0,07	0	0,14	7,0	2,5	27	1,2	19	1,3	3	397	Geen doorspoeling
idem_1997	0,23	0,03	0,08	8,2	5,4	33	2,5				582	Geen doorspoeling
9.Lage_Hoven(714)	0,18	0,04	0,2	5,1	3,3	41	1,9	48	3,4	9	536	NB
10.Basicweg(709)	0,36	0,14	0,1	2,0	3,9	62	1,5	17	0,8	5	541	Geen doorspoeling
11.singelBloemd.(813)	0,31	0,11	0,4	1,6	2,5	38	1,5	6	3,8	17	402	NB
idem_1990	0,17	0,3	4,7	2,7		55					705	NB
12.o.singel_Havik(814)	0,49	0,17	0,9	1,8	2,7	40	2,7	9	6,8	49	449	NB
idem_1990	0,31	0,3	2,3	3,3		55					693	NB
13.m.singel_Langes.(815)	0,33	0,12	0,29	2,7	2,5	38	1,4	5	3,5	14	440	NB
14.west_singel(816)	0,37	0,11	0,26	3,1	2,1	39	1,4	10	3,3	12	439	NB
15.inlaat_singels(715)	0,30	0,1	0,26	3,3	2,5	39	2,3	8	3,3	15	441	Doorspoeling

Uit bovenstaande tabel blijkt geen duidelijk positief verschil te zijn voor de doorstromende wateren. Gemiddeld voor de wateren waar 'doorspoeling' op uitgevoerd wordt is de minimale zuurstofconcentratie (3 locaties) 2,0 mg/l, ten opzichte van 3,0 mg/l van de wateren waar geen doorspoeling op uitgevoerd wordt (8 locaties).

8.3.2 Delft

In de stad Delft maken ze niet direct gebruik van incidenteel doorspoelen, wel wordt het systeem doorgespoeld en is alles hydraulisch doorgerekend. De overstorten bevinden zich veelal in de buurt van poldergemalen. Wanneer er veel regen valt treden de poldergemalen in werking en vangen direct de overstortlozing op. Hierdoor zal er een minimale verspreiding plaatsvinden in de grachten.

8.3.3 Volkerak-Zoommeer⁵⁶

Het Volkerak-Zoommeer in Zeeland was voor Rijkswaterstaat directie Zeeland een locatie geweest waar ze in de zomer van 2003 de maatregel hadden moeten uitvoeren. Het Volkerak-Zoommeer kampt met een enorm blauwalgenprobleem en gedacht werd aan doorspoelen om op die wijze het meer te verbeteren.

⁵⁵ Met het oog op doorspoeling en overstorten. Alle waarde zijn gemiddelde, met uitzondering van zuurstof, hiervoor is het jaarminimum gebruikt. (Waterschap Vallei en Eem, juli 2003).

⁵⁶ Waterforum Online, 17 juni 2003

In het kader van de Deltawerken is dit meer in 1987 ontstaan door de aanleg van de Philipsdam en de Oesterdam. Aanvankelijk kreeg het systeem dat abrupt van zoutsysteem naar zoetsysteem was getransformeerd een zeer positieve ecologische ontwikkeling. Maar door de aanvoer van veel nutriënten vanuit Brabants en Vlaams achterland zette vanaf begin jaren negentig geleidelijk een negatieve trend in, die nog steeds niet is gebogen. Het probleem manifesteert zich in de groei en bloei van blauwalgen. Dit probleem heeft zich in de zomer van 2002 geuit in de dood van zo'n 5000 watervogels.

Het idee was om het Volkerak-Zoommeer met behulp van water uit het Hollandsch Diep door te spoelen en op die manier een grote hoeveelheid blauwalgen kwijt te raken. Nog voordat deze maatregel uitgevoerd is kwam men erachter dat het Hollandsch Diep wellicht juist een negatieve bijdrage had kunnen leveren. Het water had het Volkerak-Zoommeer juist kunnen 'laden' met relatief vies verontreinigd water.

8.3.4 Vlissingen

Vlissingen heeft al in 1981 een (permanent) doorspoelcircuit aangelegd, de reden hiervan was stankoverlast. Maar in het najaar van 2002 hebben zich toch weer stankproblemen voorgedaan. Dit kwam mede doordat de doorspoelpompen vervangen moesten worden. Deze problemen zijn opgelost door twee bergbezinkbassins aan te leggen en door te baggeren. Na het weer in werking zetten van het doorspoelcircuit duurde het slechts één week voordat er helemaal geen stankoverlast meer was. Voor het incident spoelde de gemeente alleen in de zomerperiode (eind april tot eind oktober). Na het baggeren en het aanleggen van de bergbezinkbassins is het doorspoelcircuit het gehele jaar door in werking, maar wel met een lagere stroomsnelheid. In geval van een overstortingsincident worden de pompen harder aangezet. Hierdoor kunnen de incidenten snel verwerkt. Na het uitvoeren van deze maatregel is er geen melding meer geweest over stankoverlast.

Uit metingen van voor de maatregel en metingen na de maatregel is op te maken dat het doorspoelen invloed heeft gehad op de zuurstofhuishouding.

Tabel 8.2 Weergaven van zuurstofconcentraties voor en na de getroffen maatregel⁵⁷

Monsterpunt	Zuurstof mg/l (voor maatregel)	Zuurstof mg/l (na maatregel)	Zuurstof % (voor maatregel)	Zuurstof % (na maatregel)
Olympiaweg	5.1	9.6	37.4	82.3
Steenhuisstraat	2.5	7.8	17.5	65.2
Bonedijkestraat	1.3	10.4	9.8	89.7
Ridderspoorlaan	2.7	6.5	20.0	52.2
Anjerlierelaan	2.4	6.1	18.1	52.6
Adriaen Coortelaan	1.5	8.7	10.2	70.8
Gemiddelden	2.6	8.2	18.8	68.8

8.3.5 Ridderkerk

In de gemeente Ridderkerk wordt per incident bekeken welke maatregel getroffen gaat worden. Monitoring van het systeem heeft nog niet plaatsgevonden, buiten de monitoring van de kwantiteit van de overstorten. Hierdoor is er nog geen kennis beschikbaar over het effect van doorspoelen binnen de singelcircuits. Binnenkort zal in samenwerking met het zuiveringsschap (reeds gefuseerd tot Waterschap Hollandse Delta) een monitoring plaatsvinden, aan de hand waarvan een richtlijn zal worden opgesteld voor Ridderkerk.

De maatregel wordt getroffen in twee situaties. Eén van de doorspoelbare singels is gelegen in de rand van de wijk Slikkerveer, de overige singels in deze wijk zijn overstortvrij gemaakt, waardoor slechts een klein deel van het oppervlaktewater te maken heeft met overstort problematiek. Deze singels worden gesuppleerd vanuit een voorbezinkvijver. In deze voorbezinkvijver wordt rivierwater ingelaten via een hevel.

Om de neerslag vanuit andere gebieden binnen de wijk Slikkerveer naar de doorspoelbare singels te krijgen, zijn er 2 grote riolen aangelegd om het water naar de overstorten te kunnen transporteren. De tweede functie van de voorbezinkvijver is reservoir voor doorspoeling van de singel met overstorten. Door het op afstand strijken van een stuw kan de inhoud van de vijver als spoelwater worden gebruikt ter doorspoeling van de singel.

De gemeente en het zuiveringsschap zijn tevreden met het resultaat, er is echter nooit onderzoek gedaan naar het resultaat van de maatregel.

57

⁵⁷ Metingen voor de getroffen maatregel zijn in december bepaald, en metingen na de maatregel zijn vanaf februari tot oktober bepaald. Niet bekend is of en wanneer er een overstorting heeft plaatsgevonden.

8.3.6 Amsterdam

Dienst Waterbeheer en Riolering (DWR) ververst regelmatig het water in de Amsterdamse grachten. Dit is nodig om de kwaliteit van het water te bewaren. Drijf- en straatvuil, overstorten uit het riool, ongezuiverde lozingen van woonboten, gemorste olie en benzine vervuilen het water. Ook het regenwater en het water van de Amstel zouden de kwaliteit van het water in de grachten verslechteren. 's Winters ververst DWR het water twee keer per week (maandag- en dinsdagnacht), 's zomers - bij een watertemperatuur hoger dan 15°C - vier keer per week (dan ook donderdag- en vrijdagnacht). Het verversen gebeurt 's nachts vanaf ± 23.00 uur om de hinder voor de scheepvaart en rondvaartboten te beperken.

Voor het verversen gebruikt DWR het gemaal Zeeburg in het oosten van Amsterdam. Dit gemaal pompt per verversingsbeurt 600.000 m³ water vanuit het IJmeer door het grachtenstelsel. Aan de westkant van het grachtenstelsel stroomt het water in het IJ. Via het Noordzeekanaal en de spuisluis in IJmuiden wordt het water naar de Noordzee afgevoerd.

In de toekomst wil DWR het doorspoelen op basis van continue metingen aan zuurstof gaan koppelen om onderbouwd het doorspoelen en de inspanningen die daarmee gemoeid zijn te minimaliseren.



Figuur 8.1 Gemaal Zeeburg

8.3.7 Overige informatie

De gemeente Rotterdam heeft zelf een onderzoek gedaan naar de effecten van het vergroten van het doorspoeldebiet. Rotterdam spoelt voornamelijk door met water uit de Nieuwe Maas, dit water heeft een slechte waterkwaliteit waardoor onderzocht moest worden wat het effect hiervan zal zijn.

Als alternatief op het doorspoelen worden maatregelen aangedragen als bergbezinkbassins, verhogen van de poc (pompovercapaciteit), afkoppelen en het vergroten van het

oppervlaktewater. Wanneer er problemen zijn ontstaan (vissterfte en stankoverlast) kan worden gebaggerd of zuurstof toegevoegd aan het systeem (beluchting⁵⁸).

8.4 Resultaten

Allereerst kan worden geconcludeerd dat er zeer weinig gegevens bekend zijn omtrent doorspoelen. Dat doorspoelen een maatregel kan zijn tegen overlast wordt wel erkend. Veel gemeenten die doorspoelen, spoelen permanent, preventief of curatief door zonder dat er kwantitatieve of kwalitatieve berekeningen hieraan ten grondslag liggen.

Voornaamste redenen om tot actie over te gaan zijn vissterfte of stankoverlast. Het effect van doorspoelen wordt vrijwel altijd positief ingeschat met uitzondering voor situaties waar gebruik gemaakt wordt van doorspoelwater met een slechte kwaliteit.

Een algemene conclusie trekken uit de gepresenteerde onderzoeken (vaak incidentele metingen) is niet mogelijk omdat de resultaten sterk locatiespecifiek zijn en of een resultante van diverse maatregelen.

⁵⁸ Speciale beluchtingsapparaten in combinatie met generatoren blazen luchtballen in het water, bijvoorbeeld via een stelsel van geperforeerde buizen of drijvers. Er zijn ook compressoren die zeer fijne luchtballen produceren of met zuurstof verrijkt water inspuiten. Soms worden beluchtingssystemen permanent of gedurende langere, kritieke perioden ingezet. Bronmaatregelen zijn echter aan te bevelen. Overige maatregelen als tijdelijke berging in zakken, overstorten 'verplaatsen' naar minder kwetsbare wateren ed. zijn tevens in de enquêtes voorgesteld.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Algemeen

Het bergbezinkbassin heeft zowel kwantitatief als kwalitatief boven verwachting gefunctioneerd. Kwantiteit: de praktijkmetingen komen goed overeen met de theorie (model) en veel interne overstortingen hebben niet geleid tot externe overstortingen. Kwaliteit: de zuiveringsrendementen zijn hoger dan die bij soortgelijk onderzoek zijn bepaald.

Het gemeten effect van de vuilemissie op de zuurstofhuishouding van het oppervlaktewater is verbazingwekkend laag te noemen, zeker gezien de kleine dimensies van het ontvangende oppervlaktewater (poldersloot). Slechts 1 op de 7 overstortingen (i.h.a. overstortingsdebieten boven 1000 m³) laat een meetbare zuurstofverlaging zien. Ten tijde van een overstorting worden ook zuurstofverhogingen gemeten, vermoedelijk door het relatief grote aandeel zuurstofrijk regenwater in het afvalwater en directe neerslag op de sloot.

Uit de analyse van steekmonsters naar overige parameters is alleen op basis van colibacteriën een overstorting kortstondig en lokaal meetbaar in het oppervlaktewater. In algemene zin blijkt een zuurstofverlaging door overstortingen binnen het dag-nacht ritme van de reguliere zuurstofhuishouding niet te onderscheiden, deze bevinding wordt ook op andere locaties in Nederland geconstateerd.

9.2 Conclusies

Algemeen

1. In de vier meetjaren 2001-2004 is gemiddeld 918 mm neerslag gemeten in Heeg (KNMI; district 2 station nr. 79; norm: 807,3 mm). Alle meetjaren mogen als relatief nat worden bestempeld met uitzondering van het relatief droge derde meetjaar 2003 (680 mm).

BBB

2. Het kwantitatief functioneren van het bergbezinkbassin op basis van de 4 meetjaren komt goed overeen met theoretisch functioneren (modelberekening). De berekende overstort frequentie van 6,4 komt opvallend⁵⁹ overeen met de gemiddeld gemeten overstortingsfrequentie van 6,3/jr. Overstortingen uit het bergbezinkbassin treden op bij buien groter dan 10 mm.

⁵⁹ Ten aanzien van onzekerheden bij de bepaling van hydraulische belasting van de riolering (modelparameters en -structuur; invoeronzekerheid, modelonzekerheid en parameteronzekerheid). Deze opvallende overeenkomst kan men vanwege de onzekerheden en de vergelijking van deze 4 meetjaren met de 25 regenreeks 1955-1979 ook 'toeval' noemen.

3. Bij een vergelijking van de gemeten vuilemissie in Heeg ten opzichte van de overige waarden uit literatuur valt op dat voor vrijwel alle stoffen de gemeten concentraties relatief laag zijn.
4. Het bassin reduceert met name de concentraties BZV, CZV en zwevende stof (60, 65 en 65%). Dit verschijnsel treedt in mindere mate op bij Kjeldahl stikstof en fosfaat (38 en 35%) aangezien deze stoffen in hogere mate zijn opgelost en daardoor minder goed bezinken. De verwijderingsrendementen die bepaald zijn op basis van 2 overstortingsgebeurtenissen komen redelijk overeen met, en zijn over het algemeen hoger dan de verwachte rendementen en de literatuurwaarden.

Oppervlaktewater

5. De concentraties van steekmonsters van het boezemwater zijn gemiddeld lager dan in het oppervlaktewater in de polder waardoor bij het doorspoelen schoner water wordt ingelaten en een positief effect verwacht mag worden. Bij een veldproef bleek dat direct ter plaatse van de inlaat veel organisch materiaal wordt opgewoeld.
6. Op basis van steekmonsters wordt geconcludeerd dat door het doorvoeren van de maatregelen (aanpassen tracé en automatisering doorspoelen in 2002) de invloed van het doorspoelen slechts lokaal en op enkele stoffen aantoonbaar is vergroot. Het effect is met name direct ter plaatse van de inlaat en net bovenstrooms van het BBB (meetpunt 650) merkbaar door een verlaging van de concentraties bacteriën, fosfaat en CZV.
7. In vergelijking met de gemiddelde vuiluitworp van de randvoorziening (BZV = 22.1 mg/l en CZV = 93.6 mg/l) blijkt dat een vijfde van de concentraties in het oppervlaktewater zoals bemeten bij droogweer al hoger liggen dan de vuiluitworp van de randvoorziening (nog voor vermenging met oppervlaktewater).
8. Benedenstrooms van het BBB (meetpunt 651) is de invloed van een overstorting in het oppervlaktewater na meerdere uren alleen aantoonbaar door een verhoging van de gemiddelde oppervlaktewaterkwaliteit voor de parameters bacteriën, stikstof ('s winters en 's zomers) en fosfaat (alleen 's zomers).
9. De gemeten zuurstofconcentraties zijn sterk afhankelijk van de meetlocatie, de meetdiepte, de meetmethode en de tijd (dag-nachtvariaties). Deze fluctuaties worden bij andere ook geconstateerd maar zijn bij het ondiepe doorspoeltracé te Heeg opvallend groot.
10. Om voorgaande redenen worden diverse eisen en normen qua zuurstofgehalten niet gehaald, bijvoorbeeld de eis dat het zuurstofgehalte boven 1 mg/l dient te blijven bij een overstorting met een herhalingstijd van eenmaal in de vijf jaar.

Waterbodem

11. Op basis van de data wordt geconcludeerd dat 15% van de overstortingen binnen het zuurstofverloop een negatief effect laten zien van de overstorting. Deze overstortingen hebben een overstortingsdebiet⁶⁰ hoger dan 1000 m³, dit is echter geen garantie voor een meetbaar effect aangezien er ook overstortingen met een overstortingsdebiet in dezelfde orde geen effect laten zien. Opvallend is dat tijdens en na sommige overstorten het zuurstofgehalte stijgt, dat veroorzaakt kan worden door zuurstofrijk regenwater. Het effect van overstortingen is slechts duidelijk aantoonbaar net benedenstrooms van het bergbezinkbassin en over het algemeen bij relatief grotere overstortingen.
12. De slibkwaliteit is op het traject bij de overstort nagenoeg hetzelfde gebleven. Ook bij vergelijkbaar recent onderzoek wordt een effect van overstortingen (anders dan direct ter plaatse van de overstort) op een waterbodem lang niet altijd aangetoond. Op beide onderzochte trajecten is de huidige waterbodembodemkwaliteit goed te noemen; klasse 0 en/of klasse 1. Dit kan het resultaat zijn van het doorspoelen, van de werking van het bergbezinkbassin, relatief lage vuiluitworp (kwalitatief en kwantitatief), onderhoud (hekkelen) of een combinatie van deze maatregelen.

Zuurstofmodel

13. Na kalibratie van het zuurstofmodel blijkt het kwantitatieve en kwalitatieve functioneren van het watersysteem van het model en praktisch goed na te bootsen. Gezien de grote variaties van de diverse parameters zijn metingen (met name continue zuurstofverloop, seizoens- en dag/nachtvariatie) echter van groot belang als invoer voor het model en om de uitkomsten van het model alsmede de te formuleren maatregelen te ondersteunen.

Doorspoelen

14. Uit een literatuurinventarisatie (enquête onder gemeenten en waterschappen) blijkt dat er zeer weinig bekend is van de werkelijke effecten van doorspoelen. Dat doorspoelen een maatregel kan zijn tegen overlast wordt door veel gemeenten en waterschappen wel erkend. Vaak wordt permanent, preventief of curatief doorgespoeld zonder dat er kwantitatieve of kwalitatieve berekeningen hieraan ten grondslag liggen. Voornaamste redenen om tot actie over te gaan zijn vissterfte of stankoverlast (klachten/meldingen). Het effect van doorspoelen wordt vrijwel altijd positief ingeschat met uitzondering voor situaties waar gebruik gemaakt wordt van doorspoelwater met een slechte kwaliteit.

⁶⁰ De overstortvolumes zijn bepaald uit waterstandshoogten. De overstortingscoëfficiënt in de overlaatformule waarmee de debieten worden berekend is geverifieerd uit de meetdata. Door middel van de kleinste kwadratenmethode is vastgesteld dat de beste benadering wordt verkregen bij een overlaattoëfficiënt van 1,73 en een meetfout van 0,006 m.

9.3 Aanbevelingen

Aanvullend kunnen de modelresultaten in Heeg aan het werkelijke systeemgedrag worden getoetst door de berekende waterstanden te vergelijken met de werkelijk optredende waterstanden. Hiermee kan meer zekerheid worden verkregen ten aanzien van de bruikbaarheid van de modelresultaten en eventuele verbeteringsmaatregelen aan het rioolstelsel. Van de vier beschouwde meetjaren is een uitgebreide dataset hiervoor beschikbaar.

Ondanks dat doorspoelen door vele gemeenten en waterschappen als effectieve maatregel wordt gezien zijn er weinig praktijkmetingen die inzicht geven in het daadwerkelijke effect ervan. Onderzoek is aan te bevelen. Hiervoor zijn gezien de sterke variaties in het zuurstofgehalte steekmonsters onvoldoende. Continue meten (zuurstof, troebelheid) is een goede methode om inzicht te krijgen in het effect van doorspoelen en overstortingen op de oppervlaktewaterkwaliteit.

De werkelijke effectiviteit van de talloze gebouwde bergbezinkbassins is slechts op enkele locaties in Nederland bepaald. Mede door het verschil in rioolstelselkenmerken, meetmethodiek en de rendementberekening zijn deze resultaten slecht vergelijkbaar. Met name naar de samenstelling van de vuilemissie (aanwezige fracties, hieraan gebonden verontreinigingen en bezinksnelheden) is onderzoek aan te bevelen.

De laatste jaren wordt er relatief veel gemeten aan de vuilemissies van gemengde stelsels. Door de data te verzamelen in een centrale database (met o.a. meetmethodiek, kenmerken rioolstelsel) ontstaat er meer inzicht in de werkelijke vuilemissie op het ontvangend oppervlaktewater.

Literatuurlijst

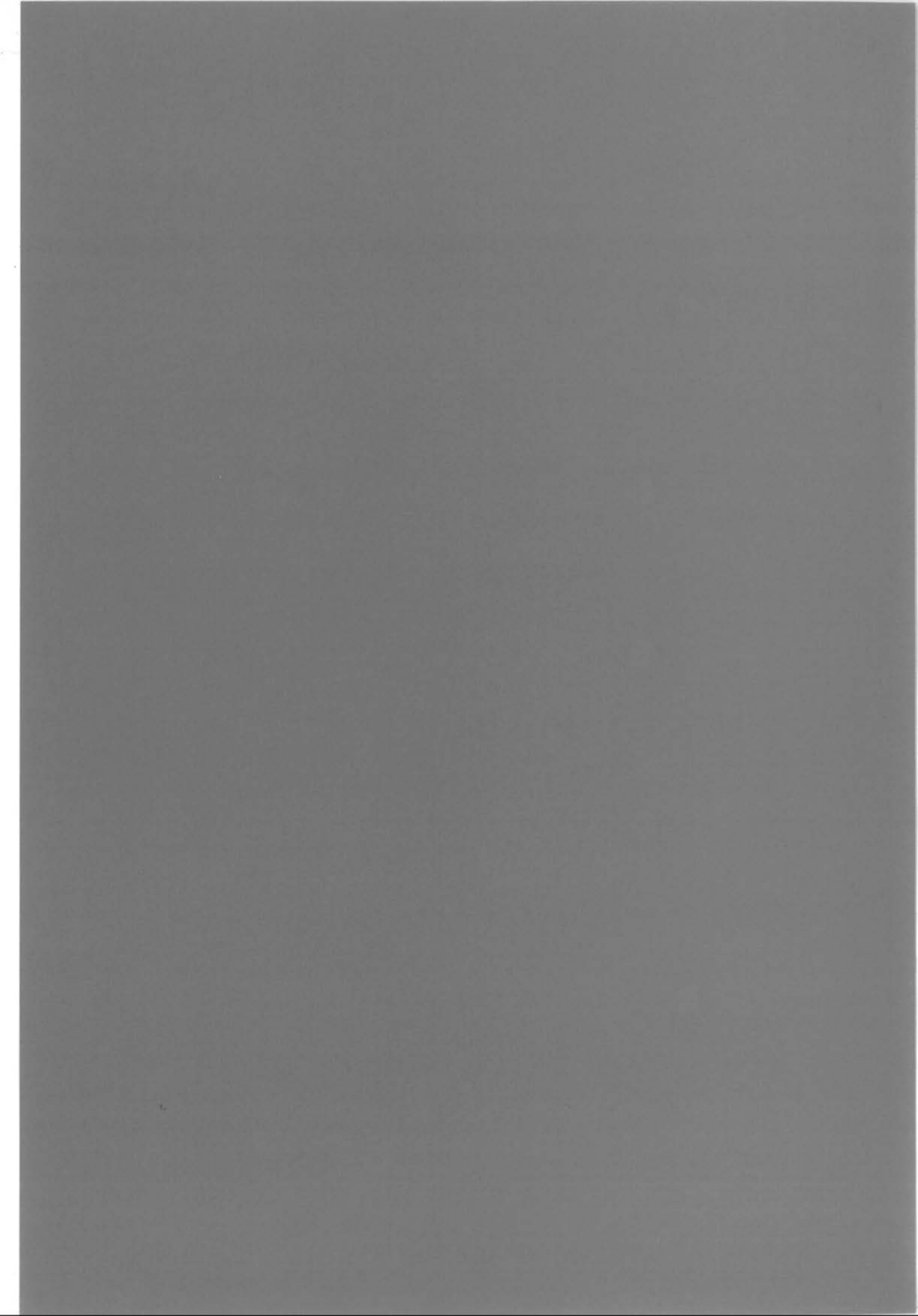
	Datum	titel
Arcadis	1999,	Onderzoek naar de effecten van een optimaal stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit, Meetlocatie Dorp-Oost te Stolwijk, gemeente Vlist, Arcadis i.o.v. Rioned/Stowa/wRw, 20 augustus 1998.
Boogaard	2005,	Rioleringstechniek 2005, vuilemissies gescheiden rioolstelsels, Boogaard F.C, mei 2005.
CIW	2001	Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten, spoor 1
CIW	2002	rapportage 'Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten', spoor 2 en 3
CIW	2001	Leidraad monitoring stedelijk waterbeheer.
CIW	2001	Riooloverstorten Deel 2: Eenduidige basisinspanning, Nadere uitwerking van de definitie van de basisinspanning [CIW, juni 2001]
HHNK	2005,	Tussenresultaten troebelheidsmetingen gemeente Castricum, bespreking Bos R, 2004.
HKV	2001,	Achtergrondrapport 1: Modelinstrumentarium, HKV lijn in water PR416.20, december 2001.
KNMI	2003,	toelichting maandoverzicht neerslag en verdamping in Nederland, Klimatologische Dienst, januari 2003.
KNMI	200x,	Klimaatatlas 1971-2000.
Moens M	1998,	Metten vuilemissie rioolstelsel stolwijk, gemeente Vlist, www.rioned.org .
NWRW	1989,	"Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989, tab. 4.1 Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
NWRW	1990,	Nationale Werkgroep Riolerings en Waterkwaliteit, Nederland. band 5.2, De vuiluitwerp van gemengde rioolstelsels, tabel 5 ir. K. Bakker e.a., juni 1990
Rioned	2003,	Riool in Cijfers2002 – 2003, stichting rioned 2003.
RIONED	2004,	Leidraad riolerings module C2100, Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren, Stichting RIONED december (org 1995) 2004.
RIONED	2003	Metten en berekenen rioolstelsels
RIONED, STOWA WRW	1999	Onderzoek naar de effecten van een verbeterd stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit, rapportnummer 632/ZF99/1728/07506.
RWS	2003,	<i>Doorspoelproef Volkerak-Zoommeer gaat niet door</i> , Waterforum Online, Middelburg, Rijkswaterstaat directie Zeeland, 17 juni 2003
STOWA	1996	Metingen aan rioolstelsels en oppervlaktewater, Leidraad voor metingen en meetprogramma's, 96-09.
STOWA	1996	Metingen aan rioolstelsels en oppervlaktewater, Eenvoudige metingen en waarnemingen, 96-09.
Tauw	1998,	Rioleringsplan Heeg, Tauw, 30 september 1998, 7046286-R1\1
Tauw	2001,	Toetsing werking bergbezinkbassin Poppenhare http://www.afkoppelwinkel.nl
Tauw	2000,	herziene meetprogramma de Heeg, monsternamen oppervlakte water, Boogaard 17 november 2000
wRw	2002,	Samenstelling regenwater in stedelijk gebied, werkgroep riolerings West-Nederland 2002.
WV&E	2003,	<i>Jaarverslag oppervlaktewater</i> , Waterschap Vallei en Eem 2002, Leusden, juli 2003

Foto's: Floris Boogaard, Peter Westerhuis

1

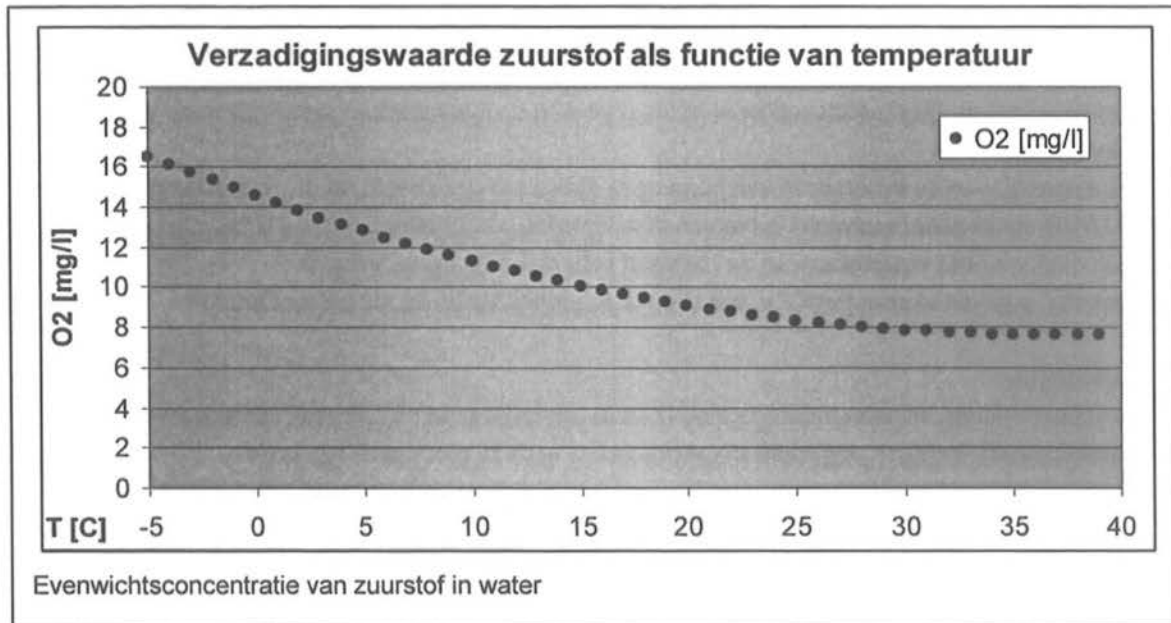
Bijlage

Achtergrondinformatie



Evenwichtsconcentratie van zuurstof in water

Zuurstof is voor aquatische levensgemeenschappen een belangrijk element. In een aquatisch systeem vindt altijd consumptie van zuurstof plaats door bacteriën in de bodem, dieren, algen en planten. Aanvulling van zuurstof vindt plaats door fotosynthese en diffusie vanuit de lucht. De evenwichtsconcentratie van zuurstof in water is afhankelijk van de temperatuur (en chloridegehalte, hier buiten beschouwing gelaten), zie onderstaande figuur.



Basisinspanning

Samenvatting van toetsbare eenheden onderdeel 'Basisinspanning bestaande gemengde stelsels' uit; riooloverstorten Deel 2: Eenduidige basisinspanning, Nadere uitwerking van de definitie van de basisinspanning [CIW, juni 2001]

Inleiding

De basisinspanning is gedefinieerd met een maatstaf voor de vuilemissie en een meetmethode voor de toetsing. Maatstaven zijn een getalsmatige precisering (theoretische referentiewaarde) van de basisinspanning. De maatstaven worden toegepast bij de kwantitatieve toetsing van de vuilemissie (meetmethode).

De maatstaf voor de vuilemissie van gemengde stelsels is gebaseerd op de aanbevelingen van de CUWVO en de nadere uitwerking hiervan door de wRw. Het referentiestelsel is als uitgangspunt genomen voor het vaststellen van de maatstaf voor de vuilemissie. Voor de maatstaf is gekozen voor het CZV, het chemisch zuurstofverbruik, als gidsparameter.

Meetmethode

De meetmethode die moet worden gebruikt staat beschreven in de Leidraad Riolerings: C2100 'Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren'. In deze methodiek zijn enkele keuzemogelijkheden opengelaten. In wRw-verband zijn afspraken gemaakt hoe hiermee om te gaan.

Concentratie

De te hanteren concentratie in de meetmethode sluit aan bij de wijze waarop de maatstaf is bepaald. Gemiddelde concentratie CZV tijdens overstortingen: 250 mg/l ($0,25 \text{ kg/m}^3$). Gerealiseerd moet worden dat deze waarde in dit verband uitsluitend gegeven is ten behoeve van de meetmethode, zijnde een theoretische toetsing aan de maatstaf voor de basisinspanning, die met dezelfde concentratie is bepaald.

Uitgangspunten maatstaf

In de NWRW-onderzoeken zijn gemiddelde concentraties voor het CZV gegeven voor de diverse bemonsterde stelsels. Hierop gebaseerd is het volgende gemiddelde gehanteerd:

Gemiddelde concentratie CZV tijdens overstortingen: 250 mg/l ($0,25 \text{ kg/m}^3$). Voor de bepaling van de gemiddelde concentratie CZV voor externe overstortingen vanuit bergbezinkvoorzieningen is het door de WRW aanbevolen bezinkingsrendement (gebaseerd op de NWRW-onderzoeken van 45% toegepast:

Randvoorzieningen

Voor het bezinkingsrendement van randvoorzieningen kan gehanteerd worden:

Bezinkingsrendement randvoorziening: 45 %

Voor de meetmethode kan in de planfase bovengenoemd rendement (WRW aanbevolen en van NWRW onderzoeksresultaten afgeleid) worden toegepast. Voor het ontwerp van bergbezinkvoorzieningen en de bepaling van bezinkingsrendementen wordt verwezen naar de Leidraad Riolerig, Module B2000: Functioneel ontwerp. Een meer gedifferentieerde benadering voor het bezinkingsrendement is hierin gegeven. Bij toepassing van andersoortige voorzieningen zoals bergbezinkleidingen en parallelbergbezinkriolen, dient in de ontwerpfase het te verwachten rendement te worden bepaald. Hiervoor kan eveneens de genoemde module worden gehanteerd. Genoemd rendement van 45 % is een gemiddelde over alle optredende overstortingen. Dit rendement kan worden aangehouden bij de toetsing van het jaargemiddelde. Wanneer in het maatwerkoverleg is afgesproken ook op pieken te toetsen kunnen aanvullende afspraken worden gemaakt over het te hanteren rendement bij pieken. Uitgangspunten maatstaf; Bezinkingsrendement bergbezinkbassin: 45 %. Opmerking: De gehanteerde uitgangspunten zijn toegepast bij het afleiden van de maatstaf. Deze uitgangspunten zijn algemeen van aard en niet van toepassing op eventuele beschouwingen en vuilemissieberekeningen in het kader van het waterkwaliteitsspoor.

Interpretatie/aanvullingen

Bepaling jaar- en piekvolumes

Uit de individuele overstortgebeurtenissen (definitie overstortgebeurtenis volgens C2100) moeten per overstort het gemiddelde jaarvolume en de volumes met een overschrijdingskans van eens per 1, 2, 5 en 10 jaar worden bepaald. De piekvolumes worden vastgesteld volgens de aangegeven methode van steekproefkwantiteiten, of een andere methode die in C2100 (uitgave 1999) beschreven staat.

Vuilconcentraties van het overstortwater

De maatstaven voor de vuilemissie via overstorten op oppervlaktewater zijn:

1. 50 kg CZV per ha afvoerend verhard oppervlak per jaar (overstortend volume is 36,5 mm/jaar);
2. 20 kg CZV per ha afvoerend verhard oppervlak per overstortingsgebeurtenis met een overschrijdingskans van éénmaal per jaar (overstortend volume = 9,1 mm);
3. 32,6 kg CZV per ha afvoerend verhard oppervlak per overstortingsgebeurtenis met een overschrijdingskans van éénmaal per 2 jaar (overstortend volume = 14,8 mm).

De maatstaven zijn het resultaat van een berekening op basis van de uitgangspunten die zijn vermeld in Bijlage 1 van het CIW – rapport Eenduidige basisinspanning. In aanvulling hierop geldt: gemiddelde concentratie CZV tijdens piekoverstortingen: 400 mg/l (0,4 kg/m³).

Ondanks gelijke uitgangspunten kunnen vanwege (geringe) diversiteit in de toegepaste rekenprogramma's de rekenresultaten toch afwijken van de hiervoor genoemde maatstaven. Daardoor zou de omvang van de noodzakelijke maatregelen om aan de basisinspanning te voldoen, kunnen worden beïnvloed door de keuze van het toegepaste rekenprogramma. Om dergelijke ongewenste beïnvloeding te voorkomen dient de uitvoerder van de berekening aan te tonen dat het toegepaste rekenprogramma met de gebruikte instellingen geen grotere afwijking vertoont dan 2 % t.o.v. de maatstaven. Indien een grotere afwijking optreedt, worden de maatstaven evenredig aangepast.

Maatstaf

Voor bestaande gemengde stelsels geldt als uitgangspunt de meetmethode overeenkomstig het CIW rapport Eenduidige basisinspanning. In verband met gebiedsgericht emissiebeleid heeft de wRw de CIW meetmethode aangevuld met:

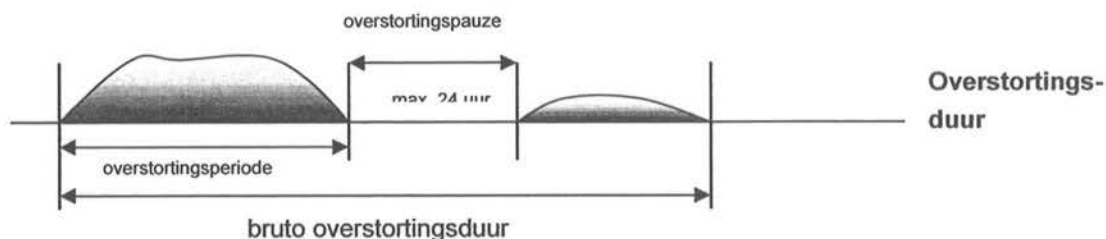
1. De te hanteren pompovercapaciteit wordt berekend overeenkomstig de door het hoogheemraadschap gehanteerde norm
2. De te hanteren concentratie CZV tijdens piekoverstortingen is 400 mg/l (0,4 kg/m³)
3. Bij de berekening van zowel de jaarvracht als de piekvrachten wordt als bezinkingsrendement aangehouden voor bergbezinkbassins 45 % en voor bergbezinkleidingen 40 %
4. De berekende jaargemiddelde vuilemissie als ook de overstortingsgebeurtenissen met een overschrijdingskans van eenmaal per jaar, respectievelijk eenmaal per 2 jaar mogen de maatstaven niet overschrijden. Gemeentebreed dient aan de maatstaven voor de jaargemiddelde vuilemissie en voor de pieklozingen te worden voldaan

Definitie overstortfrequentie en –duur

De definitie van een overstortingsgebeurtenis wordt doorgaans gerelateerd aan die van de neerslaggebeurtenis. De (deel)-overstortingen die het gevolg zijn van een neerslaggebeurtenis worden dan samen als één overstortingsgebeurtenis beschouwd. Door de definitie van een overstortingsgebeurtenis daarentegen los te koppelen van het verloop van de neerslag kan op eenduidige wijze onderscheid worden gemaakt in overstortingsgebeurtenissen zonder dat het neerslagverloop daarbij in beschouwing hoeft te worden genomen.

Voor de definitie van een overstortingsgebeurtenis wordt daarom uitgegaan van een maximale duur van 24 uur van de overstortingspauze (RIONED).

Overstortingsgebeurtenis



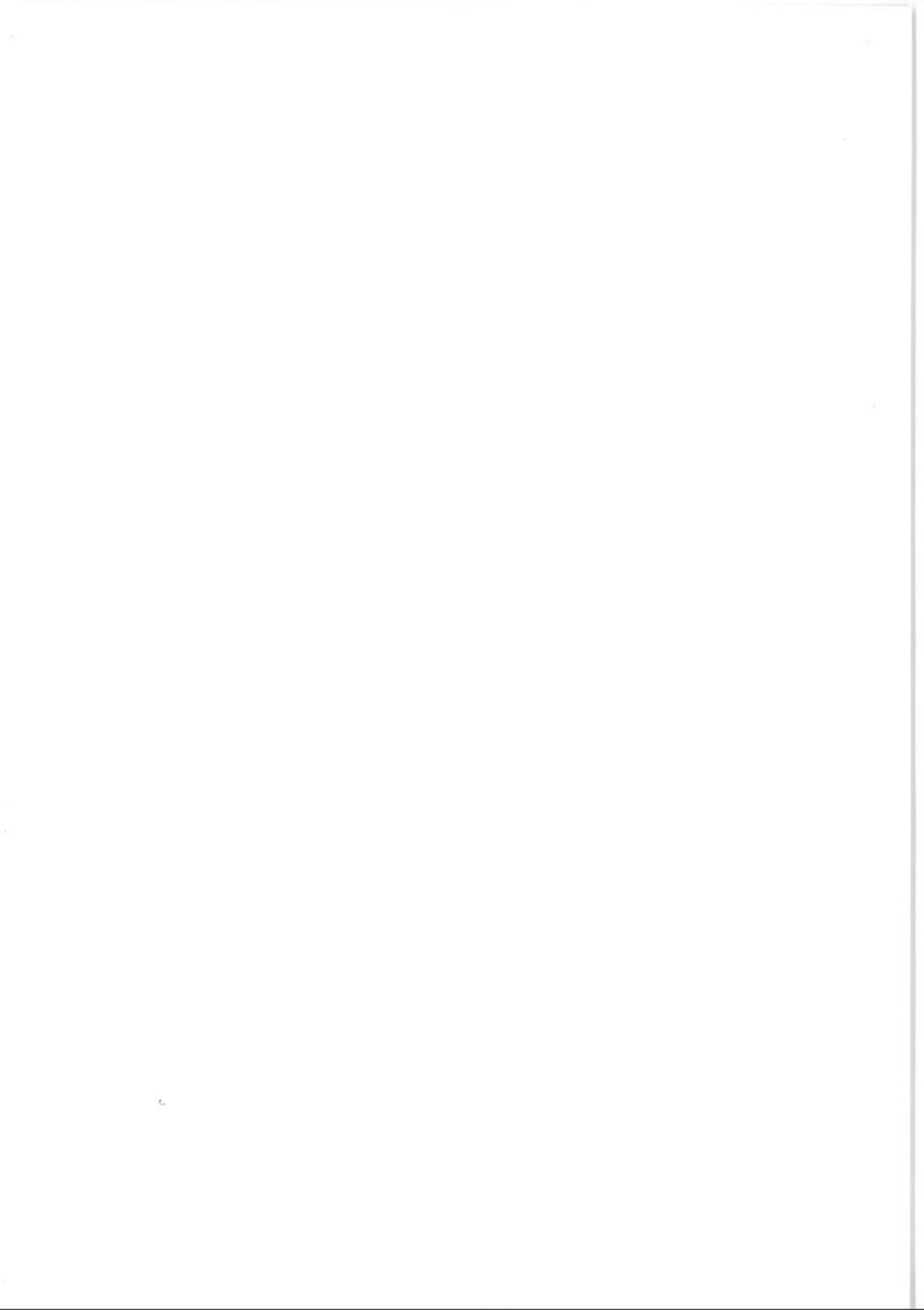
De overstortingsduur is de netto overstortingsduur van een overstortingsgebeurtenis. Dit is gelijk aan de bruto overstortingsduur minus de duur van de overstortingspauzes.

Overstortfrequentie

De overstortingsfrequentie van een overstortput is het gemiddeld aantal malen per jaar dat een overstortingsgebeurtenis is opgetreden. Vanwege de grote bandbreedte in jaarlijkse overstortingsfrequenties is ter bepaling van het gemiddelde een reeks van jaren benodigd (minimaal ca. 5-10 jaar).

Droge, gemiddelde en natte periode

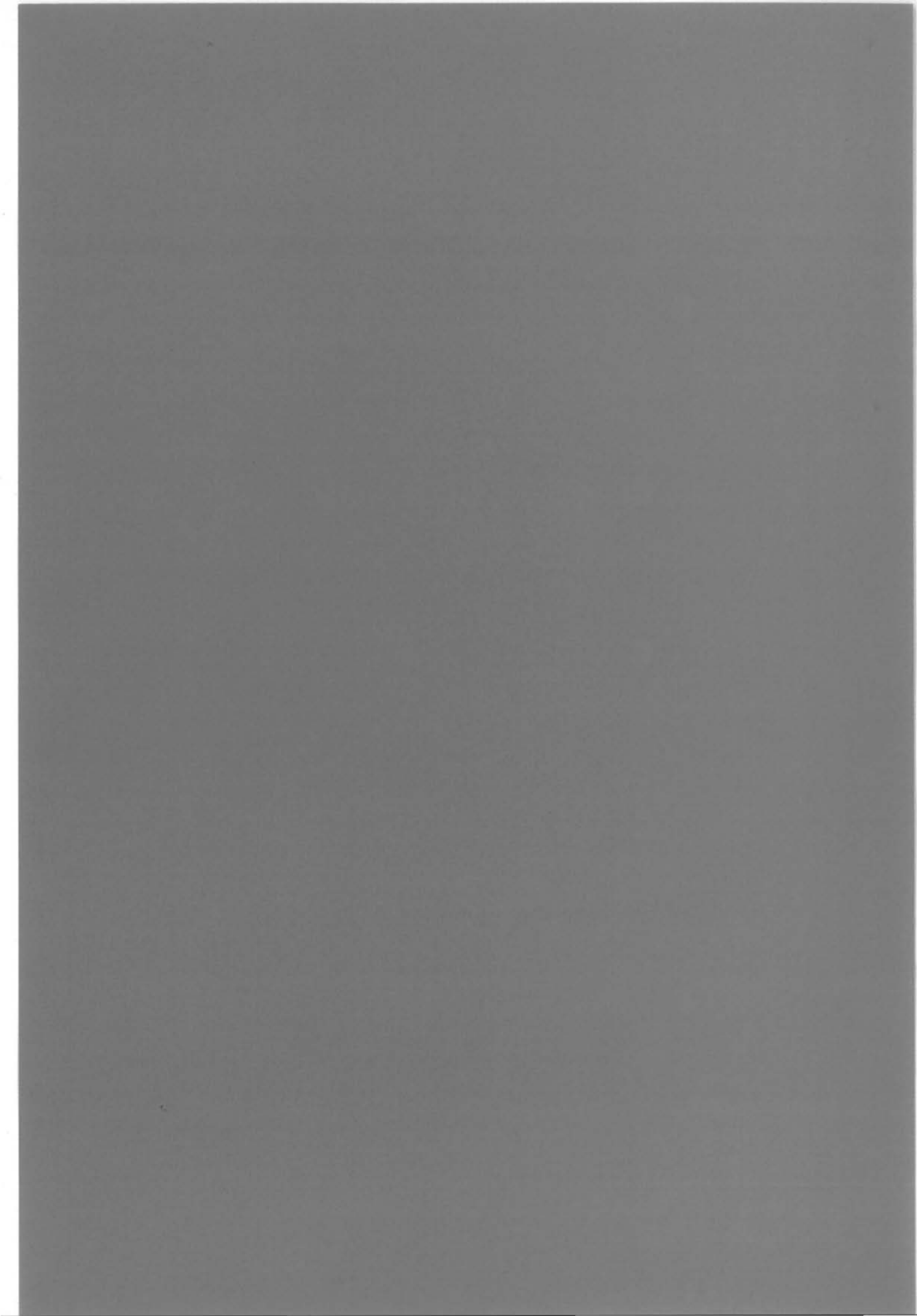
Wanneer de hoeveelheid neerslag in een jaar meer dan 50% afwijkt ten opzichte van het langdurig gemiddelde wordt het jaar als een droog of nat jaar beschouwd (toename => nat jaar, afname => droog jaar). Bij de bepaling of een maand een droge of natte maand is geweest, geldt ook een grens van 50% afwijking. Een afwijking tussen de 20% en de 50% houdt een matig droge of matig natte periode in.



2

Bijlage

Kenmerken watersysteem en riolering



Voor de kenmerken van het oppervlaktewater wordt verwezen naar:

Achtergrondrapport 1: Modelinstrumentarium, HKV lijn in water, december 2001, PR416.20

Voor de kenmerken van de riolering wordt verwezen naar:

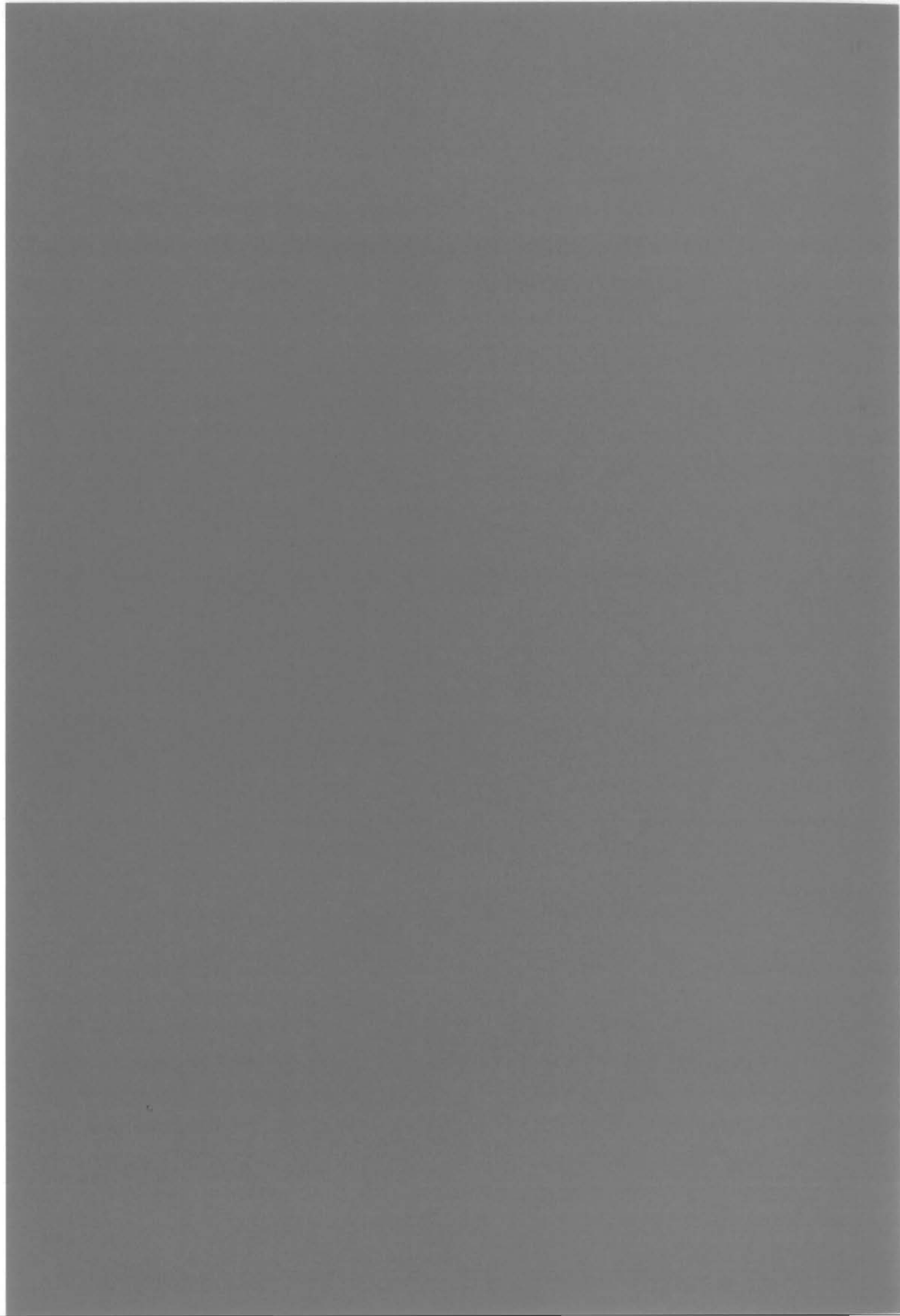
Rioleringsplan Heeg, Tauw, 30 september 1998, 7046286-R1\1

BBB: Het niveau van de interne drempel en externe drempel ligt resp. op -1,80 m NAP en -1,60 m NAP.

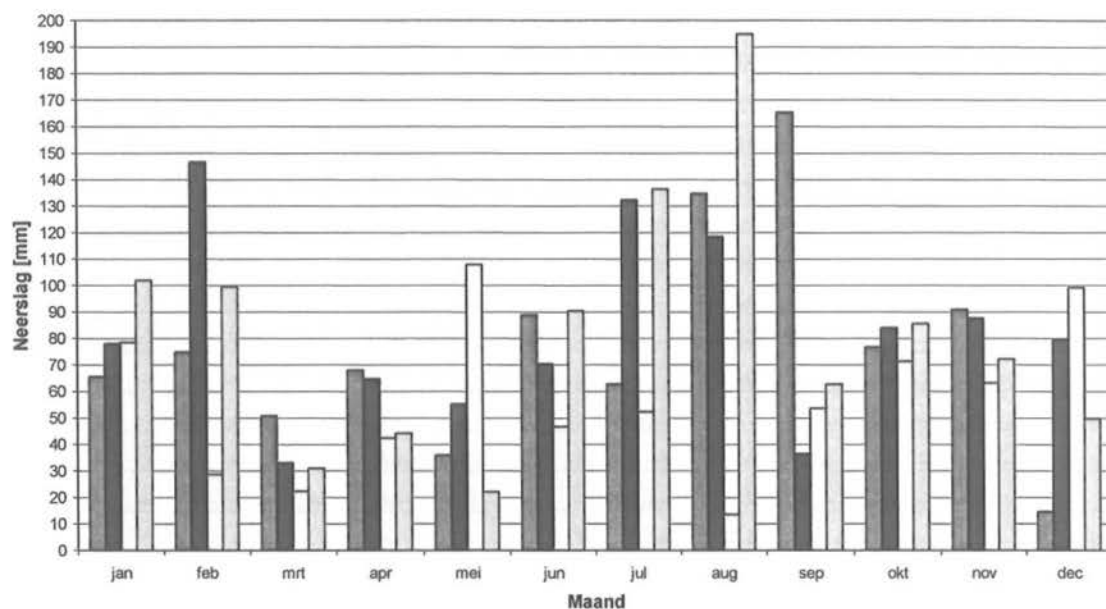
3

Bijlage

Meetplan



■ 2001 ■ 2002 □ 2003 □ 2004

[illegible]

Neerslag 2001-2004

neerslag ⁶¹	2001	jan	feb	mrt	april	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1		4.7	0.3		1.0	0.9	1.0			0.1	2.3	1.5	8.2
2		1.1	0.6	0.3			8.7				2.7	0.1	6.4
3		4.7	7.0				9.0		5.6	11.7	17.8		3.0
4		6.9	3.3		1.0	7.9	0.8		1.1	10.8	0.6	1.1	0.9
5		3.0	22.9		4.9				13.9	13.0	0.1	0.7	6.5
6		15.6	6.0		4.8		0.1		4.0	0.2		2.1	13.9
7			0.6	1.0	1.5		2.4		4.3	0.5	10.5	3.0	0.3
8		0.1	8.8	2.0	0.2		5.0	0.8	18.8	11.8	0.7	13.9	
9		3.6	5.7	3.7			0.9		5.0	17.3	1.1	23.5	
10		1.3		0.6	4.0				33.6	2.1	7.1	1.0	
11			0.7	2.7	0.2		0.5	3.4	2.7	2.5	2.7	0.3	0.2
12				6.4	0.2			5.2	2.1	0.2	0.3	0.6	0.1
13			4.0	3.7	0.4			1.3	15.5	13.6		5.6	
14			0.3	6.6						2.5		3.2	
15				2.6	15.4	7.1	3.4	4.3		3.3	0.2	0.6	0.2
16			0.2	0.1	2.0	11.4	2.7		3.9	5.8	0.8	0.4	
17					1.7	2.4	47.4		1.0	2.4		0.4	0.9
18				3.4	9.0	4.3	3.0	21.0		19.4		0.3	0.1
19				5.7	1.8			14.4	11.5	9.5	7.7	1.1	0.6
20		1.5	0.4		1.9			6.0		4.0	0.2	0.2	3.3
21		1.9	0.5		5.2			2.3		0.5			5.5
22		0.8		1.8			3.3	0.3			3.7	2.7	9.3
23		2.4	1.5	2.2						19.5	1.3	5.4	4.1
24		7.8	5.0	3.8				0.2	2.1	1.2	13.2	3.8	7.4
25		0.2	3.8	0.1	0.3					0.1	0.5	0.7	3.9
26		0.1	2.0		8.7							3.4	2.0
27		2.6			0.2				9.5	1.3	1.3	0.2	3.5
28		6.2	1.2			0.9		3.6		6.2	0.3	3.8	12.4
29		0.9		4.1	3.6	0.5				0.1		1.8	2.7
30		0.2					0.7			5.7	0.2	9.5	3.5
31						0.5			0.1		1.4		1.6
totaal	som												
knmi	1014.9	65.6	74.8	50.8	68	35.9	88.9	62.8	134.7	165.3	76.7	90.9	99.9
max		15.6	22.9	6.6	15.4	11.4	47.4	21.0	18.8	19.5	17.8	23.5	13.9

⁶¹ NB De neerslag op de neerslagstations wordt 's morgens om 8 uur UT afgetapt. De tijden zijn uitgedrukt in UT (Universal Time); 8 uur UT komt overeen met 9 uur MET (Midden Europese Tijd) en met 10 uur MEZT (Midden Europese Zomer Tijd). De vermelde dagsommen hebben betrekking op het voorafgaande tijdvak van 24 uur. Een KNMI-meetdag komt daardoor niet overeen met 0:00-0:00 uur dat bij overstortingsgebeurtenissen wel wordt gehanteerd waardoor soms twee dagneerslagen behoren bij een overstortingsgebeurtenis.

neerslag ⁶²	2002	jan	feb	mrt	april	mei	juni	Juli	aug	sept	okt	nov	dec
1		3.2	0.6	4.4		8.2		8	1				0.1
2			0.3	0.2		2.9		17.8	9.6			5.7	7.3
3				0.4		11.3		6.8				8.5	0.4
4			2.2	1.9			5.3	12.8	5.8	1.1	2.3	1.1	
5			14.5			3.2			0.1		6	0.1	
6		0.2	0.7			0.5		5.7	37		6.8		
7		0.2	0.5	1.5			6.8		3	0.8	1.4	15.8	
8			2					0.1		7		2	
9			1.2	0.4								15.3	
10			0.2	1.2	1.3		11.7	17.5	3	0.9		0.2	
11		0.1	16.8	0.9			3.1	8.9	1	6.9		3	
12		5.3	7.4				3.5			0.1		0.6	
13		0.3		0.4			1	0.1				1.8	
14		0.1		0.4		6	0.8	3.6			4.1	4.6	
15		0.3		1.4	5.9	3.9	1.4				2.2		
16		6.8			3.6						6.7	0.1	2.4
17		0.1			0.2		0.4				1.1	0.6	0.5
18		3.9	2	2.4							11.4	4.9	
19		1.9	3.9	11.5	0.1	0.4	0.4				2.5	0.3	0.2
20			13.2	2.5			13.3			0.3	2.1		
21		8.8	1.6	1.3			9.5	3.6	28.5	0.3	4.5	0.6	
22		0.1	23.5	2			0.3	3.5	2	5.9	3.7	0.2	1.6
23		3.7	7.4	0.2		7.8				6.3	6.5	0.1	18.2
24		3.7	12					5.1			3	2.1	7
25		4.4	1.7			1.5		0.2	25.6	2.4	0.9	0.2	1.8
26		5	32.2			0.3		3.1		1.5	5	8.4	1.6
27		23.1	0.2		22.7	0.8	3.5			2.5	4.9	0.4	10.1
28		2.1	2.5		16.8	2	2.5			0.4	8.2		9.4
29		0.3			10.9		6.9				0.4	10.9	1.7
30		0.7			3.3	2.3					0.3	0.2	16.7
31		3.7				4.2		35.5	1.8				0.7
totaal	som	78	146.6	33	64.8	55.3	70.4	132.3	118.4	36.4	84	87.7	79.7
knmi	986.6												
max		23.1	32.2	11.5	22.7	11.3	13.3	35.5	37	7	11.4	15.8	18.2

⁶² NB De neerslag op de neerslagstations wordt 's morgens om 8 uur UT afgetapt. De tijden zijn uitgedrukt in UT (Universal Time); 8 uur UT komt overeen met 9 uur MET (Midden Europese Tijd) en met 10 uur MEZT (Midden Europese Zomer Tijd). De vermelde dagsommen hebben betrekking op het voorafgaande tijdvak van 24 uur. Een KNMI-meetdag komt daardoor niet overeen met 0:00-0:00 uur dat bij overstortingsgebeurtenissen wel wordt gehanteerd waardoor soms twee dagneerslagen behoren bij een overstortingsgebeurtenis. De geel gekleurde vakjes geven de data aan waarop een overstorting is opgetreden.

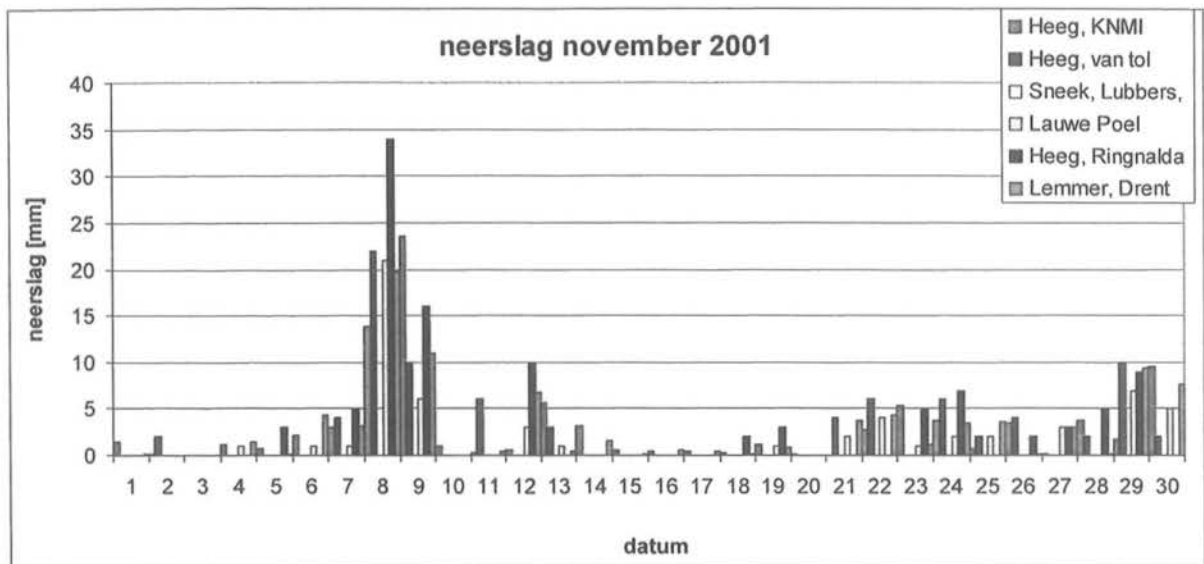
neerslag ⁶³	2003	jan	feb	mrt	april	mei	juni	Juli	aug	sept	okt	nov	dec
1				0.8		4.4		5.5		7.5		5.7	9.1
2		13.4	5.4	1.5	13.5	2.3		9.9		0.5		1.3	
3		22.5	3.2		2.3	16.1	32.3	3.2				6.4	
4		0.4	6.7		0.1		5.2	1.3			3.0	2.9	
5		0.4	8.4	0.4		0.4	3.5	1			7.4		
6		1	3			3.1				0.5	3.6		0.5
7		0.3	0.6	0.8						2	22.0		
8		0.6	0.3	3.4							8.4		
9			1.1	14.2			3.2			1	10.5		
10		0.3			0.3						2.7		
11					3					1.5			0.2
12				1.2		17.9				0.2			5.3
13		4.1				17				0.2		1	18.7
14		0.7		0.1		4.5							18.5
15						5.5			0.6			2.4	3
16		1.4										0.8	0.1
17		0.1			0.5	0.4		12.5		0.1		2.9	
18		0.1				4.5	0.3	4.9				9.4	
19							0.2		6.7				
20		2.4				11.4	2				0.4	0.3	0.3
21		2.8				8						0.3	11.7
22		2.9				0.3						7.9	3.8
23		2.8				7.3			0.1	13		1	2.7
24						1.9				7.5	0.9	12.7	4
25						2.9		5.5			0.5	2.4	0.4
26		3.3			2.5			2.9			7.6		
27		3.2			8.5			1.7		2.9	0.1	2.7	
28		2.4			1.7				0.1	0.3		0.1	13.8
29		10.3			10				3.2	15.3			6.4
30		1.7						1.8	5.4	1.2		3.1	0.4
31		1.5						1.9			4.2		0.3
totaal	som	78.6	28.7	22.4	42.4	107.9	46.7	52.3	13.7	53.7	71.4	63.3	99.2
knmi	680.2												
max		22.5	8.4	14.2	13.5	17.9	32.3	12.5	6.7	15.3	22.0	12.7	18.7

⁶³ NB De neerslag op de neerslagstations wordt 's morgens om 8 uur UT afgetapt. De tijden zijn uitgedrukt in UT (Universal Time); 8 uur UT komt overeen met 9 uur MET (Midden Europese Tijd) en met 10 uur MEZT (Midden Europese Zomer Tijd). De vermelde dagsommen hebben betrekking op het voorafgaande tijdvak van 24 uur. Een KNMI-meetdag komt daardoor niet overeen met 0:00-0:00 uur dat bij overstortingsgebeurtenissen wel wordt gehanteerd waardoor soms twee dagneerslagen behoren bij een overstortingsgebeurtenis. De geel gekleurde vakjes geven de data aan waarop een overstorting is opgetreden.

neerslag ⁶⁴	2004	jan	feb	mrt	April	mei	juni	Juli	aug	sept	okt	nov	dec
1			28,1		0,1			2,8	11,1				2,8
2		0,5	6,4								0,2		
3			3,6		0,4				8,8	5,9	0,3		
4		3,3	2		7,2	2,5			1,0	0,2	0,1		
5		0,9	2,1		2,2	1,4			4,3	1,0			
6		3,4	1,9		14,4					2,8	0,1		
7		5,6	14		6,3	4,5			3,0	0,8	0,1		
8		0,3	7		2,9	4					0,3		
9		2,6	4,9		0,4					0,6	0,1		
10		2,8	1,2		2,7					7,2			
11		6,4	11,9				15,8			2,3		15,8	
12		9	0,1				6,2	5,4		0,1	0,5	6,2	5,4
13		6,9		2,8			26,2	0,6		6,0		26,2	0,6
14		4,9	0,1	0,3			34,7	4,9	0,2	3,5		34,7	4,9
15		2,1		1,5				7,5		0,1	0,1		7,5
16		9		1,1			3,2	0,9	0,1	0,2	0,4	3,2	0,9
17		9,1					2,5		0,1	4,5	2,3	2,5	
18		1,8	1,1				1,7	0,5	7,9	1,5	7,7	1,7	0,5
19		12,2	2,5	2,5	0,5		0,7	0,7	2,2	17,8	3,9	0,7	0,7
20		7,8		15,9	0,7		4,5			5,8	0,1	4,5	
21				2			38,0	9,0	7,6	1,8		38,0	9,0
22				4,3	0,8	0,5	0,5	4,5		2,4	0,9	0,5	4,5
23			0,4	0,1		2,8		1,7	5,4	2,3	11,6		1,7
24		1,9					4,0	2,7	20,5	0,1	0,8	4,0	2,7
25		2,5	5,7	0,3		0,1	15,1	7,3	0,6		4,5	15,1	7,3
26			6	0,2		0,6	7,5	4,1	1,9	0,1		7,5	4,1
27			0,3				2,6			3,5		2,6	
28		2,9					6,8		2,5	0,4	4,5	6,8	
29		4,4	0,3		5,6			9,9	0,3	1,4	10,0		9,9
30		1,2					9,3	0,3	8,1		0,8	9,3	0,3
31		0,5				5,7	15,7				0,5	15,7	
totaal	som	102,0	99,6	31	44,2	22,1	195	62,8	85,6	72,3	49,8	195	62,8
knmi													
max		12,2	28,1	15,9	14,4	4,5	38,0	9,9	20,5	17,8	11,6	38,0	9,9

⁶⁴ NB De neerslag op de neerslagstations wordt 's morgens om 8 uur UT afgetapt. De tijden zijn uitgedrukt in UT (Universal Time); 8 uur UT komt overeen met 9 uur MET (Midden Europese Tijd) en met 10 uur MEZT (Midden Europese Zomer Tijd). De vermelde dagsommen hebben betrekking op het voorafgaande tijdvak van 24 uur. Een KNMI-meetdag komt daardoor niet overeen met 0:00-0:00 uur dat bij overstortingsgebeurtenissen wel wordt gehanteerd waardoor soms twee dagneerslagen behoren bij een overstortingsgebeurtenis. De geel gekleurde vakjes geven de data aan waarop een overstorting is opgetreden.

Onderlinge vergelijking neerslagdata, voorbeeld



Meetplan

Acties en Taakverdeling meetprogramma Heeg

Onderzoeksitem	Methodiek	Aantal meetpunten	meetfrequentie	te analyseren parameters ⁶⁵	Taakverdeling
inlezen punten t.o.v.					Gemeente
NAP					
waterkwaliteit continue metingen	OTD-divers	10	om de 5 min, uitleesfrequentie maandelijks	zuurstof, temperatuur, waterstanden (indien mogelijk ook geleiding/troebelheidsmetingen)	Van Essen/ Tauw (interpretatie en toetsing).
overstortparameters (tijdsduur, debiet, regenmeter neerslag) continue metingen	dataloggers, debiet, regenmeter	3	om de 5 min, uitleesfrequentie maandelijks	waterstanden (boven en onder overstortniveau)	Van Essen/ Tauw (interpretatie en toetsing)/gemeente
aanvullend onderzoek waterbodem	monstername bodem	2 plekken	n= circa 3 jaar	analyse op NVN-pakket en veterinaire parameters	Wetterskip Marne-Middelsee Tauw (interpretatie en toetsing)
doorspoeldebiet	debietmetingen	1	bij doorspoeling	debiet (en snelheden, anders debiet meten in bekend dwarsprofiel)	Wetterskip Marne-Middelsee
bepalen van overstortingsfrequentie en volume	debietmeters evt. stuw Q,h relaties		4 maal per jaar begin in februari	Q, Fq, F	Tauw en Gemeente (uit waterstanden divers kan overstortdebiet worden ingeschat)
droog weer kwaliteit opp. water	monstername opp water	7, M648- M654 (MP1-MP5)	4 maal per jaar, mei, augustus, november en februari	BZV/CZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o- PO ₄ , tN, tP, kiemgetal 22 °C en 37 °C	Wetterskip Fryslân/ Tauw (interpretatie en toetsing)
kwaliteit opp. water na overstort	monstername opp water	7	gem 4 maal per jaar!	BZV, CZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o-PO ₄ , tN, tP, Entrobacter 37°C en E. Colie 44°C.	Wetterskip Fryslân/ Tauw (interpretatie en toetsing)
kwaliteit overstortingswater	intern en externe tijdsproportionele meting	2 intern en extern	om de 10 min (gem. 4 overstorten per jaar)	BZV, CZV, NO ₂ /NO ₃ , NH ₄ , Cl, o-PO ₄ , tN, tP ⁶⁶	Gemeente/Wetterskip Fryslân/ Tauw (interpretatie en toetsing) en 1 monstername
neerslag	neerslagmeter incl. datalogger en aanvullingen	3	om de 5 min, uitleesfrequentie maandelijks en dagneerslagen	neerslaghoeveelheden [mm]	Tauw/Gemeente/Waterschap
evaluatiefase					
Projectleiding					Tauw
verwerking meetgegevens/rapportage					Tauw
Kalibreren/Valideren waterkwaliteitsmodel Duflow					Tauw
rendementsinschatting BBB					Tauw/Rioned

⁶⁵ de te analyseren parameters dienen voor toetsing Duflow model (BZV₁, BZV₂, O₂, NH₄, T), en dienen getoetst te worden aan kwaliteitsnormen tevens dienen enkele parameters om het rendement van het BBB te bepalen.

⁶⁶ Coli kiemgetal 44 °C en 37 °C, analyses wetterskip zijn Chemie 1+2+3 en Zs (1: stikstof, fosfaat, 2: nitriet, nitraat, ammoniak, orthofosfaat, 3: BZV/CZV)

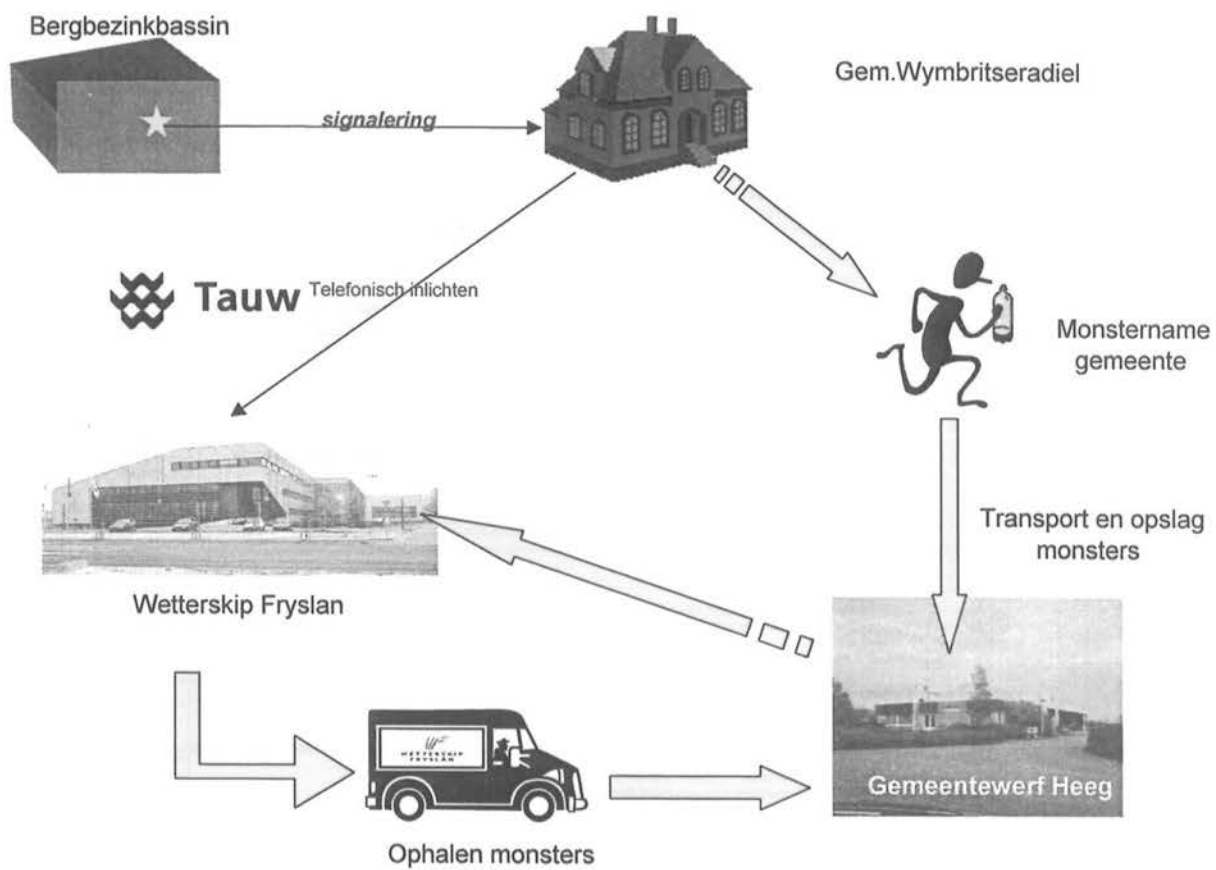
Apparatuur en specificaties

OTD-Diver®.

De OTD-Diver is een datalogger welke uit een drietal sensoren, een print, een batterij en een LED-huis bestaat. Deze verschillende componenten zijn samen gebouwd in een 1-inch behuizing. Het geheugen van de OTD-Diver is geschikt voor het opslaan van 16.000 meetwaarden, elke meetwaarde bestaat uit: datum/tijd/waterniveau/watertemperatuur/zuurstofgehalte.

Vanuit het project Heeg kwam de eis dat men met een hoge meetfrequentie van éénmaal per 5 minuten wilde registreren. Dat betekent dat het geheugen na ruim 55 dagen vol is. De Diver zal stoppen met meten als het geheugen vol is. Daarom is besloten om per 7 weken de data uit te lezen. Er is voor de andere twee dataloggers gekozen voor eenzelfde meetfrequentie en uitleescyclus.

Procedure monstername



Logboek

(Samenvatting)

LOGBOEK VERSLAGEN HEEG 2003

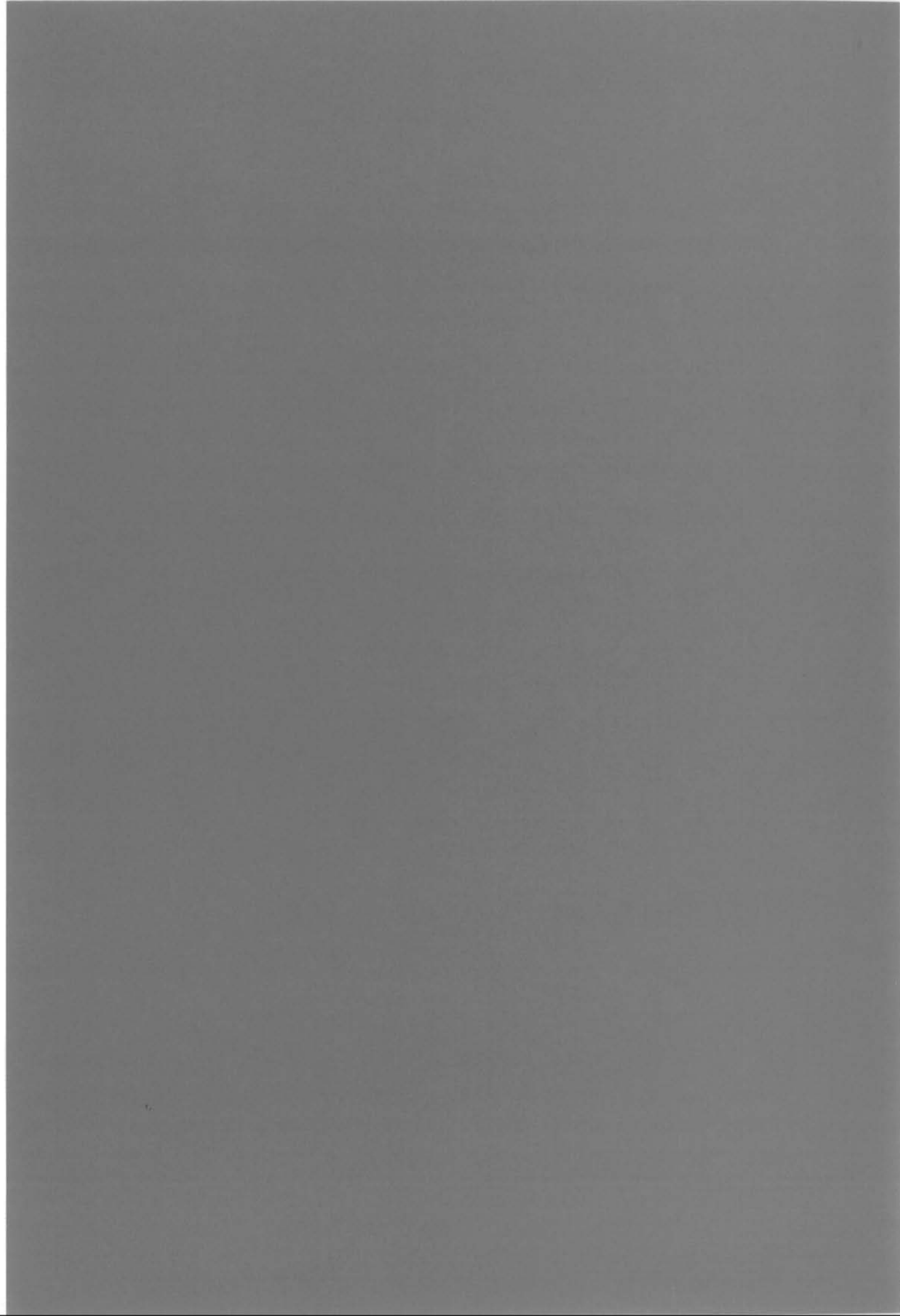
datum	tijd	omschrijving	groep
02/01/2003		Externe overstort 624 m³	
03/01/2003		Meting aan oppervlaktewater na overstort	
17/01/2003		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,2,3,4,5,7,8,9 en 10 Opmerkingen: 1) De oppervlaktewatermeetpunten nummer 2 en 10 zijn waarschijnlijk door het ijs omhoog gekomen. Meetpunt 2 kon blijven slaan maar moet een volgende keer dieper geplaatst worden. Meetpunt 10 is zover omhoog gekomen dat ik deze helemaal heb weggehaald. De OTD heb ik meegenomen. Meetpunt 10 zal dus binnenkort herplaatst moeten worden.	van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen
27/01/2003		Metingen aan het oppervlaktewater bij droogweer	
05/03/2003		5 maart 2003 Praktijkproef doorspoelen 1) De oppervlaktewatermeetpunten nummer 2 en 10 zijn op 26 feb 2003 herplaatst. 2) De nivo sensoren van MP2 en MP5 zijn waarschijnlijk kapot gevoren. 3) Waarschijnlijk heb ik de baro diver de vorige keer niet gestart, dus geen atmosferische druk. 4) De coating van de zuurstof sensor van MP 2 is iets beschadigd. 5) Om 11:55 uur is de schuif vanaf de boezem richting MP3 geopend. 6) Om 14:15 uur is de schuif tussen MP4 en MP5 verder open gezet. 7) Om 15:00 uur liep het water nog niet over de stuw net bovenstrooms van MP7. 8) De bestanden met een A-aanduiding (MP4A) zijn de bestanden welke tijdens het doorspoelen zijn uitgelezen 9) uitgevoerde zuurstofmetingen met veldset van Welteriskip Fryslan	van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen
16/04/2003		Metingen aan het oppervlaktewater bij droogweer	
25/04/2003		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,2,3,4,5,7,8,9 en 10 2) Het oppervlaktewatermeetpunt nummer 6 is op 25 april 2003 herplaatst. Was ook opgevroren, maar niet eerder opgemerkt. 3) Ter plaatse van elk meetpunt zijn metingen t.b.v. een zuurstofprofiel uitgevoerd 4) Van elk meetpunt is een foto gemaakt. Deze en andere foto's worden op CD-rom aangeleverd Opmerkingen: 1) Omdat de nivo sensoren van MP2 en MP5 kapot gevoren zijn, zijn deze OTD's meegenomen en worden naar Delft gestuurd. 2) De coating van de zuurstof sensor van MP 2 is iets beschadigd. 3) De waterstand t.p.v. MP 5 en 6 is erg laag. De klep tussen MP 4 en 5 zou iets meer open moeten. 4) De CTD van MP5 en OTD van MP 6 zijn nog niet ontvangen en derhalve niet geplaatst.	van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen
02/06/2003		Externe overstort 713 m³	
03/06/2003		Metingen aan het oppervlaktewater na overstort	
03/06/2003		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,3,4,7,8,9 en 10 2) De OTD's van MP2 en MP5 zijn herplaatst 3) Ter plaatse van elk meetpunt zijn metingen t.b.v. een zuurstofprofiel uitgevoerd 4) Met iedere OTD een O2 meting in de lucht gedaan en deze waarden vergeleken met een veldset-meting op dezelfde tijd Opmerkingen: 1) De CTD van MP5 en OTD van MP 6 zijn nog niet ontvangen en derhalve niet geplaatst.	van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen
14/07/2003		Metingen aan het oppervlaktewater bij droogweer	
03/09/2003		Optreden van Calamiteiten. Er is in september een calamiteit opgetreden, door een effect aan het gemaal is gedurende enkele dagen ongezuiverd rioolwater op de sloot overgestort waarbij vissterfte is opgetreden. Dit moet terug te zien zijn in de data, de gemeente stuurt de gegevens van dit incident op naar Tauw (data, hoeveelheden etc.)	
19/09/2003		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,2,3,4,5,7,8,9 en 10 2) Ter plaatse van elk meetpunt zijn metingen t.b.v. een zuurstofprofiel uitgevoerd Opmerkingen: 1) De CTD van MP5 en OTD van MP 6 zijn nog niet ontvangen en derhalve niet geplaatst. 2) De data van MP5, MP8 en MP10 zijn door Emiel Dijkstra uitgelezen en zullen dan ook door hem worden aangeleverd. 3) De MP8 is met hekkelwerkzaamheden vernield. De OTD is voorlopig opgeslagen door De Boer advies en uitvoering.	van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen van Essen
07/11/2003		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,2,3,4,5,7,8,9 en 10 Opmerkingen: 1) De CTD van MP5 en OTD van MP 6 zijn pas vrijdagmiddags 7 november ontvangen en derhalve niet geplaatst. Zij zullen binnenkort alsnog geplaatst worden. 2) MP8 is op 14 oktober 2003 herplaatst, nadat deze door slootopschoonwerkzaamheden op de kant was geschept.	van Essen van Essen van Essen van Essen
13/11/2003		Meting stoffen aan bodem	
13/12/2003		Externe overstort 649 m³	
22/12/2003		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,2,3,4,5,7,8,9 en 10 en de CTD van meetpunt 5 Opmerkingen: geen	van Essen van Essen van Essen
28/12/2003		Externe overstort 96 m³	
26/01/2004		Metingen aan het oppervlaktewater bij droogweer	
25/03/2004		Uitgevoerde werkzaamheden: 1) Uitlezen van de OTD's van de meetpunten 1,2,3,4,5,7,8,9 en 10 en de CTD van meetpunt 5 Opmerkingen: De niveau meting van MP2 is ergens tussen 5 febr en 25 mrt gestopt. Hij geeft nu alleen maar 500 aan	van Essen van Essen van Essen van Essen

1-11-2003	Geen inlaatgegevens van 1-11-2003 tot 24-6-2004, door storing meetapparatuur
27-10-2004	Geen inlaatgegevens van 27-10-2004 tot 11-11-2004, door storing meetapparatuur
13-3-2004	Geen meetgegevens van de Bergbezinkbassin van 19-3-2004 tot 25-6-2004, door storing meetapparatuur.

4

Bijlage

Bergbezinkbassin



Verificatie overstortformule

Het verloop van de waterstand bij de interne en externe drempel van het bassin is voor deze overstortingen in grafieken gezet. Van de overstorting van 20 augustus is geen digitaal bestand beschikbaar. De meetdata van het bassin geven aanleiding tot de volgende opmerkingen.

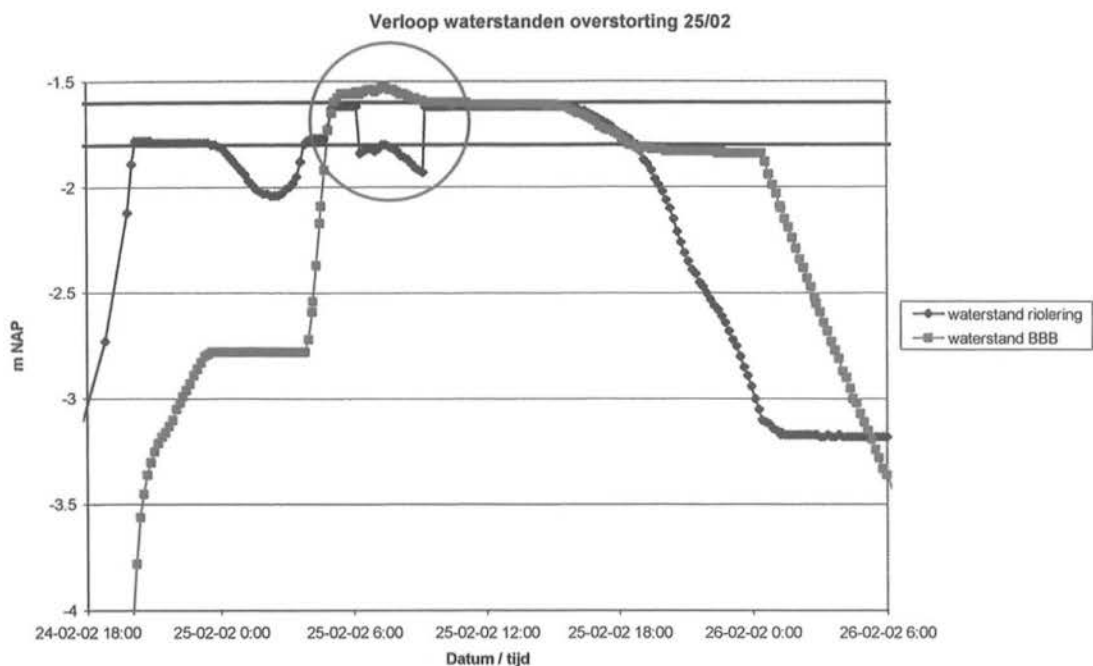
Opmerkingen naar aanleiding van de meetdata

Het niveau van de interne drempel en externe drempel ligt resp. op $-1,80$ m NAP en $-1,60$ m NAP. Wanneer het bassin na een overstorting terug leegloopt in het stelsel, is er een min of meer constant verschil tussen de meetwaarden bij de interne en bij de externe drempel van $0,02$ m, waarbij de meetwaarde bij de externe drempel lager zijn dan bij de interne drempel. Theoretisch zou dit verschil nagenoeg 0 moeten zijn.

Bij het leeglopen blijft de waterstand in het bassin, volgens de waterstandsmeter bij de externe drempel, steken op een niveau van $-1,82$ m. Het niveau van de interne drempel is echter $-1,80$ m NAP. Samen met het vorige punt rechtvaardigt dit de conclusie dat de meetwaarden bij de externe drempel een afwijking van $-0,02$ m hebben.

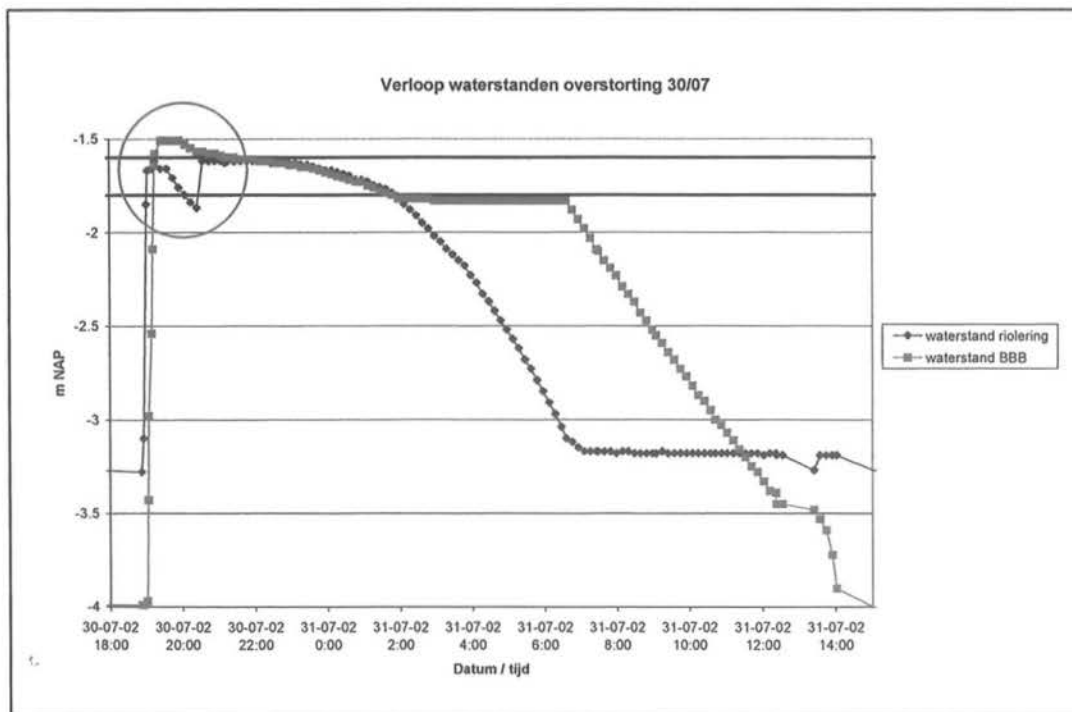
Het valt op dat de waterstanden in het bassin, voordat het leeggepompt wordt, nog langzaam afnemen (circa 1 cm per uur). Blijkbaar is de afwerking van het meetschot niet helemaal waterdicht, of treden ergens anders lekverliezen op.

Het meetbereik van de waterstandsmeter bij de interne drempel wordt met enige regelmaat overschreden. Dit is gebeurd bij de overstortingen van 22 en 25 februari, 30 juli en 1, 5 en 25 augustus. Er treden twee verschijnselen op. Als het waterniveau boven de $-1,62$ m stijgt, geeft de waterstandsmeter in eerste instantie een constant niveau van $-1,62$ m NAP aan, terwijl de waterstand bij de externe drempel wel hogere waarden aangeeft. Vervolgens daalt de meetwaarde bij de interne drempel abrupt enkele decimeters. Wanneer de waterstand weer daalt, volgt een abrupte stijging tot $-1,62$ m NAP, welke waarde vervolgens enige tijd constant blijft. Als de waterstand onder de $-1,62$ m NAP zakt, zakt de gemeten waarde bij de interne drempel wel weer mee.



Figuur B1 Overstorting 25 februari 2002

Mogelijk speelt het overschrijden van het meetbereik ook een rol bij de waterstandsmeter bij de externe drempel. Bij de overstorting van 30 juli is gedurende 40 minuten (4 meetwaarden) een constant niveau van $-1,51$ m NAP gemeten. Het niveau van $-1,51$ m NAP is bij geen van de andere overstortingen overschreden. Het lijkt waarschijnlijk dat het meetbereik van de externe meter bij een niveau van $-1,51$ m NAP overschreden wordt.



Kalibratie van de overlaatformule van de interne drempel

De gegevens van de interne en externe waterstandsmeter zijn gebruikt om de overlaatformule van de interne drempel te kalibreren. Dit is gedaan door het debiet over de interne drempel, berekend met de overlaatformule, te vergelijken met het verloop van de vulling van het bassin. De in de voorgaande paragraaf geconstateerde afwijking in de meetwaarden bij de externe drempel is hierbij niet van belang, doordat voor de vulling van het bassin het hoogteverschil is meegenomen en niet de absolute hoogte. Door het verschil te nemen valt de afwijking weg.

De overlaatformule luidt:

$$Q = C \times B \times H^{1.5}$$

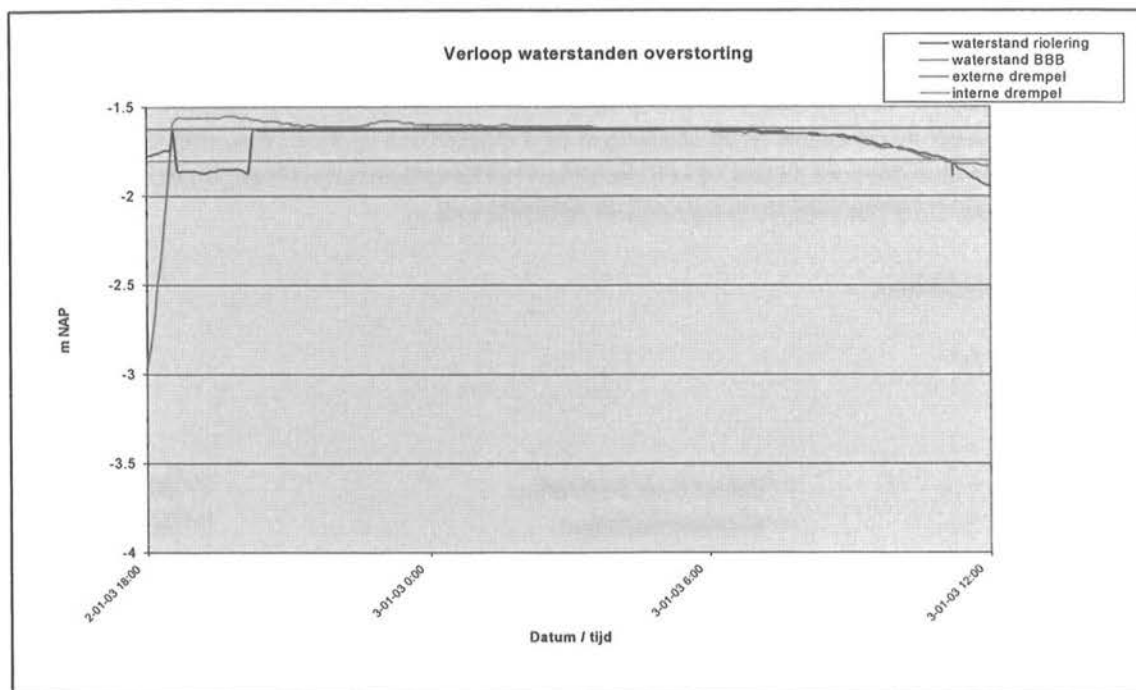
met

Q	=	debiet over de overlaat	[m ³ /s]
C	=	overlaatcoëfficiënt	[m ^{1/2} /s]
B	=	breedte van de overlaat	[m]
H	=	waterstand boven overlaatsniveau	[m]

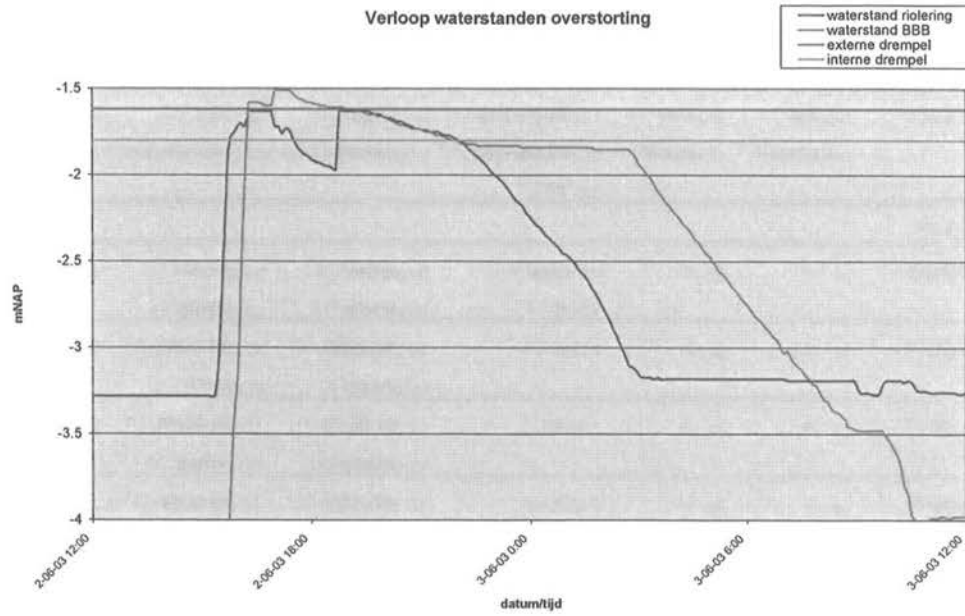
De overlaatcoëfficiënt is afhankelijk van het type overlaat. Voor scherpe overlaten ligt de waarde van deze coëfficiënt rond de 1,9 en voor brede overlaten rond de 1,7. Naast deze onbekende overlaatcoëfficiënt is er nog een onbekende fout in de meetwaarden van de waterstand voor de interne drempel. Door middel van de kleinste kwadratenmethode is gekeken bij welke combinatie van waarden voor de overlaatcoëfficiënt en de meetfout het verschil tussen de berekende overstortdebieten en de gemeten toename van de vulling in het bassin het kleinst is. De beste benadering wordt verkregen bij een overlaatcoëfficiënt van 1,73 en een meetfout van 0,006 m.

Deze gevonden waarde voor de overlaatcoëfficiënt is opvallend, omdat er bij de interne drempel een stalen meetschot is gemonteerd van 0,05 m hoog. Hierbij zou een overlaatcoëfficiënt verwacht worden die hoort bij een scherpe overlaat (rond de 1,9). De gevonden waarde hoort eerder bij een brede overlaat. Blijkbaar raakt de overstortende straal niet los van het meetschot, maar blijft ze 'plakken' aan het schot en aan de overstortmuur daarachter. Dit kan voorkomen wanneer geen vrije toevoer van lucht onder de overstortende straal mogelijk is.

Verloopwaterstanden in bergbezinkbassin



Verloop waterstanden overstorting



Kwantitatief functioneren BBB per overstorting

Tabel BBB 2001-2004

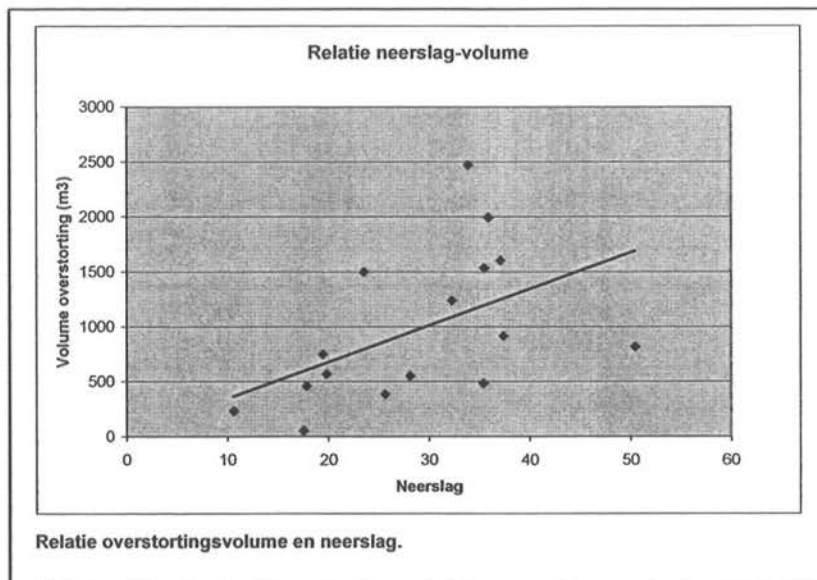
overstort- nummer	Datum	Interne overstort	Externe overstort	Totale volume overstortingen (m ³) ⁶⁷	Begintijd overstortingen	Eindtijd overstortingen	Neerslag (mm)
2001							
1	05/06-02	ja	ja	minimaal 731.6	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	28.9
2	18-06	ja	ja	812.4	10:29(18-06) maandag	12:31(18-06) maandag	50.4
3	18-07	ja	ja	481.5	07:50(18-07) woensdag	10:08(18-07) woensdag	35.4
4	18-09	ja	ja	745.8	16:13(18-09) dinsdag	19:08(18-09) dinsdag	19.4
5	03-10	ja	ja		13:59(03-10) woensdag	16:28(03-10) woensdag	17.8
6	08-11	ja	ja	911.9	11:31(08-11) donderdag	14:15(08-11) donderdag	37.4
2002							
1	26/27-01	ja	ja	549.4	17:22(26-01) zaterdag	01:16(27-01) zondag	28.1
2	11-02	ja	nee	0	-	-	
3	20-02	ja	nee	0	-	-	
4	22-02	ja	ja	1495.4	06:19(22-02) vrijdag	10:00(22-02) vrijdag	23.5
5	25-02	ja	ja	2464.4	05:03(25-02) maandag	15:18(25-02) maandag	33.9
6	27-04	ja	nee	0	-	-	
7	20-06	ja	nee	0	-	-	
8	02-07	ja	nee	0	-	-	

⁶⁷ Het debiet is op basis van de bepaalde coëfficiënt van 1,73 in de overlaatformule. In de memo over 2002 is geconcludeerd dat er een constant verschil is tussen de interne en de externe drempel van 0,02 m, dit verschil is nu gecorrigeerd. Er zal dan ook een verschil zijn tussen deze gegevens en de gegevens die vermeld staan in de memo over 2002.

9	09-07	ja	ja	52.4	20:13(09-07) dinsdag	21:00(09-07) dinsdag	17.5
10	30-07	ja	ja	1529.3	19:14(30-07) dinsdag	22:08(30-07) dinsdag	35.5
11	01-08	ja	ja	229.6	12:39(01-08) donderdag	13:55(01-08) donderdag	10.6
12	05/06-08	ja	ja	1599.1	16:49(05-08) maandag	19:28(06-08) dinsdag	37.1
gegevens onvolledig	20-08	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	28.5
13	25-08	ja	ja	385.6	01:59(25-08) zondag	03:49(25-08) zondag	25.6
Fout in Meetapp.	25-11	Fout in Meetapp.	Fout in Meetapp.	Fout in Meetapp.	-	-	
14	22-12	ja	ja	566.8	13:51(22-12) zondag	16:41(22-12) zondag	19.8
2003							
1	02/03-01 ^a	ja	ja	1990.5	18:33(02-01) donderdag	03:36(03-01) vrijdag	35.9
2	02-05	ja	nee	0	-	-	
3	12-05	ja	nee	0	-	-	
4	02-06 ^a	ja	ja	1235.2	16:16(02-06) maandag	18:59(02-06) maandag	32.3
5	09-09	ja	nee	0	-	-	
6	10-09	Ja	Nee	0	-	-	
7	13-12	Ja	Ja	1847.7	13:55 (13-12) zaterdag	16:53 (14-12) zondag	37.2
2004							
1	11-01	ja	nee	0	-	-	
2	19-01	ja	nee	0	-	-	
3	01-02	Ja	Ja	863.3	15:34 (01-02)	22:52 (01-02)	28.6
4	10-02	Ja	Nee	0	-	-	
5	19-03	Ja	Nee	0	-	-	
6	25-06	Ja	Nee	0			
7	08-07	Ja	Ja	1070			32.2
8	11-07	Ja	Nee	0			

9	16-07	Ja	Ja	1134	17.7/
10	17-07	Ja	Ja	1111	26.7
11	11-08	Ja	Ja	81	15.8
12	12-08	Ja	Nee	0	
13	20-08	Ja	Ja	286	22.6
14	21-08	Ja	Ja	197	14.6
15	25-08	Ja	Nee	0	
16	30-08	Ja	Nee	0	
17	24-10	Ja	Nee	0	
18	18-11	Ja	Nee	0	
2005					
1	12-2/13-2	Ja	Ja	51	16.0

Ter indicatie is in onderstaande figuur de overstortingsdata gerelateerd aan de neerslag⁶⁸.



⁶⁸ Doordat een gedeelte van de continue registratie van de neerslag verloren is gegaan is een deel van de relatie tussen het overstortingsvolume en de neerslag gebaseerd op dagneerslagen i.p.v. buien (zie ook bijlage 3 'definities').

Milieutechnisch functioneren BBB

Tabel Voorbeeld overstort 1

	Monster- locatie	Onopgeloste bestanddelen	Zuurgraad d	Chloride cl	BZV na 5 dagen	Chemisch Zuurstofverbruik czv	Nitriet no2	Nitraat no3	Ammonium nh4	Kjeldahl -N nkj	Totaal fosfaat tpo	
	symbool	zwst	ph	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
tijd	Eenheid:	mg/l	pH	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
16:01:00	intern		77	7.1	11	23	91	0.29	0.12	6.9	10.3	1.5
16:19:00	intern		42	7.2	9.7	18	74	0.23	0.84	8.1	11.1	1.4
16:37:00	intern		36	7.2	12	17	62	0.25	0.81	7.4	10.4	1.4
16:55:00	intern		22	7	11	18	62	0.32	0.12	5.2	7.7	0.99
17:13:00	intern		350	7	23	128	445	< 0.01	< 0.02	7.6	21	4.7
17:31:00	intern		250	7.1	14	9.5	327	< 0.01	< 0.02	6.3	16.5	3.1
17:49:00	intern		220	7.1	14	76	313	< 0.01	< 0.02	6.2	11.7	3
18:07:00	intern		130	7.1	14	29	139	0.07	0.03	5.5	9.8	1.7
16:17:00	extern		180	7.4	23	45	219	< 0.01	< 0.02	7.4	18.1	2.8
16:35:00	extern		120	7.2	21	32	143	< 0.01	0.03	8.7	14.1	2.1
16:53:00	extern		120	7.2	19	27	125	< 0.01	< 0.02	7.2	11.2	1.8
17:11:00	extern		73	7.1	15	24	86	0.08	0.06	5.5	8.6	0.99
17:29:00	extern		64	7.1	12	16	71	0.31	0.28	5.3	8.2	1.1
17:47:00	extern		45	7.1	13	19	73	0.34	0.38	5.7	8.6	1.2
18:05:00	extern		37	7.1	12	17	67	0.34	0.32	5.4	8.2	1.1
18:23:00	extern		31	7.2	15	18	68	0.34	0.25	5.6	8.1	1.1
gem intern		140.88	7.10	13.59	39.81	189.13	0.23	0.38	6.65	12.31	2.22	
gem extern		83.75	7.18	16.25	24.75	106.50	0.28	0.22	6.35	10.64	1.52	
Gemiddeld rendement		41%	-1%	-20%	38%	44%	-22%	43%	5%	14%	31%	

Vuilemissie gemengde stelsels

Vuiluitworp algemeen

De totaal geloosde jaarvrucht van een rioolstelsel wordt vrijwel geheel bepaald door een klein aantal grote stortlozingen. Bij zeer zware buien kan afhankelijk van de vervuilingsparameter de vrachtworp 15 tot 80% van de totale jaarlijkse vuiluitworp bedragen. De totale vuiluitworp per jaar wordt in hoge mate bepaald door de grootte van de berging in de riolen. De laagste waarden hebben betrekking op het stelsel met de grootste berging en de hoogste waarden op het stelsel met de kleinste berging.

Vergeleken met de jaarlijkse huishoudelijke vuilproductie, zoals die met het effluent van een rwzi op het oppervlaktewater wordt geloosd, blijkt dat de vuiluitworp via overstortingen uit het stelsel met de kleinste berging voor wat betreft de zuurstofverbruikende stoffen, de droogrest en de zware metalen aanzienlijk groter en voor totaal-P en N-kjeldahl aanzienlijk kleiner is. De vuiluitworp vanuit het stelsel met de grootste berging blijft voor vrijwel alle parameters klein ten opzichte van de effluentlozing [X].

Onderzoekslocaties

Vuilconcentratie in de verzamelmonsters van Dorp-Oost [Arcadis, 1999]

	BZV	CZV	N-Kj	P-tot	Bezinksel- volume	drogestof- gehalte	Zn	Pb
	(mg/l)	(mg/l)	(mgN/l)	(mgP/l)	(ml/l)	(mg/l)	(ug/l)	(ug/l)
gemiddeld	35	160	11	2,0	2	105	240	60
maximaal	105	600	22	5,8	11	660	820	110
minimaal	9	35	5	1	0	10	35	9

Coevorden

Om meer inzicht te verkrijgen in het functioneren van een bergbezinkbassin in de praktijk heeft Tauw in samenwerking met waterschap Velt en Vecht en de gemeente Coevorden in de jaren 1996 t/m 2000 metingen uitgevoerd aan het bergbezinkbassin Poppenhare te Coevorden. In onderstaande tabel zijn kenmerken gegeven van het op het stelsel aangesloten oppervlak.

Oppervlak (ha)	daken	verharding	Totaal
	hellend	vlak	Open
Lootuinen/ Poppenhare	6,85	2,67	0,0
			9,56
			19,1

De berging in het stelsel is 8,7 mm. In de meetperiode van vier jaar zijn 13 overstortingen geweest. Twee van de 13 overstortingen zijn volledig geborgen in de randvoorziening en hebben niet tot externe overstorting geleid. Dit heeft geleid tot de volgende meetgegevens:

	Aantal	Min	Gem	Mediaan	Max
Mg/l					
SS	90	4	91,1	44,5	613
CZV	102	27	163,4	129	989

Kerkrade

In de periode 1981-1987 is een praktijkonderzoek gestart door de NWRW naar de vuiluitworp van vier gemengde rioolstelsels, te weten: Loenen (gemeente Apeldoorn), Oosterhout, Bodegraven en Kerkrade.

Het onderzoeksgebied Kerkrade is een woongebied met laagbouw en grote hoogteverschillen; even buiten de woonwijk bevindt zich het bergbezinkbassin Vloedgraaf. Dit bassin vervult een bergingsfunctie voor de riolering, die vanwege de sterke rioelhellingen een zeer geringe bergingscapaciteit heeft. Het onderzoek naar de vuiluitworp werd verricht aan de lozingen vanuit de riolering in het bergbezinkbassin.

Oosterhout

Het onderzoeksgebied in Oosterhout gebied is een ontwikkeld woongebied in een niet industriële omgeving met voornamelijk laagbouw en enige hoogbouw.

Loenen

Het onderzoeksgebied Loenen is een niet intensief bebouwd woongebied in een landelijke omgeving in licht hellend terrein.

Vuilconcentratie in de verzamelmonsters van Loenen [NWRW, 1989]

	BZV	CZV	N-Kj	P-tot	Bezinksel- volume	drogestof- gehalte	Zn	Pb
	(mg/l)	(mg/l)	(mgN/l)	(mgP/l)	(ml/l)	(mg/l)	(ug/l)	(ug/l)
gemiddeld	40	270	10	3	-	300	350	160
maximaal	140	875	26	7	-	1200	950	500

Bodegraven

Het onderzoeksgebied Bodegraven is een wat oudere stadswijk (schrijve 1989) met voornamelijk laagbouw die bestaat uit woningen, winkels en enkele bedrijven.

Tabel Gemiddelde kwaliteit vuiluitworp van uit rioolstelsels [NWRW, 1989].

		Kerkrade	Oosterhout	Loenen	Bodegraven
N- Kj	mg/l	13,4	15,2	10,4	9,7
PO4	mg/l	3	4,8	2,9	2,1
BZV	mg/l	74,6	124,4	39,9	40,4
CZV	mg/l	243	389	271	148
Dr.rest	mg/l	320	108	303	105
Cr	µg/l	21	10	19	11
Ni	µg/l	13	9	19	8
Cu	µg/l	92	113	88	6,7
Zn	µg/l	472	359	3589	357
Cd	µg/l	2,5	1,4	9,6	1,5
Pb	µg/l	130	108	162	42
Hg	µg/l	0,5	1,7	43,1	1,2

Rendement Limmen⁶⁹

Rendement [%]		
	met kokerafscheider	zonder kokerafscheider
1	67	62
2	85	84
3	85	58
4	78	77
5	91	87
6	74	-38
7	98	95
min	67	-38
max	98	95
gem	83	61

De bergbezinktank is onderdeel van het gemengd rioolstelsel in Limmen met een afvoerend oppervlak van 44,7 ha en een onderdrempelberging van 6,7mm. De tank is geïntegreerd met een rioolgemaal met een poc van 0,36mm/hr. De inhoud van de tank inclusief het gemaal is 2100m³.

⁶⁹ Bron: Veldkamp R 2003, Toepassing van kokerafscheiders in bergbezinktanks, R. Veldkamp H20 2-2003, 36ste jaargang 24 januari 2003.

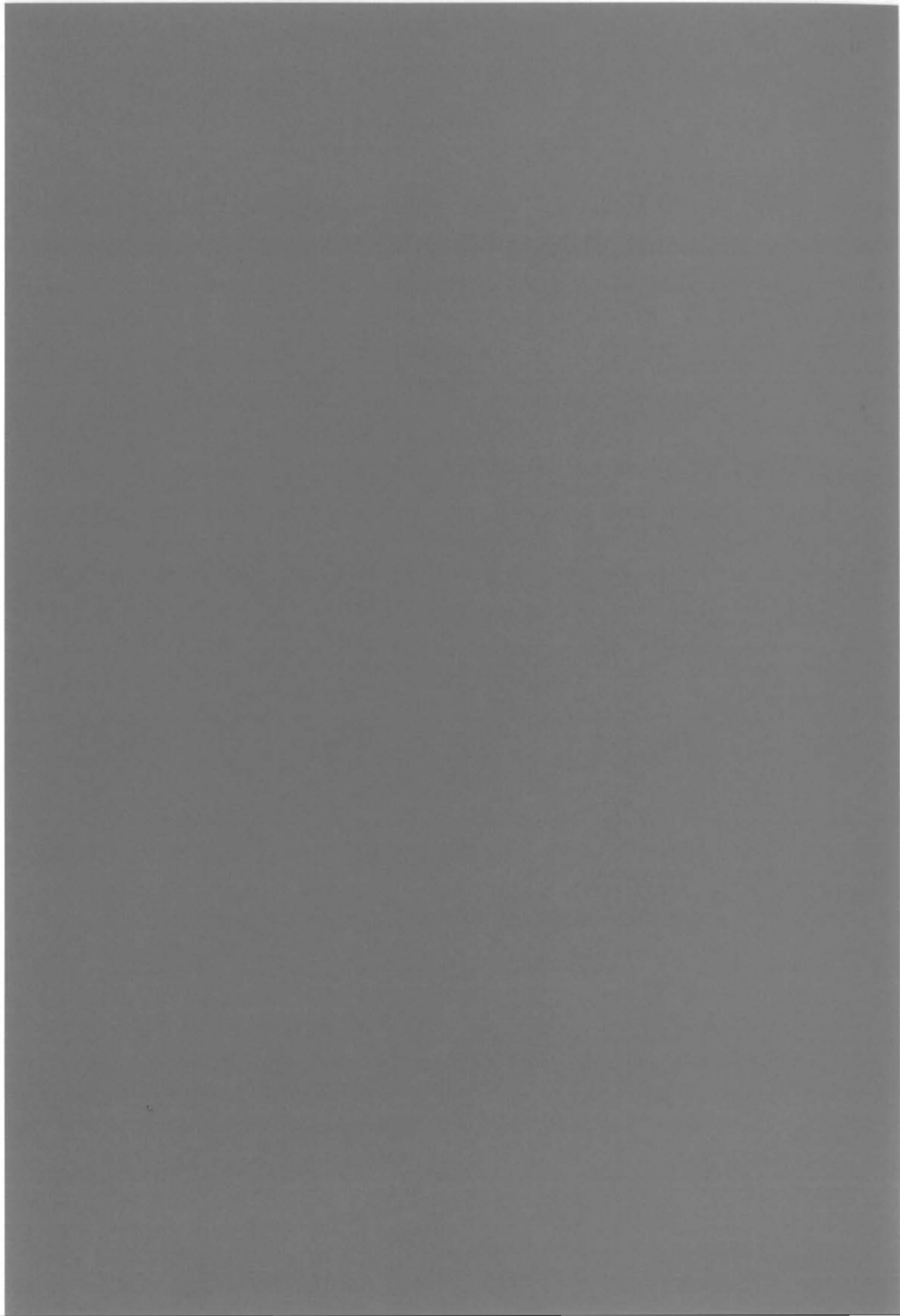
Vanwege de grote inhoud van de tank valt te verwachten dat dit rendement erg hoog zal zijn. Het rendement is berekend op basis van continue troebelheidsberekeningen door het berekenen van de in- en uitgaande vrachten van troebelheid. Het rendement is hoger naarmate de oppervlaktebelasting afneemt (gemiddelde S_0 [1/h] was erg laag voor alle gebeurtenissen namelijk tussen 0,15 en 1 m/h, de gebruikelijke waarde ligt in de orde van 5-10 m/h en dus globaal een factor 10 hoger).

Het rendement is gemiddeld 61% op basis van 7 overstortingen. Het minimale rendement betrof - 38% (uitspoeling) en het maximaal rendement 95%.

5

Bijlage

Kwaliteit oppervlaktewater



Overzicht monsternamen

Datum	Droogweerbem.	Externe Oversloot	Totale volume overstortingen (m ³) ⁷⁰	Begin tijd overstortingen	Eind tijd overstortingen	Duur v/d bruto- overstortings- gebeurtenis	Geschatte tijd/datum v/d Monsternamen oppervlaktewater	Tijdsverschil (uren)	Neerslag (mm)
2001									
05-06-02		ja	minimaal 731.6	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	-	Wel monster	-	28.9
15-02	Ja	nee	0	-	-	-	-	-	-
17-05	Ja	nee	0	-	-	-	-	-	-
18-06		ja	812.4	10:29(18-06) maandag	12:31(18-06) maandag	2.0	11:00(19-06) dinsdag	22.5	50.4
18-07		ja	481.5	07:50(18-07) woensdag	10:08(18-07) woensdag	2.3	11:00(19-07) donderdag	24.9	35.4
13-08	Ja	nee	0	-	-	-	-	-	-
18-09		ja	745.8	16:13(18-09) dinsdag	19:08(18-09) dinsdag	2.9	11:00(19-09) woensdag	15.9	19.4
03-10		ja	459.1	13:59(03-10) woensdag	16:28(03-10) woensdag	2.5	11:00(04-10) donderdag	18.5	17.8
08-11		ja	911.9	11:31(08-11) donderdag	14:15(08-11) donderdag	2.8	11:00(09-11) vrijdag	20.8	37.4
26-11	ja	nee	0	-	-	-	-	-	-

⁷⁰ Het debiet is op basis van de bepaalde coëfficiënt van 1,73 in de overlaatformule, zie bijlage 4 'verificatie overlaatcoëfficiënt'. In de memo M005-2002 is geconcludeerd dat er een constant verschil is tussen de interne en de externe drempel van 0,02 m, dit verschil is nu gediscussieerd.

Datum	Droogweerbem.	Externe Overstort	Totale volume overstorten (m ³) ⁷⁰	Begintijd overstorten	Eindtijd overstorten	Duur v/d bruto-overstortings-gebeurtenis	Geschatte tijd/datum v/d Monstername oppervlaktewater	Tijdsverschil (uren)	Neerslag (mm)
2002									
26/27-01		ja	549.4	17:22(26-01) zaterdag	01:16(27-01) zondag	7.9	geen monster	-	28.1
4-02	ja	nee	0	-	-	-	-	-	
20-02	Nb	nee	0	-	-	-	geen monster	-	
22-02	Nb	ja	1495.4	06:19(22-02) vrijdag	10:00(22-02) vrijdag	3.7	Geen monster	-	23.5
25-02	nb	ja	2464.4	05:03(25-02) maandag	15:18(25-02) maandag	10.3	Geen monster	-	33.9
Situatie 2									
27-04		nee	0	-	-	-	-	-	
20-06		nee	0	-	-	-	-	-	
02-07		nee	0	-	-	-	-	-	
09-07		ja	52.4	20:13(09-07) dinsdag	21:00(09-07) dinsdag	0.8	11:00(10-07) woensdag	14.0	17.5
30-07		ja	1529.3	19:14(30-07) dinsdag	22:08(30-07) dinsdag	2.9	11:00(31-07) woensdag	12.8	35.5

Datum	Droogveerbem.	Externe Overstort	Totale volume overstromingen (m ³) ⁷⁰	Begintijd overstromingen	Eindtijd overstromingen	Duur v/d bruto-overstromings-gebeurtenis	Geschatte tijd/datum v/d Monstername oppervlaktewater	Tijdsverschil (uren)	Neerslag (mm)
01-08		ja	229.6	12:39(01-08) donderdag	13:55(01-08) donderdag	1.3	geen monster	-	10.6
05/08-08		ja	1599.1	16:49(05-08) maandag	19:28(06-08) dinsdag	26.7	11:00(07-08) woensdag	15.5	37.1
20-08		ja, gegevens onvolledig	Ja, gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	gegevens onvolledig	-	Wel monster	-	28.5
25-08		ja	385.6	01:59(25-08) zondag	03:49(25-08) zondag	1.8	Geen monster	-	25.6
11-09		nee	-	-	-	-	-	-	-
25-11		nee, Fout in Meetapp.	Nee, Fout in Meetapp.	-	-	-	-	-	-
22-12		Ja	566.8	13:51(22-12) zondag	16:41(22-12) zondag	2.8	Geen monster	-	19.8
2003									
02/03-01 ^a		Ja	1990.5	18:33(02-01) donderdag	03:36(03-01) vrijdag	9.0	11:00(03-01) vrijdag	7.4	35.9
27-01		nee	0	-	-	-	-	-	-
16-04		nee	0	-	-	-	-	-	-
03-06		ja	1235.2	16:16(03-06) maandag	18:59(03-06) maandag	2.8	11:00 (03-06)	15.0	32.3
14-07		nee	0	-	-	-	-	-	-
03-11		nee	0	-	-	-	-	-	-

Datum	Droogweerbem.	Externe Overstort	Totale volume overstortingen (m ³) ⁷⁰	Begintijd overstortingen	Eindtijd overstortingen	Duur v/d bruto- overstortings- gebeurtenis	Geschatte tijd/datum v/d Monstername oppervlaktewater	Tijdsverschil (uren)	Neerslag (mm)
2004									
26-01	nee		0	*	*	*	*	*	*
19-04	nee		0	*	*	*	*	*	*
9-07	ja			*	*	*	*	*	*
5-08	nee		0	*	*	*	*	*	*

Kwaliteit boezemwater

Resultaten boezem, droogweer- en overstort bemonsteringen

PARAMETER		zichtdiepte	Onopgeloste bestanddelen	Geleidbaarheid	Zuurgraad	Chloride	Opgelost zuurstof (als O2)	Biochemisch zuurstofverbruik	Chemisch zuurstofverbruik	Nitriet	Nitraat	Ammonium	Totaal stikstof	Ortho-fosfaat	Totaal fosfaat	Totaal coli-achtigen 37C	Thermotolerante colibact. 44C
CODE		d	SS	EGV	pH	cl	o2	bzv	czv	no2	no3	nh4	tn	opo	tp	coli37	coli44
EENHEID		cm	[mg/l]	uS/cm	pH	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	KVE/100ml	KVE/100ml
droogweer	gem	25.45	48.55	616.80	7.03	86.16	6.10	4.65	144.13	0.03	0.49	1.49	4.80	0.09	0.27	7674.29	1133.75
	med	25	30	539.5	7	63	6	3.7	139.5	0.03	0.31	1.2	4.55	0.06	0.255	765	320
	min	5	12	70	6.4	28	0.2	2.1	59	0.01	0.02	0.2	2.6	0.01	0.05	40	40
	max	60	240	1790	8	330	12	16	285	0.08	2.9	3.9	8	0.48	0.76	218000	23000
	n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
overstort	gem	37.14	40.70	592.57	6.99	59.08	4.09	6.33	117.70	0.04	0.36	1.31	4.30	0.12	0.33	259811.30	48466.35
	med	40	33	603	6.9	52	4.4	5.2	105	0.03	0.16	1.1	4.6	0.09	0.26	30000	13000
	min	30	6.3	316	6.3	11	0.6	1.4	43	0.01	0.02	0.02	1.6	0.01	0.04	80	70
	max	40	250	878	8.9	160	5.7	41	253	0.24	3.9	5.2	8.1	0.45	1	5000000	500000
	n	7	77	7	70	77	7	77	77	77	77	77	77	77	77	77	63
boezemwater	gem	36.00	41.62	567.52	7.71	72.20	9.79	3.63	71.00	0.02	0.71	0.27	3.02	0.02	0.13	nb	-
	med	35	29	571	7.7	66	9.9	3.2	72.5	0.01	0.35	0.2	2.7	0.01	0.13	nb	-
	min	5	15	463	6.7	45	6.6	3	60	0.01	0.02	0.2	1.5	0.01	0.04	0	0

PARAMETER		zichtdiepte	Onopgeloste bestanddelen	Geleidbaarheid	Zuurgraad	Chloride	Opgelost zuurstof (als O2)	Biochemisch zuurstofverbruik	Chemisch zuurstofverbruik	Nitriet	Nitraat	Ammonium	Totaal stikstof	Ortho-fosfaat	Totaal fosfaat	Totaal coli-achtigen 37C	Thermotolerante colibact. 44C
	max	100	90	713	9	130	13.4	5.1	79	0.04	2.5	0.84	5.1	0.13	0.26	0	0
	n	25	13	25	25	25	25	4	4	25	25	25	25	25	25	0	0
vergelijking																	
droogweeer	gem	25.45	48.55	616.80	7.03	86.16	6.10	4.65	144.13	0.03	0.49	1.49	4.80	0.09	0.27	7674.29	1133.75
overstort	gem	37.14	40.70	592.57	6.99	59.08	4.09	6.33	117.70	0.04	0.36	1.31	4.30	0.12	0.33	259811.30	48466.35
boezemwater	gem	36.00	41.62	567.52	7.71	72.20	9.79	3.63	71.00	0.02	0.71	0.27	3.02	0.02	0.13		-
ovs t.o.v. dwa		146%	84%	96%	99%	69%	67%	136%	82%	108%	73%	88%	90%	138%	123%	3385%	4275%
gehalte is		hoger	lager	lager	lager	lager	lager	hoger	lager	hoger	lager	lager	lager	hoger	hoger	hoger	hoger
naar verwachting?		nee	nee	nee	ja	nee	ja	ja	nee	ja	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja

nb: niet bepaald

Bij de meetwaarden zijn detectiegrenzen als waarde meegenomen.

Vergelijkbaar onderzoek

Samenvatting onderzoek Stolwijk

Op twee locaties (AWPUT en AWREF) zijn wekelijks monsters genomen van het oppervlaktewater (op ca. 50 cm diepte). De locatie AWREF is een referentiepunt wat bovenstrooms is gelegen buiten de invloedssfeer van de hoofdoverstortput, de locatie AWPUT is ter plaatse van de hoofdoverstortput.

In eerste instantie zijn eenmaal per week en één uur na een overstortgebeurtenis monsters genomen van het oppervlaktewater ter plaatse van de overstortput (AWPUT) en 100 meter benedenstrooms (AWBRU). De monsters zijn geanalyseerd op CZV, BZV, P-tot, N-Kj, Zn en bezinkselvolume. Na circa twee jaar is uit oogpunt van kostenbesparing en vanwege de gebleken geringe beïnvloeding van de waterkwaliteit de frequentie van wekelijkse monsternamen gehalveerd en na ca. 2,5 jaar gestopt. Monsternamen van het oppervlaktewater na een overstortgebeurtenis heeft alleen plaatsgevonden in geval van een zware overstortgebeurtenis. Bij langdurige/aanhoudende neerslag is het, vanwege het pendelen van de overstort, moeilijk gebleken te beslissen op welk moment het zinvol is handmatig monsters te nemen. Het is meerdere keren voorgekomen dat pas enkele uren na het daadwerkelijke einde van de overstorting monsters zijn genomen.

In de volgende tabel wordt een globale indicatie gegeven van het effect van de overstorting op het zuurstofverloop in het oppervlaktewater. Uit de tabel kan worden opgemaakt dat er geen directe relatie is tussen de vuilvracht en de grootte van de daling in het zuurstofgehalte. Analyse van het zuurstofverloop na een overstorting leert eveneens dat ca. 50 m stroomafwaarts nauwelijks nog sprake is van een daling in het zuurstofgehalte.

Tabel 1 Vuilvracht in relatie tot zuurstof-daling en duur t.p.v. overstortput

nr.	CZV (kg)	BZV Daling zuurstofgehalte (kg) (mg/l)	moment (uren na einde overstort)
1	-	- -	-
2	3,3	1,2 3	12
3A	0	0 -	-
3B	1,4	0,4 1	6
3C	6,2	2,0 2	6
4	62	11 1,5	1
5	2,9	0,5 -	-
6	26	5,7 -	-
7	0	0 -	-
8	1,3	0,2 -	-
9	1,2	0,3 -	-
10	3,4	0,8 -	-
11	0	0 -	-
12	0,9	0,3 -	-
13	0,1	0 -	-
14	29	6,2 2	3
15	0,4	0,1 -	-
16	1,0	0,4 0,5	1
17	7,6	2,4 -	-
18	29	5,1 4	2
19			

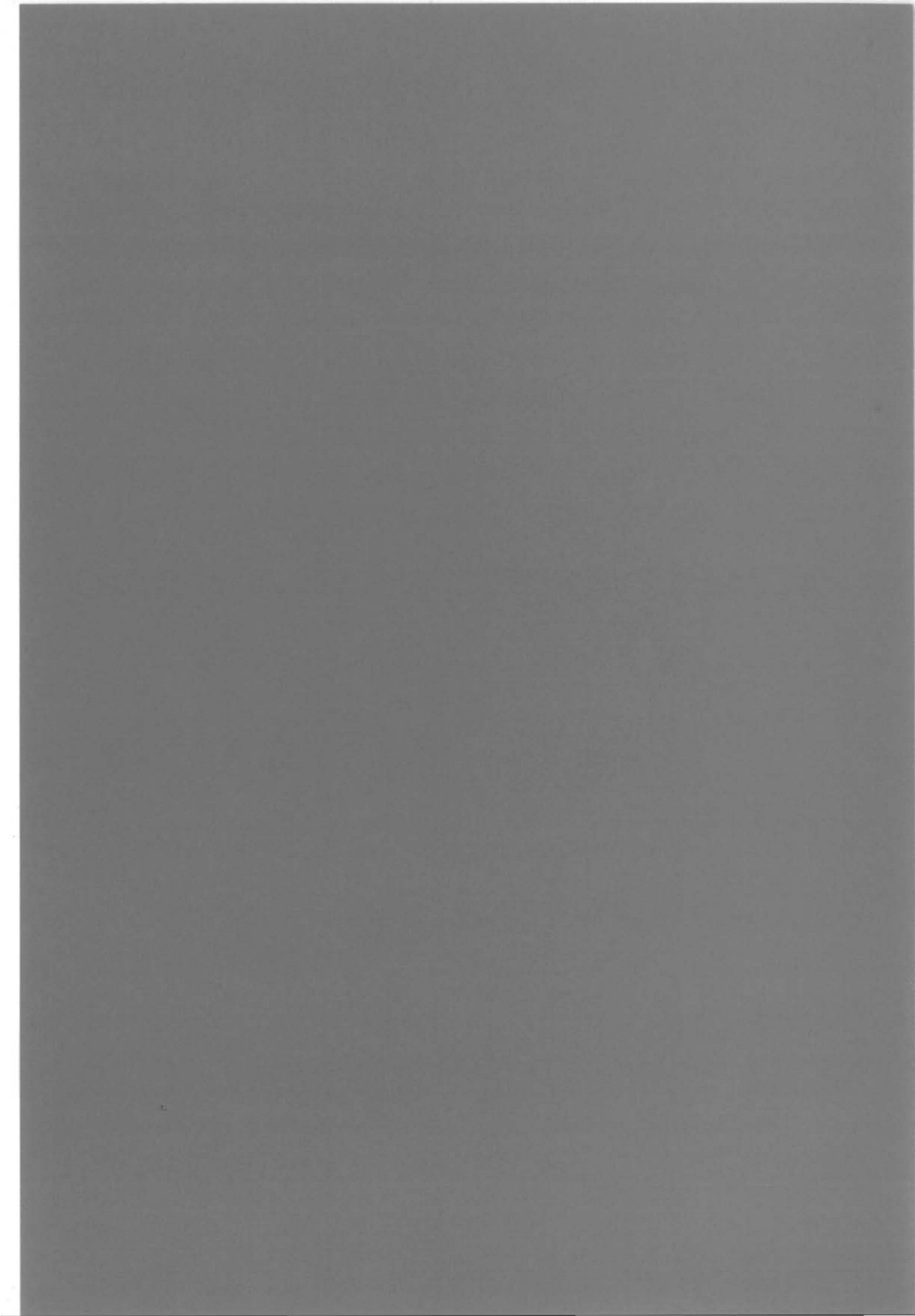
Er is geen merkbare invloed van de overstortgebeurtenissen op de kwaliteit van het oppervlaktewater. De monsters (oppervlaktewater) welke zijn genomen na een overstortgebeurtenis vertonen een gelijke kwaliteit als de achtergrond (referentie) situatie. De fluctuaties over de dag en de seizoenen alsmede andere vuilbronnen (mogelijk landbouw) spelen in dit geval een dominante rol. Er is een duidelijke invloed van uit- of afspoeling m.b.t. P-tot tijdens regenweersomstandigheden. De concentraties Zink en Lood in het oppervlaktewater liggen beneden de detectiegrens.

Tijdens het onderzoek is het opgevallen dat gedurende perioden van enkele weken het zuurstofgehalte (zowel handmatig als automatisch gemeten) extreem laag was, in de orde van grootte van 1-2 mg/l. Om de oorzaak hiervan te achterhalen is het ZHEW gevraagd tijdens een dergelijke periode een hydrobioloog de meetlocaties te laten onderzoeken. Tijdens dit veldbezoek is opgevallen dat ter plaatse van de zuurstofmeters veel zwart gekleurd bladafval ligt (rottend materiaal). De macrofauna wijst niet op langdurige perioden van "zuurstofloosheid". Indien het zuurstofverloop over de totale meetperiode in beschouwing wordt genomen dan blijkt dat perioden van "zuurstofloosheid" optreden rond augustus-september. Wellicht is de combinatie van een hoge temperatuur (zomermaanden) en hiermee gepaard gaand laag zuurstofstofgehalte, het zuurstofverbruik door afbraak van bladval en de invloed van een overstorting in zijn algemeenheid aanleiding tot knelpunten in de waterkwaliteit.

6

Bijlage

Waterbodem



Onderzoekstraject		651			652		
Monsternamedatum		12-12-2000	13-11-2003	11-3-2005	12-12-2000	13-11-2003	11-3-2005
Gloeiverlies (organische stof)	%	13,7	11	8,3	14,1	9,2	9,8
Gloeirest	%	86,3	89	91,7	85,9	90,8	90,2
Fractie <2µm (lutum)	%	6,5	5,3	5,4	6,3	6,1	7,3
Fractie <16µm (slib)	%	11	8,2	9,4	9,5	9,5	9,9
Cadmium	mg/kg ds	0,09	0,14	< 0,05	0,16	0,12	0,05
Chroom	mg/kg ds	12	10	11	14	8,9	11
Koper	mg/kg ds	7,8	8,9	8	9,9	7,6	6,3
Nikkel	mg/kg ds	7,5	6,1	5,9	9	5,4	5,6
Lood	mg/kg ds	12	12	13	15	11	10
Zink	mg/kg ds	41	53	41	57	46	31
Kwik	mg/kg ds	0,05	0,07	0,04	0,05	0,09	0,04
Arseen	mg/kg ds	2,7	3,9	4,5	4,5	3,5	4,8
Aluminium	mg/kg ds	7100	5900	6500	8900	5400	7100
Antimoon	mg/kg ds	< 1	1	< 2	< 1	< 1	< 2
Barium	mg/kg ds	53	27	24	38	26	38
Cobalt	mg/kg ds	2,7	2,2	2,1	3,6	1,9	2
IJzer	mg/kg ds	8900	7300	6600	10600	6700	7400
Mangaan	mg/kg ds	74	78	76	130	67	55
Molybdeen	mg/kg ds	< 1	< 1	0,58	< 1	< 1	0,63
Seleen	mg/kg ds	16	9,2	< 10	16	8,8	10
Tin	mg/kg ds	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Vanadium	mg/kg ds	23	16	16	24	14	17
Zilver	mg/kg ds	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Naftaleen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05	< 0,05	2,5	< 0,05	< 0,05
Anthraceen	mg/kg ds	0,007	0,0047	< 0,005	0,019	0,0079	< 0,005
Fenantreen	mg/kg ds	0,06	0,037	0,031	0,1	0,055	0,023
Fluorantheen	mg/kg ds	0,09	0,068	0,16	0,3	0,095	0,057
Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	0,033	0,033	0,042	0,12	0,055	0,021
Chryseen	mg/kg ds	0,021	0,053	0,054	0,13	0,067	0,027
Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	0,025	0,027	0,024	0,085	0,031	< 0,02
Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	0,038	0,062	0,065	0,18	0,085	0,039
Benzo(g,h,i)peryleen	mg/kg ds	0,087	0,044	0,053	0,14	0,059	0,024
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kg ds	0,04	0,035	0,071	0,1	0,048	0,043
Acenaftheen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,05
Acenafthyleen	mg/kg ds	0,07	< 0,05	< 0,06	0,07	< 0,05	< 0,06
Benzo(b)fluorantheen	mg/kg ds	0,067	0,06	0,035	0,18	0,078	< 0,02
Dibenzo(a,h)anthraceen	mg/kg ds	0,006	< 0,005	< 0,01	0,017	< 0,005	< 0,01

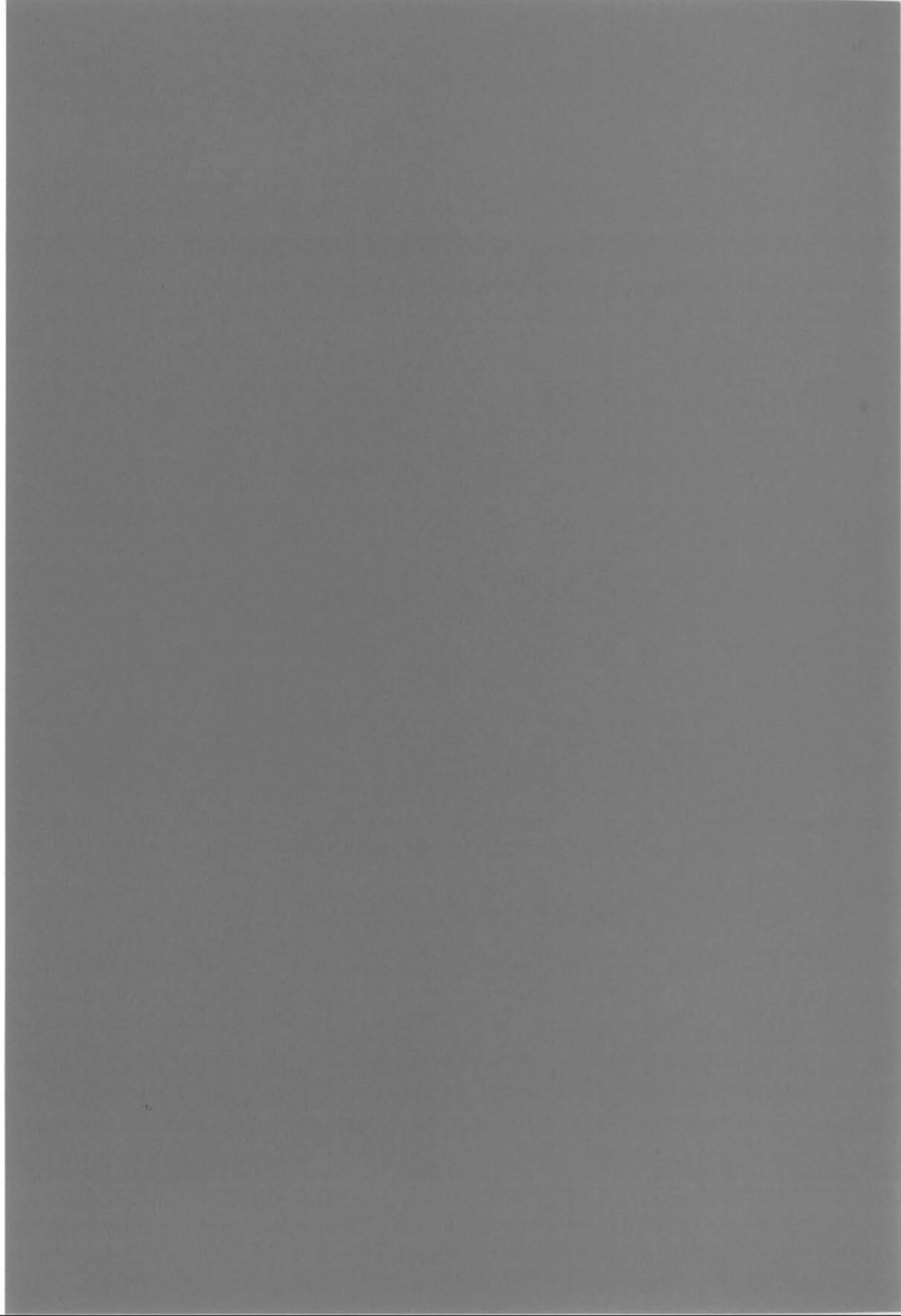
Fluoreen	mg/kg ds	0,018	< 0,02	< 0,02	0,025	< 0,02	< 0,02
Pyreen	mg/kg ds	0,06	0,1	0,099	0,26	0,12	0,065
10 PAK volgens VROM	mg/kg ds	0,4	0,36	0,5	3,7	0,5	0,23
Minerale olie GC	mg/kg ds	49	4000	82	88	110	48
PCB 101	ug/kg ds	< 0,2	< 0,2		0,27	< 0,2	
PCB 118	ug/kg ds	< 0,2	1,7		< 0,2	0,55	
PCB 138	ug/kg ds	< 0,5	< 0,5		< 0,5	0,53	
PCB 153	ug/kg ds	< 0,2	< 0,2		0,37	0,35	
PCB 180	ug/kg ds	< 0,5	< 0,2		< 0,5	< 0,2	
PCB 28	ug/kg ds	< 0,2	< 0,1		< 0,2	< 0,5	
PCB 52	ug/kg ds	< 0,2	< 0,5		< 0,2	< 0,5	
Pentachloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,3,4,5-Tetrachloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,3,4,6+2,3,5,6-Tetrachloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,3,4-Trichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,3,5-Trichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,3,6-Trichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,3-Dichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,4+2,5-Dichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,4,5-Trichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,4,6-Trichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2,6-Dichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
2-Chloorfenol	mg/kg ds	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5	
3,4,5-Trichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
3,4-Dichloorfenol	mg/kg ds	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
3,5-Dichloorfenol	mg/kg ds	< 0,03	< 0,02		< 0,02	< 0,02	
3-Chloorfenol	mg/kg ds	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5	
4-Chloorfenol	mg/kg ds	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5	
alfa-Endosulfan	ug/kg ds	0,13	< 0,5		0,13	< 0,5	
Aldrin	ug/kg ds	< 0,1	< 0,5		< 0,1	< 0,5	
Dieldrin	ug/kg ds	< 0,2	< 1		< 0,2	< 1	
Endrin	ug/kg ds	< 0,1	< 0,5		< 0,1	< 0,5	
Telodrin	ug/kg ds	< 0,2	< 0,5		< 0,2	< 0,5	
gamma-Hexachloorcyclohexaan	ug/kg ds	0,11	< 2		< 0,1	< 2	
Heptachloorepoxide	ug/kg ds	< 0,2	< 0,5		< 0,2	< 0,5	
Heptachloor	ug/kg ds	< 0,2	< 0,2		< 0,2	< 0,2	
Hexachloorbenzeen	ug/kg ds	< 0,5	0,55		< 0,5	0,29	
Isodrin	ug/kg ds	< 0,2	< 0,1		< 0,2	< 0,5	
o,p-DDD	ug/kg ds	0,26	< 0,5		< 0,1	0,78	
o,p-DDE	ug/kg ds	< 0,1	< 0,1		0,13	< 0,5	

o,p-DDT	ug/kg ds	0,3	< 0,2		< 0,2	< 0,2	
p,p-DDD	ug/kg ds	0,22	< 0,5		0,36	< 0,5	
p,p-DDE	ug/kg ds	0,3	0,43		0,41	0,37	
p,p-DDT	ug/kg ds	0,27	< 0,2		0,33	< 0,5	
Totaal gemeten OCB's (berekend)	ug/kg ds		< 2			< 2	
Pentachloorbenzeen	ug/kg ds	< 0,5	< 0,2		< 0,5	< 0,2	
alfa-Hexachloorcyclohexaan	ug/kg ds	< 0,1	0,5		< 0,1	< 0,5	
beta-Hexachloorcyclohexaan	ug/kg ds	< 0,2	< 1		0,32	< 1	
cis-Chloordaan	ug/kg ds	< 0,1	< 0,2		< 0,1	< 0,2	
Extraheerbare Organohalogenen (NEN 5735)	mg/kg ds	0,59	1,1	0,73	1,1	0,8	0,54
Indamprest (droge stof)	%	32,4	31,6	43,6	29,3	35,9	39,6
Verhouding EOX/(OCB+PCB)			361,15			277,4	
Totaal gemeten PCB's (berekend)			1,7			1,4	
Salmonella		Afwezig	afwezig		Afwezig	afwezig	

7

Bijlage

Zuurstofmodel



Zuurstofmodel kalibratie

Opzet model, tussenresultaat juni 2004

Het watersysteem van zowel het stedelijke als landelijke gebied is in DufLOW geschematiseerd. Voor het landelijke gebied is uitgegaan van de gegevens in de legger van het Wetterskip. Voor het stedelijke gebied is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens bij het Wetterskip (m.n. de peilgebieden) en gegevens die tijdens een veldbezoek zijn verzameld door Michiel Bootsma. De schematisatie is waarschijnlijk voldoende nauwkeurig voor het doel. De afvoer van neerslag is vooralsnog gemodelleerd als vaste landelijke afvoer gerelateerd aan de omvang van een peilgebied. Wanneer meer gegevens over bodemopbouw en neerslagverloop beschikbaar zijn, kan deze afvoer nauwkeuriger gemodelleerd worden met de RAM-module van DufLOW. Dit is echter weinig relevant voor de zuurstofhuishouding. *Voorstel: geen aandacht aan besteden.*

Controle: kwantitatieve modellering

De modellering van de waterbeweging voldoet. Een opvallend resultaat is dat de frequentie waarmee het poldergemaal aan- en uitslaat hoog is. De invloed op de stedelijke zuurstofhuishouding is nihil, gezien de grote afstand en het hogere peil in het stedelijke gebied.

Kalibratie zuurstofmodel

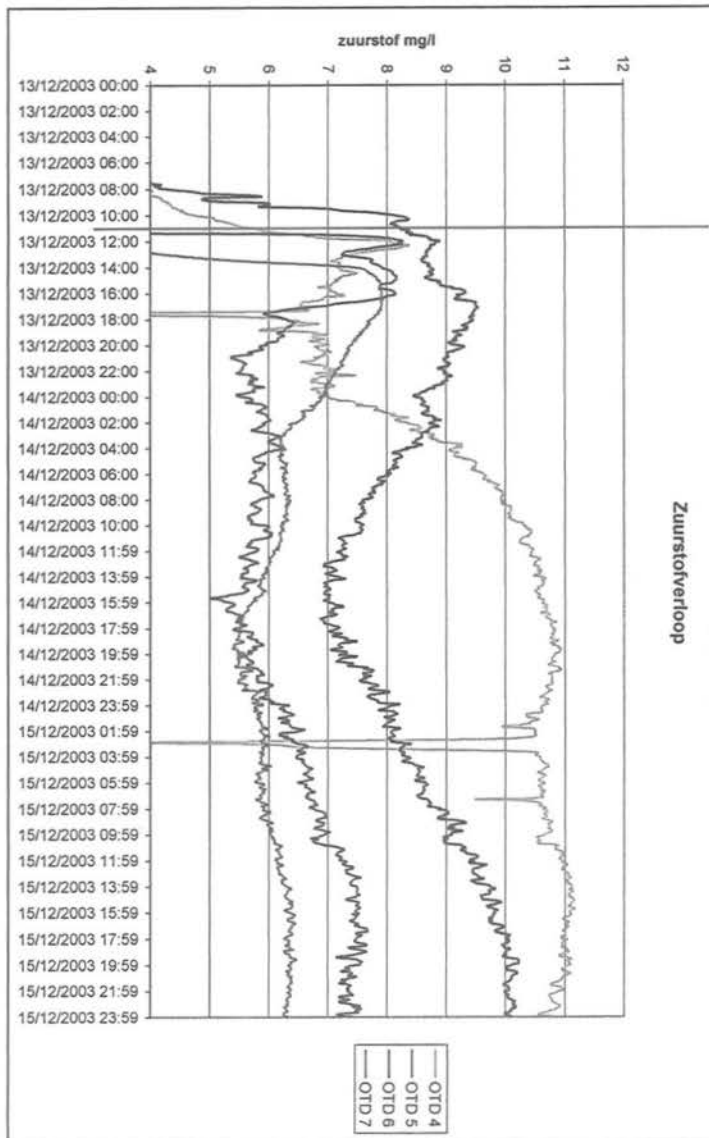
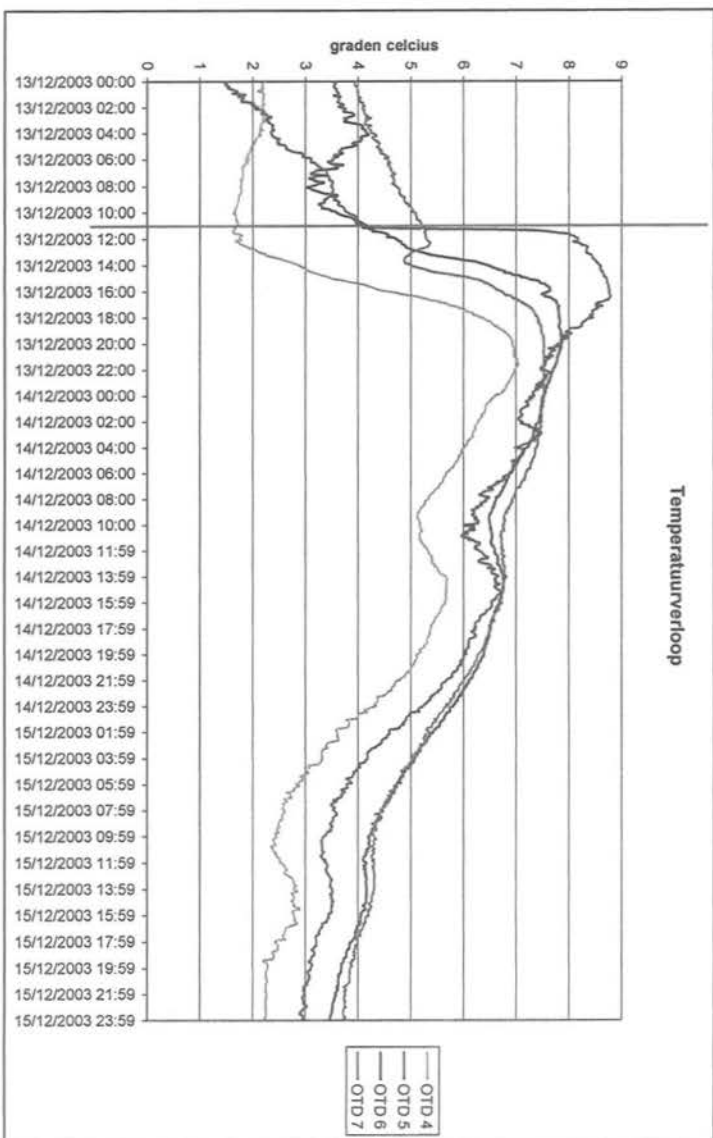
Het zuurstofmodel van STOWA is aan het kwantiteitsmodel gehangen. De standaard procesparameters (zie doorspoelplannen) zijn daarbij overgenomen. Het model is gekalibreerd voor een wintersituatie (hoge k-waarde, lage temperatuur). Geen bijzonderheden.

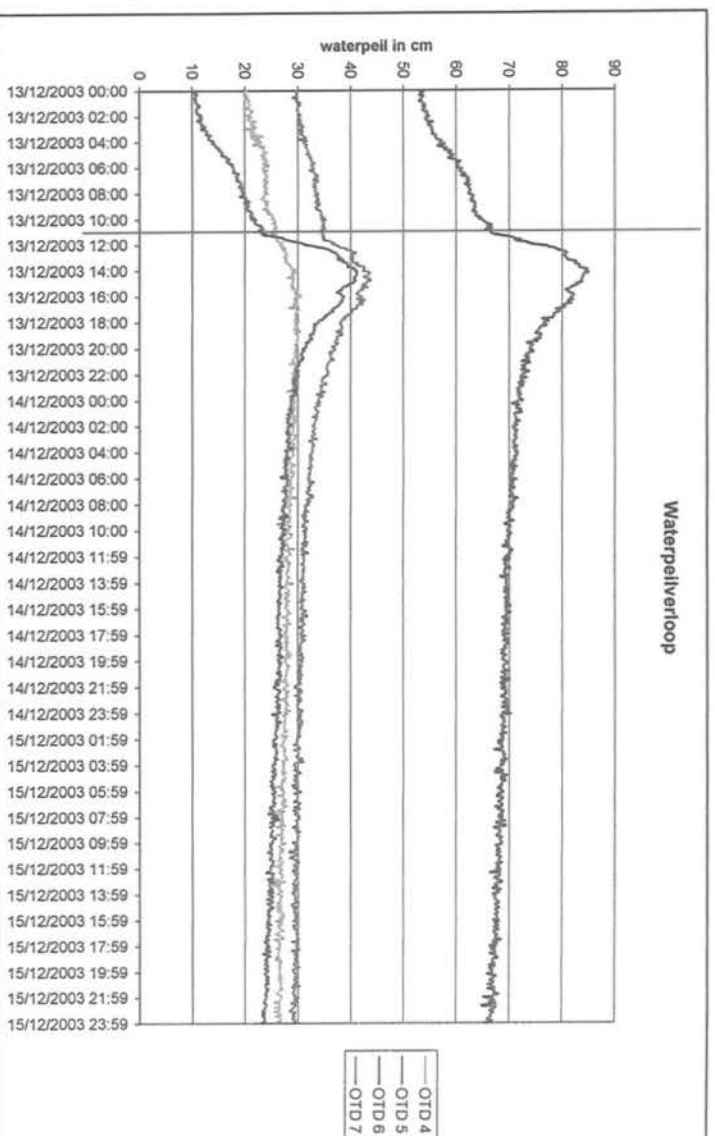
Testberekening met overstorting december 2003

De overstorting van 13 december 2003 is als kwantitatieve randvoorwaarde aan het model opgelegd. Er mist een kwantitatieve randvoorwaarde, nl. het debiet van de inlaat. Hiervan zijn geen metingen beschikbaar. Er is uitgegaan van 0,6 m³/min.

De waterstand in de berekening toont een vergelijkbaar verloop als de metingen van de dataloggers achter de overstort. De absolute waarden van de metingen en berekening zijn niet vergelijkbaar omdat de divers niet geijkt zijn. De berekende relatieve waterstandsstijging is iets hoger dan gemeten. Hiervoor is nog geen verklaring gevonden (kan liggen aan afwijkingen in het profiel van de watergangen, de weerstand van de watergangen en de debietsmeting van de overstort).

Er zijn van deze overstorting geen metingen van BZV-concentraties beschikbaar. Er is uitgegaan van een concentratie van 100 mg/l BZV. De berekende zuurstofdip is groter dan gemeten en treedt eerder op. Het onbekende debiet van de inlaat is hierop van grote invloed.





De waterpeilen zijn niet gekalibreerd door het ontbreken van NAP gegevens van de meters.

8

Bijlage

Landelijk kennis doorspoelen

Enquête

Adresgegevens van uw organisatie:

Naam:

Postbus:

Postcode:

Plaatsnaam:

Vragen

Is er een doorspoelplan in uw gemeente/ waterschap opgesteld met het doel om het zuurstof gehalte in het oppervlaktewater na een riooloverstorting op peil te houden?

Kunt u een korte omschrijving van het doorspoelsysteem geven?

(inlaat (type, debiet), ontvangende oppervlaktewater, indien mogelijk kaart van doorspoeltracé toevoegen)

Wat is de hoofdreden van het doorspoelen en wanneer is/wordt dit in werking gesteld?

Hoe vaak is er doorgespoeld sinds het systeem is ingesteld?

Wat zijn de ervaringen met het doorspoelen?

(Voldoet het aan de verwachtingen/doelstelling? Is er een verbetering zichtbaar? Werkt het systeem zoals gewenst? Eventuele problemen?)

Wordt het systeem gemonitord? Zo ja hoe?

(Welke kwantitatieve en/of kwalitatieve metingen worden verricht? Indien resultaten zijn vastgelegd graag toevoegen)

Kent u literatuur over doorspoelen of kent u (andere) gemeenten die doorspoelen?
Zo ja welke?

(indien mogelijk documentnamen, contactpersonen)

Welke alternatieven ziet u voor doorspoelen?

(omschrijving, motivatie waarom u deze zou toepassen)

Aan welke informatie heeft u ten aanzien van doorspoelen behoefte?

(ontwerp/aanleg/beheer/onderdelen)

Heeft u nog specifieke ideeën voor nader onderzoek?

Wat zou u aan gemeenten adviseren die een doorspoelsysteem willen aanleggen?

Heeft u overige opmerkingen en ideeën?

(Zijn er belangrijke vragen niet gesteld?)

Wilt u op de hoogte blijven van de resultaten?

Respons

De geënkquêteerde waterschappen zijn:

- Waterschap Groot Salland
- Waterschap Hunze en Aa's
- Waterschap Noorderzijlvest
- Waterschap Peel en Maasvallei
- Waterschap Rijn en IJssel
- Waterschap Roer en Overmaas
- Waterschap Vallei en Eem
- Waterschap Amstel Gooi en Vecht
- Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden
- Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

De geënkquêteerde zijn:

- Gemeente Driebergen
- Gemeente Hellevoetsluis
- Gemeente Rotterdam
- Gemeente Vlissingen

Daarnaast is er middels een telefoongesprek informatie gewonnen bij:

- Waterschap Zeeuwse Eilanden
- Waterschap Zeeuws Vlaanderen
- Gemeente Barendrecht
- Gemeente Bloemendaal
- Gemeente Delft
- Gemeente Den Haag
- Gemeente Etten-Leur
- Gemeente Hoorn
- Gemeente Leerdam
- Gemeente Lelystad
- Gemeente Ridderkerk
- Gemeente Utrecht
- Gemeente Amsterdam
- *Diversen (Friesland)*

Meetgegevens Vlissingen voor en na de getroffen maatregel

Waarnemingen voor de getroffen maatregel

Monsterpunt	Datum	Stroming	Geur	Temperatuur	Zuurstof mg/l	Zuurstof %
Olympiaweg	3-12-2002	Zwak	reukloos	7.7	3.63	30.2
Olympiaweg	4-12-2002	Zwak	reukloos	6.8	3.09	25.6
Olympiaweg	5-12-2002	Sterk	H2S	7.3	2.57	21.9
Olympiaweg	6-12-2002	Zwak	Muf	6.2	3.73	29.2
Olympiaweg	9-12-2002	Sterk	H2S	1	4.95	34.3
Olympiaweg	12-12-2002	*	reukloos	0.4	10.66	73.2
Olympiaweg	13-12-2002	*	reukloos	1.6	6.66	47
Olympiaweg	16-12-2002	Zwak	reukloos	2.6	5.28	38.8
Olympiaweg	17-12-2002	Zwak	reukloos	2.9	4.97	36.2
Steenhuisstraat	3-12-2003	Zwak	H2S	8	0.35	3.2
Steenhuisstraat	4-12-2002	Zwak	Muf	8	0.08	0.6
Steenhuisstraat	5-12-2002	Sterk	Muf	7.5	1.27	10.3
Steenhuisstraat	6-12-2002	Sterk	Muf	6.8	2.7	16.2
Steenhuisstraat	9-12-2002	Sterk	H2S	1	4.95	34.3
Steenhuisstraat	12-12-2002	Geen	reukloos	1.3	3.9	27.6
Steenhuisstraat	13-12-2002	Sterk	reukloos	1.2	0.21	1.4
Steenhuisstraat	16-12-2002	Zwak	reukloos	3	4.44	32.2
Steenhuisstraat	17-12-2002	Zwak	Muf	3.2	4.34	32
Bonedijkstraat	3-12-2002	Zwak	H2S	8.1	0.27	2.5
Bonedijkstraat	4-12-2002	Zwak	Muf	7.6	0.39	3.1
Bonedijkstraat	5-12-2002	Sterk	Muf	7.6	0.16	1.3
Bonedijkstraat	6-12-2002	Sterk	Muf	6.6	1.55	12.4
Bonedijkstraat	9-12-2002	Sterk	H2S	2	3.66	25.7
Bonedijkstraat	12-12-2002	*	Muf	1.4	3.05	25.4
Bonedijkstraat	13-12-2002	*	reukloos	1.8	1.7	11.7
Bonedijkstraat	16-12-2002	Zwak	reukloos	3.6	0.3	1.8
Bonedijkstraat	17-12-2002	Zwak	reukloos	3.2	1.55	12
Bonedijkstraat	18-12-2002	Zwak	reukloos	3.3	0.25	1.6
Ridderspoorlaan	3-12-2002	Sterk	H2S	8	0.27	2.5
Ridderspoorlaan	4-12-2002	Sterk	Muf	7.5	0.48	3.8
Ridderspoorlaan	5-12-2002	Sterk	Muf	7.3	1.67	13.8
Ridderspoorlaan	6-12-2002	Sterk	Muf	5.4	1.66	14.7
Ridderspoorlaan	9-12-2002	Zwak	Muf	2.4	3.7	26.6
Ridderspoorlaan	12-12-2002	*	reukloos	1.2	3.8	26.6
Ridderspoorlaan	13-12-2002	*	reukloos	1.5	4.67	32.4
Ridderspoorlaan	16-12-2002	Zwak	reukloos	3.4	3.5	27
Ridderspoorlaan	17-12-2002	Zwak	reukloos	2.9	4.51	32.2
Anjerlierelaan	3-12-2002	Zwak	H2S	8.2	0.39	3.7
Anjerlierelaan	4-12-2002	Sterk	Muf	7.5	0.35	2.7
Anjerlierelaan	5-12-2002	Sterk	Muf	7.4	0.85	9.1
Anjerlierelaan	6-12-2002	Sterk	Muf	6.5	2.04	16.2
Anjerlierelaan	9-12-2002	*	reukloos	1.5	3.09	21.5
Anjerlierelaan	12-12-2002	*	reukloos	1.6	4.72	33.6
Anjerlierelaan	13-12-2002	*	reukloos	1.6	1.41	9.7
Anjerlierelaan	16-12-2002	Zwak	reukloos	3.8	3.19	23.6
Anjerlierelaan	17-12-2002	Zwak	reukloos	3.3	3.71	27
Anjerlierelaan	18-12-2002	Zwak	reukloos	2.9	4.74	34
Adriaen Coortelaan	3-12-2002	Zwak	H2S	8.1	0.33	2.7
Adriaen Coortelaan	4-12-2002	Sterk	Muf	7.3	0.43	3.4
Adriaen Coortelaan	5-12-2002	Sterk	Muf	7.4	0.52	4.2
Adriaen Coortelaan	6-12-2002	Sterk	Muf	7.3	0.65	5.4
Adriaen Coortelaan	9-12-2002	*	reukloos	2.9	1.32	8.6
Adriaen Coortelaan	12-12-2002	*	reukloos	2.8	3.1	22.8
Adriaen Coortelaan	13-12-2002	*	reukloos	4.4	1.6	11.5
Adriaen Coortelaan	16-12-2002	Zwak	reukloos	6.3	1.35	8.9
Adriaen Coortelaan	17-12-2002	Zwak	reukloos	3.2	4.04	24.3
Adriaen Coortelaan	18-12-2002	Zwak	reukloos	3.4	1.36	10.2

* Op het moment van meting lag er ijs, waardoor niet kon worden geconstateerd of het water stroomde

Amsterdam

DWR ververst regelmatig het water in de Amsterdamse grachten. Dit is nodig om de kwaliteit van het water te bewaren. Drijf- en straatvuil, overstorten uit het riool, gemorste olie en benzine vervuilen het water. Ook regenwater en het water van de Amstel verslechteren de kwaliteit van het water in de grachten. 's Winters ververst DWR het water twee keer per week (maandag- en dinsdagnacht), 's zomers - bij een watertemperatuur hoger dan 15°C - vier keer per week (dan ook donderdag- en vrijdagnacht). Het verversen gebeurt 's nachts vanaf ± 23.00 uur om de hinder voor de scheepvaart en rondvaartboten te beperken.

Voor het verversen gebruikt DWR het gemaal Zeeburg in het oosten van Amsterdam. Dit gemaal pompt per verversingsbeurt 600.000 m³ water vanuit het IJmeer door het grachtenstelsel. Aan de westkant van het grachtenstelsel stroomt het water in het IJ. Via het Noordzeekanaal en de spuisluis in IJmuiden wordt het water naar de Noordzee afgevoerd.



De Amstelsluizen in Amsterdam tegenover theater Carré

Waterstanden

Bij normale waterstanden stroomt het water uit de stadsboezem via het Noordzeekanaal naar IJmuiden. Daar stroomt het water bij eb via een spuisluis naar de Noordzee. Mocht door de westenwind het zeewater bij eb te hoog staan, dan pompt een gemaal bij IJmuiden het water naar de Noordzee.

Stijgt door zware regenval het water in de Amsterdamse grachten tot 15 cm boven het streefpeil (streefpeil is NAP minus 40 cm), dan helpt het gemaal Zeeburg water uit de grachten naar het IJmeer te pompen.

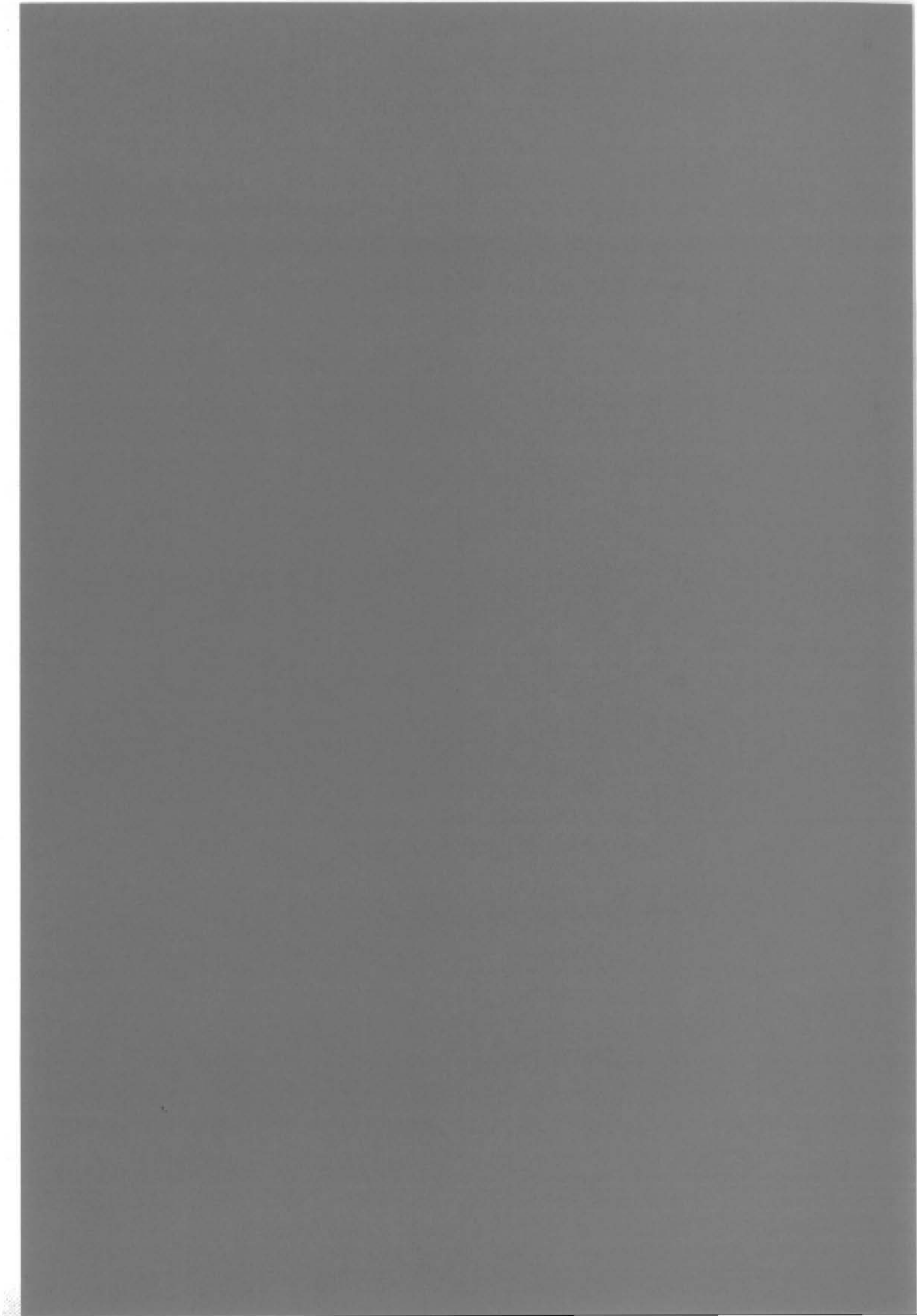


Ex- en interieur van het gemaal Zeeburg

9

Bijlage

Meetprogramma Heeg in de pers



Waterforum Online, 1 februari 2001

Heeg onderzoekt effecten van doorspoelen van twee overstorten. Heeg (Friesland) is begin dit jaar gestart met een monitoringsonderzoek naar de effecten van doorspoelen bij twee overstortingen op de oppervlaktewaterkwaliteit. Gedurende drie jaar worden onder meer de kwantiteit en kwaliteit van het overstortende water en het oppervlaktewater gemeten. Het onderzoek wordt uitgevoerd door de gemeente Wymbritseradiel, Wetterskip Fryslân, Wetterskip Marne-Middelsee, in samenwerking met adviesbureau Tauw, Landustrie, Van Essen Instruments en de firma Eijkelkamp.
(WaterForum Online, 1 februari 2001)

Heeg onderzoekt effecten van doorspoelen van twee overstorten.

Heeg (Friesland) startte begin dit jaar met een monitoringsonderzoek naar de effecten van doorspoelen bij twee overstortingen op de oppervlaktewaterkwaliteit. Gedurende drie jaar zullen de kwantiteit en kwaliteit van het overstortende water en het oppervlaktewater bij twee overstorten ten noorden van Heeg worden gemeten. Deze overstorten komen vanuit een gemengd rioolstelsel terecht op de watergang ten noorden van het Friese dorp. Achter één van de overstorten is een bergbezinkbassin van 410 m³ gerealiseerd. Wetterskip Fryslân heeft bij het verlenen van de Wvo-vergunning eisen gesteld aan de grootte van het ontvangend oppervlaktewater. De grootte van het oppervlaktewater dient dusdanig te zijn dat het zuurstofgehalte boven 1 mg/l blijft bij een overstorting met een herhalingstijd van eenmaal in de vijf jaar.

Doorspoelen in plaats van vergroten van ontvangend oppervlaktewater

Om het zuurstofgehalte boven 1 mg/l in het oppervlaktewater te handhaven kan het overstortwater worden verdund door de grootte van het ontvangende oppervlaktewater of de stroomsnelheid in het ontvangende water te vergroten. Uit de resultaten van de waterkwaliteitsberekeningen die door Tauw zijn gedaan blijkt dat in Heeg doorspoelen een goed alternatief is voor het vergroten van het oppervlaktewater, omdat ruimte voor vergroting niet altijd beschikbaar is. Het is echter onzeker hoe betrouwbaar deze waterkwaliteitsberekeningen zijn, de berekeningen zijn gebaseerd op een groot aantal aannames over de initiële waterkwaliteit en de vervuiling van het overstortende water. Daarnaast is het watersysteem in de berekeningen sterk geschematiseerd. Om de uitkomst van de waterkwaliteitsberekeningen beter te onderbouwen, werd besloten metingen te verrichten aan de overstorten en de watergangen.

Zuurstofmeting met dataloggers met optisch oog

Tijdens de monitoring wordt het zuurstofgehalte in het oppervlaktewater gemeten. Dit gebeurt met behulp van tien OTD-drivers die boven- en benedenstrooms in de watergangen worden geplaatst. Deze dataloggers meten via een optisch oog continu de zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater. De OTD-driver werd ontwikkeld door de firma Van Essen en wordt in Heeg voor het eerst in de praktijk toegepast. Naast het meten van het zuurstofgehalte worden op gezette tijden en na overstorting monsters genomen van het oppervlaktewater. De kwaliteit van de waterbodem wordt bepaald voor en na de meetperiode. Met tijdproportionele meetapparatuur bij de interne- en externe overstort van het bergbezinkbassin wordt de kwaliteit van het overstortende water gemeten. Sewers

meten het overstortende volume. Ook de neerslag wordt gemeten via een regenmeter. Verwacht wordt dat de uitkomst van de monitoring bij de overstorten en watergangen meer inzicht geeft in het effect van doorspoelen op de oppervlaktewaterkwaliteit en bepaalt wat de vuiluitworp is bij de overstorten. Daarnaast moet de monitoring uitwijzen wat het rendement is van het bergbezinkstelsel en hoe het toegepaste rekenmodel (Duflo) voor de berekening van het zuurstofgehalte in het oppervlaktewater kan worden verbeterd. Elk jaar worden de tussen-meetresultaten in een nieuwsbrief vastgelegd. Het meetprogramma zal 3 tot 4 jaar duren, daarna worden de definitieve resultaten gepresenteerd.
(WaterForum Online, 1 februari 2001)