

stowa

BESCHERMING VAN DE BODEM OP RWZI'S



RAPPORT

2010
04

BESCHERMING VAN DE BODEM OP RWZI'S

STOWA

2010

04

ISBN 978.90.5773.472.4



COLOFON

Utrecht, februari 2010

UITGAVE STOWA, UTRECHT

AUTEURS

ing. J.J.M. Baltussen (BACO-adviesbureau BV)
ing. J.J.G. Janssen (Provincie Limburg)

IPO/STOWA-WERKGROEP

ing. B. van den Bogaard (Provincie Noord-Brabant, namens IPO)
ing. M. Heijink (Provincie Gelderland, namens IPO)
ing. J.J.G. Janssen (Provincie Limburg, namens IPO)
ing. J.A. Nieuwlands (Waterschap Zeeuwse Eilanden)
ing. A. Steenstra (Provincie Fryslân, namens IPO)
ing. W.G. Wiessner (Waterschap Brabantse Delta)

WERKGROEP TOLUEENVORMING

ing L. van Dixhoorn (Waterschap Brabantse Delta)
ing. J.A. Nieuwlands (Waterschap Zeeuwse Eilanden)
ir. C.P. Petri (Waterschap Rijn en IJssel)
ing. P.A.A. Timmerman (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)

AUTEURS LITERATUURSTUDIE

ir. A.N. Gaillard (Tauw BV)
ir. B.A.H. Reitsma (Tauw BV)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

ir. P.H.A.M.J. de Bekker (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)
ing. J. Fleurkens (Provincie Noord-Brabant)
ing. J.A. Nieuwlands (Waterschap Zeeuwse Eilanden)
ir. C.P. Petri (Waterschap Rijn en IJssel)
ir. G. Stobbelaar (Infomil)
ir. C.A. Uijterlinde (STOWA)
ing. W.G. Wiessner (Waterschap Brabantse Delta)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA rapportnummer 2010-04
ISBN 978.90.5773.472.4

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

BESCHERMING VAN DE BODEM OP RWZI'S

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	UITGEVOERDE DEELSTUDIES	2
3	STATUS STOWA-WERKRAPPORTEN 2007-W-04 EN 2007-W-05	4
4	TOEPASSING ONDERHAVIG ADVIES	5
5	VOORZIENINGEN EN MAATREGELEN	6
5.1	Overwegingen	6
	5.1.1 Bodemrisico van stedelijk afvalwater	6
	5.1.2 Barrière gerichte inspectie	7
	5.1.3 missie monitoring	9
5.2	Voorschriften	10
	5.2.1 Toelichting: indeling rwzi-onderdelen	10
	5.2.2 Voorschriften: eisen aan barrières	11
	5.2.3 Voorschriften: immissie monitoring	12
	5.2.4 Voorschriften: waterbeschermingsgebied	13

1

INLEIDING

Bodembeschermende maatregelen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's), voor zover het de water- en slibkerende onderdelen betreft, staan al sinds lange tijd ter discussie als het gaat om 'nut en noodzaak'. Thans worden deze maatregelen zoveel mogelijk gestoeld op de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB 2001/2003). Echter de NRB 2001/2003 wordt zowel door het bevoegd gezag als zuiveringbeheerders moeilijk toepasbaar bevonden voor onderdelen van rwzi's.

Om deze redenen is door de begeleidingscommissie van het STOWA-project 'Wet Milieubeheer en rwzi's' opdracht gegeven om de problematiek inzichtelijk te maken en tot oplossingen te komen die ook door het bevoegd gezag gedragen worden, wat geleid heeft tot het starten van het STOWA-project 'Bodembescherming op rwzi's'.

Overleg met het Inter Provinciaal Overleg (IPO) heeft geleid tot het samenstellen van een IPO/STOWA-werkgroep. Deze werkgroep heeft de uitwerking ter hand genomen en bestond uit een viertal afgevaardigden van de werkgroep Vergunningverlening van het IPO en een drietal afgevaardigden van de begeleidingscommissie.

In april 2008 heeft een nadere inkadering van de problematiek plaatsgevonden en zijn oplossingsrichtingen uitgezet. Daaruit kwamen aspecten naar voren die nadere studie vereisten. Deze studies komen in het navolgende aan de orde en hebben meer inzicht gegeven over de verontreinigingsgraad en het bodemrisico van stedelijk afvalwater alsmede de bodembeschermende voorzieningen en maatregelen die op een rwzi getroffen kunnen worden. De studies zijn uitgevoerd in opdracht van STOWA.

Aan de hand van de deelstudies heeft de IPO/STOWA-werkgroep een pakket opgesteld van bodembeschermende maatregelen/voorzieningen voor rwzi's.

Het pakket bodembeschermende maatregelen en voorzieningen met hun overwegingen zijn neergelegd in het onderhavige rapport.

Zoals in de eerste alinea aangegeven beperkt dit rapport zich tot de water- en sliblijn van een rwzi. Flankerende bedrijfsactiviteiten die bodemrisico's met zich mee kunnen brengen worden niet behandeld. Dergelijke activiteiten worden, voor wat betreft bodembescherming, voldoende afgedekt door de NRB 2001/2003.

2

UITGEVOERDE DEELSTUDIES

De volgende deelstudies zijn in het kader van het project 'Bodembescherming op rwzi's' uitgevoerd.

DEELSTUDIE 'SAMENSTELLING STEDELIJK AFVALWATER'

Om het bodemrisico van stedelijk afvalwater in kaart te brengen is het belangrijk om te weten welke verontreinigingen in stedelijk afvalwater voorkomen alsmede de concentratie. Het gaat hierbij om de waterfractie. De reden daarvoor is dat verontreinigingen die aan slibdeeltjes gehecht zijn, niet makkelijk in de bodem dringen en er dus veel minder risico is dat het grondwater verontreinigd wordt.

Stedelijk afvalwater ondergaat op een rwzi verschillende zuiveringsstappen. Door onderzoek te doen naar de kwaliteit van het afvalwater in of na de verschillende zuiveringsstappen wordt een beeld verkregen van de verontreinigingsgraad en, in samenhang met maatregelen en voorzieningen, het bodemrisico.

Wanneer stedelijk afvalwater een bodemrisico met zich meebrengt dienen op een rwzi bodembeschermende maatregelen/voorzieningen toegepast te worden. Het is dus van belang om te weten waar en bij welke processtappen (nog) sprake is van potentieel bodemverontreinigende stoffen. De maatregelen kunnen daar op afgestemd worden.

In de periode van november en december 2008 heeft op de rwzi Bath onderzoek plaatsgevonden naar de kwaliteit van stedelijk afvalwater in de verschillende zuiveringsstappen. Zowel het integrale afvalwatermonster als de waterfractie daarvan zijn onderzocht op macroparameters, zware metalen, BTEX¹ en PAK's (EPA16)². Uit het onderzoek is duidelijk geworden wat het bodemrisico is van de verschillende zuiveringsstappen.

DEELSTUDIE 'BIOLOGISCHE TOLUEENVORMING OP RWZI'S'

Het is bekend dat op communale rwzi's biochemische tolueenvorming plaatsvindt. Tolueenvorming kan gepaard gaan met een verhoogd bodemrisico. De vraag is onder welke condities dit gebeurt en op welke type rwzi's (meer specifiek: onderdelen van rwzi's) tolueenvorming verwacht kan worden. Voorts is bepaald of op dergelijke rwzi's extra voorzieningen getroffen moeten worden en/of bij het bepalen van eventuele bodembeschermende maatregelen rekening moet worden gehouden met toluen. Het onderhavige onderzoek heeft in het voorjaar van 2008 plaatsgevonden.

1 Benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen
2 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

DEELSTUDIE 'VLOEISTOFDICHTHEID BASSINS EN GRONDWATERMONITORING OP EEN RWZI'

In deze deelstudie zijn de mogelijkheden bestudeerd voor het bepalen van de vloeistofdichtheid van bassins en leidingen op een rwzi. Als mogelijk alternatief hiervoor is gekeken naar geo-electrische metingen. Verder zijn grondwatermonitoringsystemen in deze studie betrokken. De studie is uitgevoerd aan de hand van een praktijk casus op de rwzi Susteren. Naast een gedetailleerde uitwerking van de verschillende mogelijkheden met voor- en nadelen, zijn voor de inspectie- en monitoringsmogelijkheden de kosten uitgewerkt.

DEELSTUDIE 'KWALITEIT ONTWERP EN AANLEG VAN BASSINS EN LEIDINGEN OP RWZI'S'

Wanden van bassins en leidingen alsmede overgangen hiervan, vormen een belangrijke barrière voor de bescherming van de bodem. De kwaliteit van deze barrière hangt ondermeer samen met het ontwerp en de aanleg van bassins en leidingen.

De wijze waarop het ontwerp en aanleg van bassins en leidingen, met als doel het bereiken van een vloeistofdichte voorziening, dient plaats te vinden, is vastgelegd in de CPA³-51 en 65. Door middel van een uitgebreide enquête is bij een viertal waterschappen nagegaan in hoeverre het ontwerp en de aanleg van hun rwzi's en de daarmee samenhangende werkprocessen voldoen aan CPA-51 en 65. Ook is gekeken in hoeverre de in beheer zijnde rwzi's, voldoen aan CPA-51 en 65. De resultaten daarvan zijn vastgelegd in de onderhavige studie.

De resultaten van de vier deelstudies hebben geleid tot meer informatie en inzicht over:

- bodembedreigende eigenschappen van stedelijk afvalwater in verschillende zuiveringsstappen en het daarmee samenhangende bodemrisico;
- toe te passen bodembeschermende voorzieningen en maatregelen met hun voor- en nadelen inclusief kostenindicaties.

3 CUR/PBV-Aanbeveling (afgekort tot CPA). Aanbeveling die tot stand is gekomen in het kader van het Plan Bodembeschermende Voorzieningen.

3

STATUS STOWA-WERKRAPPORTEN

2007-W-04 EN 2007-W-05

In 2007 zijn in een tweetal werkrapporten opgesteld in het kader van het STOWA-project. Het STOWA-werkrapport 2007-W-04 weerspiegelt de bodemstrategie vanuit het gezichtspunt van de zuiveringsbeheerders. Het STOWA-werkrapport 2007-W-05 is een compilatie van een 47-tal milieukundige bodemonderzoeken die uitgevoerd zijn op rwzi's en bevat bovendien overzichten van de chemische kwaliteit van influenten en effluenten.

STOWA-werkrapporten 2007-W-04 en 2007-W-05 hebben de basis gevormd voor de onderhavige rapporten.

4

TOEPASSING ONDERHAVIG ADVIES

De deelstudies zijn door de IPO/STOWA-werkgroep gebruikt om een pakket van voorzieningen en maatregelen op te stellen voor bescherming van de bodem op rwzi's. Het pakket van maatregelen en voorzieningen kan in ieder geval rekenen op instemming van het provinciaal bevoegd gezag en zuiveringbeheerders.

Zowel *zuiveringbeheerders* als het *Wm-bevoegd gezag* wordt aanbevolen voor de bescherming van de bodem op rwzi's uit te gaan van onderhavig rapport. Voor zuiveringbeheerders betekent dit dat niet alleen in Wm-vergunningaanvragen verwezen kan worden naar het onderhavige rapport maar ook dat voorzieningen en maatregelen conform het rapport en de deelstudies uitgevoerd moeten worden.

Het Wm-bevoegd gezag kan voor de motivering en de te stellen voorschriften putten uit het onderhavige rapport. Het rapport zal worden aangeboden aan de landelijke werkgroep NRB, die bezig is om de NRB te moderniseren. Bij aanpassing(-en) van de NRB 2001/2003 kan vervolgens rekening worden gehouden met dit advies, waarmee verankering in de nieuwe NRB plaats vindt.

5

VOORZIENINGEN EN MAATREGELEN

Op rwzi's dienen voorzieningen en maatregelen getroffen te worden om de bodem te beschermen. Op grond van de NRB 2001/2003 dient het pakket van voorzieningen en maatregelen zodanig van aard en in balans te zijn dat het bodemrisico verwaarloosbaar is.

Wanneer een verwaarloosbaar bodemrisico niet haalbaar is kan in bepaalde gevallen de route van een aanvaardbaar bodemrisico worden gevolgd.

In dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van te treffen voorzieningen en maatregelen en de daarbij horende overwegingen. Hierbij is uitgegaan van het vastgestelde bodemrisico van het medium 'stedelijk afvalwater' in plaats van het (hoge) bodemrisico zoals dat wordt gehanteerd in de NRB 2001/2003.

5.1 OVERWEGINGEN

5.1.1 BODEMRISICO VAN STEDELIJK AFVALWATER

Het bodemrisico van stedelijk afvalwater dient met enige nuance te worden beschouwd. Wat vooral van belang is, is de mogelijke bodembedreiging van de waterfractie van stedelijk afvalwater. Onderkend wordt dat slibdeeltjes uit lekkende onderdelen van rwzi's veelal geen bodembedreiging kunnen vormen omdat zij niet in staat zijn om diep in de bodem te dringen en aldus het grondwater te verontreinigen. De ervaring leert dat verontreinigingen zoals zware metalen en PAK's niet verder dan enige tientallen centimeters in de bodem dringen.

De kwaliteit van stedelijk afvalwater verbetert sterk tijdens het doorlopen van de verschillende zuiveringsstappen op een rwzi. Dit komt omdat het afvalwater wordt blootgesteld aan fysische, chemische en biochemische processen. Dit gebeurt in verschillende opeenvolgende processtappen. Dit geldt voor zowel het integrale medium als de waterfractie.

Uit onderzoek blijkt dat de waterfractie van het stedelijk afvalwater in de influentlijn (van ontvangstwerk tot aan selector licht tot matig verontreinigd is. Derhalve is het bodemrisico gering.

De concentratie van verontreinigingen wordt over het algemeen sterk gereduceerd in de selector. De selector is een onderdeel van een rwzi en bestaat uit een bassin waar influent en actiefslib met elkaar in aanraking komen en intensief gemengd worden. De verblijftijd van het mengsel bedraagt maximaal één uur. Gedurende deze tijd adsorbeert het actiefslib zowel onopgeloste als opgeloste verontreinigingen. Dit geschiedt dermate effectief dat grofweg tweederde van de verontreinigingen wordt verwijderd uit de waterfase.

De waterfractie van de media vanaf de selector is hooguit licht verontreinigd en brengt geen bodemrisico met zich mee, overeenkomstig de definitie van de NRB 2001/2003. Opgemerkt wordt dat niet alle rwzi's uitgerust zijn met een selector. In dergelijke rwzi's wordt het stedelijk afvalwater, met of zonder voorbezinking, rechtstreeks in de aëratietank gevoerd. In die gevallen heeft de aëratietank de functie van selector voor wat betreft de verwijdering van verontreinigingen.

In een sliblijn van een rwzi kunnen verschillende soorten slib onderscheiden worden. Dit is niet voor elke rwzi hetzelfde. De grotere rwzi's hebben vaak een voorbezinktank. Het slib dat bezinkt in een voorbezinktank wordt primair slib genoemd. Secundair slib bestaat uit aangroei van actiefslib dat voortdurend gespuid wordt om het juiste slibgehalte in de waterlijn te handhaven.

Op sommige rwzi's wordt het overtollige slib vergist. Vergist slib bestaat uit primair, secundair slib of een mengsel daarvan dat in een tank gedurende een bepaalde tijd onder anaërobe condities wordt gebracht. Tijdens deze periode, die ongeveer 20 dagen duurt, wordt op biochemische wijze uit organisch materiaal biogas gevormd. Het biogas wordt meestal gebruikt als energiebron voor warmtekrachtkoppelingen die onder andere gebruikt worden om de vergistingstank op een temperatuur van ongeveer 35°C te houden voor een optimaal bedrijf.

Er kan dus sprake zijn van primair en secundair slib alsmede vergist slib. De waterfractie van secundair slib is 'niet' tot 'licht' verontreinigd en vormt geen risico voor de bodem. De waterfracties van primair slib en vergist slib zijn 'matig' tot 'sterk' verontreinigd, wat resulteert in een 'verhoogd' bodemrisico.

Zware metalen en PAK's binden preferent aan slib maar dit is per stof verschillend. BTEX wordt goed verwijderd. In actief slib van de waterlijn komt BTEX nauwelijks voor.

In specifieke gevallen kan op rwzi's biochemische toluenevorming voorkomen. Dit kan het geval zijn in slibbuffers voor secundair slib. Dergelijke slibbuffers zijn vaak in gebruik op kleinere rwzi's die niet beschikken over een eigen slibontwatering. Kenmerk daarvan is de verblijftijd van het secundair slib. Dit kan variëren van een paar dagen/weken tot maanden. Meestal wordt tussentijds, door middel van decantatie, slibwater afgelaten teneinde een hoger drogestofgehalte te realiseren en zodoende minder slib af te hoeven laten voeren. De afvoer van slib vindt periodiek plaats.

Op rwzi's waarvan het slib meteen wordt verwerkt en/of vergist, komt toluenevorming niet of nauwelijks voor. Toluenevorming is met de huidige stand der techniek niet te voorkomen. De toluengehaltes zijn dermate hoog dat sprake is van een verhoogd bodemrisico. Omdat toluene relatief vluchtig is, is het minder goed traceerbaar in grondwater.

5.1.2 BARRIÈRE GERICHTE INSPECTIE

Procesmatige behandeling van stedelijk afvalwater vindt plaats in grote betonnen bassins die onderling in verbinding staan door pijpleidingen. De wanden van bassins en leidingen zijn barrières die voorkomen dat afvalwater weglekt en in de bodem dringt. Verder is van belang te vermelden dat transportleidingen en bassins, vanwege hun omvang, niet waterdicht van elkaar afgesloten kunnen worden.

Barrières dienen deugdelijk te worden ontworpen, aangelegd en onderhouden zoals vastgelegd in CUR/PBV-Aanbevelingen. De CPA-51 behandelt 'Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen'. De CPA-65 betreft het onderwerp 'Ontwerp, aanleg en herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton'.

Waterschappen houden rekening met het gestelde uit de CPA-51 en CPA-65. Echter bepaalde eisen van de CPA-51 en CPA-65 kunnen niet worden toegepast of uitgevoerd. Dit heeft te maken met de omvang en het open karakter van de bassins en leidingen. Het betreft met name de lektsten die op dergelijke grote bassins niet zinvol toegepast kunnen worden.

Moderne rwzi's voldoen aan het merendeel van de CPA-51 en 65 eisen. Het zijn met name de kleine en oudere rwzi's die niet aan alle eisen voldoen. Voor zover het de effluentlijn betreft (dat wil zeggen vanaf selector/aëratietank tot en met lozingspunt) is dit geen punt van zorg omdat het daarin voorkomende medium geen bodemrisico met zich meebrengt.

Onderhoud aan bassins en leidingen. Door de keuze van materialen (veelal beton voor bassins en duurzame materialen voor leidingen) zijn deze veelal onderhoudsvrij. Daarom wordt het onderhoud beperkt tot natuurlijke momenten. Dat wil zeggen gecombineerd met andere werkzaamheden (bijvoorbeeld: herstel van coatings, reparatie/vernieuwing/aanpassing van werktuigbouwkundige en/of bouwkundige onderdelen). Doorgaans is dit eenmaal per 10-15 jaar het geval.

Om in het kader van de NRB2001/2003 de *vloeistofdichtheid* van een barrière aan te tonen dient deze te voldoen aan het gestelde van de CPA-44. Omdat een rwzi bestaat uit een samenstel van veelal ondergrondse leidingen en bassins die met elkaar in verbinding staan is een dergelijke keuring alleen uit te voeren als de bassins en leidingen leeggezet worden en schoon ter inspectie worden aangeboden. In de praktijk betekent dit dat het zuiveringsproces minimaal twee weken stagneert. Voor de kleine rwzi's zou dit betekenen dat de gehele rwzi uit bedrijf moet worden genomen. Omdat grote rwzi's vaak beschikken over meerdere proceslijnen betekent dit dat een deel uit bedrijf genomen kan worden. Dit gaat gepaard met een verminderde effluentkwaliteit of, in het geval van kleinere rwzi's, het lozen van ongezuiverd stedelijk afvalwater. Uit oogpunt van oppervlaktewaterkwaliteit is dit ongewenst. Bovendien is dit in strijd met het gestelde van artikel 8.11 Wet Milieubeheer (uitspraak RvS 200410178/1 en 200801365/1).

Belangrijkste constatering is echter dat een CPA-44 keuring strikt genomen niet (volledig) uitvoerbaar is en zeer hoge kosten met zich meebrengt.

Daarom is de eis van vloeistofdichtheid zoals bedoeld in de CPA-44 strikt genomen niet realiseerbaar voor rwzi's voor zover het de water- en sliblijn betreft.

Afwegende de zeer hoge kosten voor deelinspecties waarmee geen zekerheid over de vloeistofdichtheid kan/mag worden gegeven, mag worden geconcludeerd dat een vloeistofdichtheidsonderzoek overeenkomstig CPA-44 in alle redelijkheid niet geëist kan worden.

Een relatief nieuwe techniek om een barrière te inspecteren zijn *geo-electrische metingen*. Deze zijn echter (nog) niet toegepast op bassins en/of leidingen van rwzi's. Deze techniek wordt toegepast in de tunnelbouw en bassins die voorzien zijn van geomembraansystemen. Een bassin hoeft niet leeggezet of gereinigd te worden voor een meting. Wel moeten eventuele afdekkingen (gedeeltelijk) worden verwijderd om een meting mogelijk te maken. De stagnatie van het zuiveringsproces blijft beperkt tot het stopzetten van pompen en beluchtingssystemen.

Omdat, voor zover bekend, nog geen praktijkmetingen van geo-electrische metingen op rwzi's zijn uitgevoerd, voldoet deze techniek vooralsnog niet aan de best beschikbare techniek (BBT) als het gaat om het aantonen van de vloeistofdichtheid.

De gelijkwaardigheid van geo-electrische metingen met CPA-44 staat niet ter discussie. Een zuiveringbeheerder mag natuurlijk, in voorkomende gevallen, gebruik maken van CPA-44 ter onderbouwing van de vloeistofdichtheid van een barrière of op eigen initiatief ervaringen opdoen met geo-electrische metingen. Het voorschrijven van de genoemde twee methodes wordt door de IPO/STOWA-werkgroep echter niet redelijk geacht.

5.1.3 MISSIE MONITORING

De vloeistofdichtheid van bassins en leidingen op rwzi's is met de huidige stand der techniek niet "waterdicht" aan te tonen. In strikte zin van de NRB2001/2003 kan dus geen verwaarloosbaar bodemrisico worden bereikt.

Het bodemrisico van de waterfractie van de media in de influent- en sliblijn is 'gering' tot 'licht verhoogd'. In de (huidige) systematiek van de NRB 2001/2003 zijn de bodembelastende stoffeigenschappen echter niet bepalend voor de hoogte van de basisemissiescore. Deze wordt uitsluitend bepaald door de activiteit (afvalwater en bijvoorbeeld houtverduurzamingsmiddelen in een ondergrondse tank hebben dezelfde basisemissiescore). In de visie van de IPO/STOWA-werkgroep is de mate waarin een medium de bodem kan belasten wel degelijk van belang voor de basisemissiescore en kan in het geval van stedelijk afvalwater een aanvaardbaar risico worden verkregen door het toepassen van immissie monitoring.

Met immissie monitoring wordt een emissie/lekkage gesignaleerd teneinde binnen een redelijke termijn te kunnen ingrijpen met als doel het stoppen van de emissie. Immissie monitoring betekent dat de emissie niet gemonitord wordt op bronniveau maar op enige afstand van de bron (immissie).

Aangetekend wordt dat ook in deze gevallen de zorg- en herstelplicht (artikel 13 Wbb) van kracht blijft.

Het monitoren van immissies kan worden uitgevoerd met een *grondwatermonitoringssysteem*. Dit kan een horizontaal of een verticaal systeem zijn.

Een horizontaal systeem bestaat uit een drainage systeem van geperforeerde buizen gelegen onder bassins en/of leidingen. Zo'n systeem kan alleen aangelegd worden in nieuwe situaties. Een verticaal systeem bestaat uit peilbuizen. Zo'n systeem is uitsluitend mogelijk indien het grondwater ter plaatse niet te diep zit. Bij een grondwaterstand die gemiddeld meer is dan 8 meter onder maaiveld, is grondwater monitoring niet meer toegestaan.

Het is bekend dat stedelijk afvalwater tot aan de selector relatief hoge gehalten opgelost CZV en N-NH₄ bevat, ten opzichte van natuurlijke achtergrondwaarden in grondwater.

De gehalten aan CZV en N-NH₄ in waterfracties van primair slib en vergist slib zijn veel hoger dan die van het influent.

Door de concentratieverschillen ten opzichte van de achtergrondwaarden en met name de mobiliteit van N-NH₄ kunnen CZV en N-NH₄ goed als gidsparameter worden gebruikt voor het signaleren van lekkages uit leidingen en bassins van zowel de influent- als de sliblijn.

Door periodiek grondwatermonsters te nemen en deze te analyseren op de eerder genoemde gidsparameters ontstaat een beeld van achtergrondwaarden. Het vaststellen van dit beeld is belangrijk omdat achtergrondwaarden van locatie tot locatie erg kunnen verschillen. Wanneer ten gevolge van grondwatermonitoring afwijkende meetwaardes worden vastgesteld, kan dit wijzen op lekkende bassins of leidingen en nopen tot verder onderzoek.

Slibbuffers voor secundair slib kunnen dermate hoge concentraties toluene bevatten dat sprake is van een verhoogd bodemrisico. Omdat toluene relatief vluchtig is, is het minder goed traceerbaar in grondwater en staat het gebruik van toluene als gidsparameter in grondwatermonitoringssystemen in de weg.

Samengevat komt het erop neer dat primaire en vergiste slibsoorten (alsmede gebufferd secundair slib) een gering tot verhoogd bodemrisico vormen, maar eigenschappen hebben waardoor een weglekkende waterfractie tijdig gesignaleerd kan worden waardoor toch een adequaat niveau van bodembescherming wordt bereikt.

Een grondwatermonitoringssysteem kan beperkt blijven tot de influent- en sliblijn. Wanneer een dergelijk systeem wordt gebaseerd op deel B1 van de NRB 2001/2003 kan sprake zijn van een omvangrijk systeem. De reden daarvoor is dat de NRB 2001/2003 voor lijnbronnen, waarvan op een rwzi sprake is doordat bassins door middel van vaak ondergrondse leidingen gekoppeld zijn tot één systeem, uitgaat van een meetnet van peilbuizen met een onderlinge afstand van 5 – 20 mtr. Dit leidt tot onredelijk hoge kosten bij een rwzi. Om deze reden wordt voor bestaande bassins en leidingen uitgegaan van een verticaal grondwatermonitoringssysteem gesitueerd ter plaatse van puntbronnen (bassins). Het systeem blijft daardoor beperkt van omvang en leidt niet tot onredelijk hoge kosten.

Naast een grondwatermonitoringssysteem is *maaiveld monitoring* van belang. Bekend is dat lekkende bassins en leidingen leiden tot verweking van de bodem ter plaatse. Kleinere lekken worden vaak niet meteen opgemerkt. Deze lekken kunnen wel een toename van vochtgehaltes in de bodem veroorzaken. Door een verandering van de vegetatie kan een dergelijke situatie worden opgemerkt.

Een en ander betekent dat zuiveringsbeheerders attent moeten zijn op vochtveranderingen van de bodem om deze vervolgens te rapporteren aan het bevoegd gezag.

5.2 VOORSCHRIFTEN

5.2.1 TOELICHTING: INDELING RWZI-ONDERDELEN

In paragraaf 5.1.1 is onderbouwd dat effluent en secundair slib te beschouwen zijn als niet bodembelastende stoffen. Voor bassins en leidingen waar deze media in voor kunnen komen hoeven dus geen bodembeschermende voorzieningen/maatregelen getroffen te worden. Concreet geldt dit voor de volgende bedrijfsonderdelen in de waterlijn: selector, aëratietank, nabezinktanks tot en met lozingsvoorziening inclusief het verbindend leidingwerk.

Ook procesonderdelen in de sliblijn waar secundair slib in voorkomt behoeven geen bodembeschermende voorzieningen. Dit betreffen de volgende bedrijfsonderdelen: retourslibgemalen, slibindikers (die continue doorstroomd worden en waarin het toluengehalte lager is dan de I-waarde) en het verbindend leidingwerk.

Influent, primair slib, gistend slib en vergist slib hebben een gering tot verhoogd bodemrisico. Dit geldt ook voor secundair slib als het wordt opgeslagen wordt in condities waarbij toluueenvorming kan plaatsvinden tot boven de I-waarde.

Dit betekent dat bedrijfsonderdelen, waarin de aangegeven media kunnen voorkomen, voorzien moeten zijn van adequate bodembeschermende voorzieningen/maatregelen. Deze bedrijfsonderdelen zijn: ontvangstwerk tot aan de selector, bassins, tanks en verbindend leidingwerk waar influent, primair slib, gistend en/of vergist slib in voor kan komen.

Bedrijfsonderdelen waar al dan niet ingedikt secundair slib in afwachting van transport wordt opgeslagen en/of wordt gedecanteerd, dienen ook voorzien te worden van een adequaat beschermingsniveau. Dit geldt ook voor bassins of leidingen waar een mengsel in voor kan komen van secundair en primair slib.

Filtraat/centraat van ontwateringsapparatuur heeft een verhoogd bodemrisico bodembelastend en vereist hetzelfde beschermingsniveau. Uitgezonderd hiervan is apparatuur (bijvoorbeeld bandindikers) waar alleen 'vers' secundair slib in wordt ontwaterd.

Naast een water- en een sliblijn is er vaak sprake van nog andere activiteiten op een rwzi. Als voorbeelden voor flankerende activiteiten kunnen worden genoemd:

- overslag en opslag van hulpstoffen zoals smeerolie, chemicaliën zowel in bulk als in emballage;
- overslag en opslag van afvalstoffen of secundaire grondstoffen die verwerkt worden in de water- of sliblijn;
- ruimtes waar sneltesten worden uitgevoerd. Hiervoor zijn vaak kleine hoeveelheden chemicaliën in gebruik;
- werkplaats;
- motoren en tandwielkasten waarin smeermiddelen worden toegepast. In de zin van de NRB 2001/2003 worden deze activiteiten gezien als een 'gesloten' of 'open' proces/bewerking.

Bodembeschermende maatregelen en voorzieningen voor flankerende activiteiten zijn in deze notitie niet behandeld. De NRB 2001/2003 biedt daar voldoende handvatten voor.

5.2.2 VOORSCHRIFTEN: EISEN AAN BARRIÈRES

- 1 De bedrijfsonderdelen van de waterlijn en de sliblijn van een rwzi met een verhoogd bodemrisico moeten zodanig ontworpen, aangelegd en in gebruik zijn dat geen vloeistoffen in de bodem kunnen dringen⁴. Dit geldt voor de volgende bedrijfsonderdelen: ontvangstwerk tot aan de selector, bassins, tanks en verbindend leidingwerk waar influent, primair slib, gistend en/of vergist slib in voor kan komen alsmede secundair slib met toluueengehaltes hoger dan de I-waarde.
- 2 Het ontwerp en de aanleg van bassins, tanks en leidingen in de water- en sliblijn genoemd in voorschrift 1. moeten voldoen aan CPA-51 en -65 of gelijkwaardig met uitzondering van eisen zoals gesteld in paragrafen 4.1, 5.1, 6.1.1 en 6.1.2 van de CPA-51 alsmede paragraaf 5.2.1 van de CPA-65. Het ontwerp en de aanleg van bassins, tanks en leidingen in de water- en sliblijn mag op andere wijze dan de CPA-51 en -65 worden uitgevoerd indien de gelijkwaardigheid daarvan is aangetoond.

⁴ Het betreft een principe eis. Een aantoonbare vloeistofdichtheid zoals bedoeld in de CPA-44 is niet van toepassing.

- 3 Controle op de lekdichtheid van de in voorschrift 1 genoemde bedrijfsonderdelen moet – minimaal – plaatsvinden via een grondwatermonitoringssysteem als beschreven in paragraaf 5.2.3.
- 4 Als alternatief voor een grondwatermonitoringssysteem mag de methode geo-electrische metingen worden gebruikt met een meetfrequentie van eenmaal per zes jaar. Andere alternatieven moeten vooraf met het bevoegd gezag zijn besproken en door het bevoegd gezag zijn goedgekeurd.
- 5 Indien controle op de lekdichtheid uitsluitend plaatsvindt via een grondwatermonitoringssysteem moet tijdens groot onderhoud, maar minimaal één keer in de 15 jaar, de dilatatievoegen en onderlinge overgangen van bassins, tanks en leidingen visueel worden geïnspecteerd. CPA-44 dient daarbij als leidraad te worden gebruikt. De bevindingen moeten zijn vastgelegd in een logboek. Dit logboek moet ter inzage voor het bevoegd gezag binnen de inrichting aanwezig zijn.
- 6 Naast controle op lekdichtheid zoals genoemd in de voorschriften 3, 4 en 5 moet maandelijks een maaiveldmonitoring plaatsvinden. Maaiveldmonitoring moet zijn geregistreerd in een logboek. Verweking van de bodem anders dan ten gevolge van (langdurige) regenval, moet binnen één maand worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag. Binnen drie maanden na rapportage aan het bevoegd gezag moet in overleg met en met toestemming van het bevoegd gezag een herstelplan zijn opgesteld.

5.2.3 VOORSCHRIFTEN: IMMISSIEMONITORING

- 7 In het geval dat een monitoringssysteem wordt aangelegd dan dient deze te bestaan uit:
 - een horizontaal monitoringssysteem in het geval van nieuw⁵ te realiseren bedrijfsonderdelen, bestaande uit horizontaal geplaatste buizen;
 - een verticaal monitoringssysteem in geval van reeds aanwezige bassins, tanks en leidingen bestaande uit verticaal geplaatste buizen. De aanleg van een verticaal monitoringssysteem is niet noodzakelijk indien een horizontaal monitoringssysteem aanwezig is.
 - 8 Ter plaatse van bestaande bedrijfsonderdelen, zoals genoemd in paragraaf 5.2.2 voorschrift 1, moet om de 30 meter een verticale buis gezet worden. Wanneer binnen een afstand van 60 meter (gemeten van hart tot hart) meerdere bassins/tanks met een verhoogd bodemrisico gesitueerd zijn dan moet een extra buis gezet worden. Bij grotere afstanden moet elke 30 mtr een buis geplaatst worden.
 - 9 Ter plaatse van nieuwe bedrijfsonderdelen, zoals genoemd in voorschrift 1, moet om de 30 meter een horizontale buis aangelegd worden. De horizontale buizen moeten op afschot naar een verticale monsternamebuis worden gelegd. Wanneer binnen een afstand van 60 meter (gemeten van hart tot hart) meerdere bassins/tanks, zoals genoemd in voorschrift 1, gesitueerd zijn dan moet een extra horizontale buis geplaatst worden. Bij grotere afstanden moet elke 30 mtr een horizontale buis geplaatst worden.
 - 10 De toegepaste materialen voor een horizontaal en verticaal monitoringssysteem mogen de meetresultaten van de analyseren parameters niet beïnvloeden.
- 5 Nieuwbouw: bedrijfsonderdelen waarvan de bouw start op of na 1 januari 2012. Bestaande bouw: bedrijfsonderdelen waarvan de bouw vóór 1 januari 2012 is gestart.

- 11 De peilbuis alsmede de plaatsing moet voldoen aan het gestelde uit NEN5766:2003NL⁶. Het ontwerp en de aanleg van het monitoringssysteem moet zodanig zijn dat representatieve monsters van het grondwater genomen kunnen worden.
- 12 Met de plaatsing van de verticale of horizontale buizen moet rekening worden gehouden met de stromingsrichting van het grondwater. De verticale buizen dienen benedenstrooms bassins/leidingen geplaatst te worden. Voorts moet voorzien worden in minimaal één (verticale) peilbuis stroomopwaarts voor het bepalen van de referentie grondwaterkwaliteit.
- 13 Elk kalenderjaar moet een gefiltreerd monster uit elke de peil- en/of monsternamebuis geanalyseerd worden op CZV en N-NH₄. Tussen opeenvolgende monsternames moet minimaal elf maanden liggen.
- 14 Deze resultaten moeten eenmaal per twee kalenderjaren met een toelichting gerapporteerd worden aan het bevoegd gezag. De rapportage moet plaats vinden binnen twee maanden na de laatste van de twee monsternames.
- 15 Meetwaarden die meer dan 50% hoger zijn dan de referentie grondwaterkwaliteit moeten binnen één maand na analyse gerapporteerd worden aan het bevoegd gezag. Wanneer de gemeten waarden meer dan 50% hoger zijn dan de referentie grondwaterkwaliteit moet binnen twee maanden na rapportage een nieuw monster worden geanalyseerd. Als de gemeten waarden gedurende 3 opeenvolgende waarnemingen gemiddeld meer dan 50% hoger zijn en niet kan worden aangetoond dat deze verhoging niet veroorzaakt worden door de bedrijfsmatige activiteiten binnen de rwzi, moet binnen drie maanden na rapportage van de laatste analyses in overleg met en met instemming van het bevoegd gezag een herstelplan voor het (de) betreffende bedrijfsonderdeel (-delen) zijn opgesteld
- 16 Een verzoek tot wijziging van analysemethodes, bepalingsfrequenties en wijze van rapporteren, zoals bedoeld in voorschriften 13, 14 en 15, kan de vergunninghouder aan de hand van een onderbouwd voorstel overleggen aan het Wm-bevoegd gezag. Voorgenomen wijzigingen behoeven de schriftelijke toestemming van het Wm-bevoegd gezag.

5.2.4 VOORSCHRIFTEN: WATERBESCHERMINGSGBIED

- 17 Als een rwzi gelegen is in een waterbeschermingsgebied (zoals bedoeld in de provinciale milieuverordening) moet een grondwatermonitoringsplan worden opgesteld. Dit grondwaterwatermonitoringsplan moet zijn afgestemd met en schriftelijk worden ingediend bij het bevoegd gezag. Het grondwatermonitoringsplan behoeft de schriftelijke instemming van het bevoegd gezag.
Door het bevoegd gezag kan een maximale verdichting van het monitoringsnet worden geëist tot tweemaal de genoemde aantallen zoals bedoeld in voorschriften 8 en 9.

⁶ De norm NEN5766:2003NL beschrijft het plaatsen van peilbuizen in een vooraf gemaakt boorgat of door verdringing door drukken, hameren of trillen al dan niet met gebruikmaking van een 'casing'. De norm is van toepassing bij milieukundig onderzoek in de verzadigde zone van de bodem.

SAMENSTELLING STEDELIJK AFVALWATER

INHOUD

1	INLEIDING	17
2	DOELSTELLING	18
3	OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK	19
3.1	Bemonstering en analyse	19
3.2	Bemonstering op dwa- en rwa-dagen	21
3.3	Selectoronderzoek	21
4	RESULTATEN	22
4.1	Toetsing resultaten	22
4.2	Omgaan met waarnemingen lager dan de Rapportgegevens	22
4.3	Waterlijn	23
	4.3.1 RWA en DWA alsmede rwzi-instellingen	23
	4.3.2 Chloride	24
	4.3.3 CZV, N-kj, P-totaal en onopgeloste bestanddelen	24
	4.3.4 Metalen	25
	4.3.5 BTEX	27
	4.3.6 PAK's	28
4.4	Selector	29
	4.4.1 Collectieve parameters	30
	4.4.2 Metalen	31
	4.4.3 BTEX	32
	4.4.4 PAK's	33
4.5	Sliblijn	34
	4.5.1 Chloride	34
	4.5.2 CZV, N-kj, P-totaal en onopgeloste bestanddelen	35
	4.5.3 Zware metalen	35
	4.5.4 BTEX	37
	4.5.5 PAK's	37
4.6	Samenvatting resultaten en classificering	40

5	CONCLUSIES	41
5.1	Waterlijn	41
5.2	Sliblijn	42
5.3	Verontreinigingsgraad	42
5.3.1	Waterlijn: Influent, afloop voorbezinktank en effluent	42
5.3.2	Sliblijn: ingedikt primair slib, secundair slib en vergist slib	43
6	BODEMRISICO	44
	BIJLAGEN	
1	LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	45
2	WERKWIJZE MONSTERNAME, LABORATORIUM ONDERZOEK, ANALYS-METHODIEKEN EN RAPPORTAGEGRENZEN	47
3	WERKWIJZE SIMULATIE SELECTOR	61
4	PAK-SCHEMA'S EN TOETSWAARDEN	63

1

INLEIDING

In het kader van het STOWA-project 'Bodembescherming op rwzi's' zijn op initiatief van de IPO/STOWA-werkgroep verschillende studies uitgevoerd. Eén van de studies betreft onderzoek naar de samenstelling van stedelijk afvalwater. Op basis van de samenstelling kan bepaald worden wat het bodemrisico is van stedelijk afvalwater wanneer dit weglekt uit bassins of leidingen en in de bodem terecht komt. Wanneer het risico hoog is, dienen meer en/of verdergaande maatregelen getroffen te worden om de bodem te beschermen dan wanneer het risico laag is.

Het onderhavige onderzoek is gericht op bepaalde veel voorkomende verontreinigingen in zowel gefiltreerde als ongefiltreerde monsters. De eerste wordt ook wel de waterfractie genoemd en de laatste de totale fractie.

Een rwzi is opgebouwd uit opeenvolgende processtappen. Om enkele veel voorkomende stappen in de waterlijn te noemen: voorbezinking, ad/absorptie in een selector, verdergaande ad/absorptie en oxidatie in een aëratietank (AT) en nabezinking. Ook een sliblijn bestaat veelal uit verschillende opeenvolgende processtappen. Wanneer per processtap de kwaliteit van het stedelijk afvalwater bekend is, kan, in combinatie met voorzieningen en maatregelen, vastgesteld worden wat het bodemrisico is naarmate het zuiveringsproces vordert.

Het onderhavige onderzoek is alleen uitgevoerd op rwzi Bath, beheerd door waterschap Brabantse Delta. De volgende overwegingen hebben bij deze keuze een rol gespeeld. Rwnzi Bath verwerkt, ten opzichte van de andere Nederlandse rwnzi's, relatief veel industrieel afvalwater (ca 44% van het influent). Het influent is voor een belangrijk deel afkomstig van bedrijventerrein Moerdijk. Algemeen wordt verondersteld dat het influent door deze omstandigheden meer verontreinigingen bevat dan bij andere rwnzi's. Met andere woorden, voor wat betreft kwaliteit wordt het influent van de rwnzi Bath beschouwd als de worst case.

Een andere reden om op rwnzi Bath dit onderzoek uit te voeren is het feit dat beschikt wordt over een uitstekende meet- en bemonsteringsinfrastructuur. Bovendien is rwnzi Bath één van de rwnzi's die in het kader van het STOWA-deelproject 'E-PRTR en rwnzi's' als monitor-rwnzi heeft gefungeerd. Daardoor is de beheerder bekend met de extra zorg die nodig is voor het uitvoeren van een intensief bemonsteringsprogramma.

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door bijdrage van Waterschap Brabantse Delta.

2

DOELSTELLING

De doelstelling van het onderzoek is het bepalen van:

- 1 de kwaliteit van stedelijk afvalwater en slib (zowel van de totale als de waterfractie) in verschillende zuiveringsstappen. Vooral de invloed van processen die zich afspelen in de selector dient vastgesteld te worden. Vermoed wordt dat een selector een cruciale rol speelt in de verwijdering van opgeloste stoffen in het zuiveringsproces.
- 2 de verontreinigingsgraad en het bodemrisico van (de waterfractie van) stedelijk afvalwater in verschillende zuiveringsstappen.

3

OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK

3.1 BEMONSTERING EN ANALYSE

In een drietal bemonsteringsrondes zijn op een aantal plaatsen in de rwzi Bath monsters genomen in de periode van november en december 2008. Afhankelijk van de te analyseren parameters en het gebruik van de monsters (simulatie van de selector) zijn dit volume proportionele etmaalmonsters of steekmonsters.

Steekbemonstering is toegepast op bemonsteringspunten die niet voorzien zijn van een volumeproportionele bemonstering (begin en einde selector en retourslib) en voor het verkrijgen van monsters voor de bepaling van het vluchtige BTEX. In verband met de vluchtigheid van BTEX zijn de monsters niet gefiltreerd en als zodanig in behandeling genomen.

Voorts zijn steekmonsters genomen voor het uitvoeren van de simulatieproeven op laboratorium.

Van een aantal meetpunten, influent, afloop voorbezinktank, primair slib, secundair slib en vergist slib zijn zowel de waarnemingen, die betrekking hebben op volumeproportionele monsters als die van steekmonsters, verwerkt in één dataset.

De reden daarvoor is dat op deze wijze beschikt kan worden over een dataset met meer waarnemingen. Het door elkaar heen gebruiken van proportionele en steekmonsters is gerechtvaardigd omdat de waarnemingen per waarnemingspunt goed op elkaar aansluiten.

Dit komt omdat de inhoud van de bassins en leidingen dermate groot zijn dat over het algemeen geen grote verschillen waargenomen kunnen worden tussen volume proportioneel genomen monsters en steekmonsters.

Per bemonsteringsronde zijn alle monsters zijn zoveel mogelijk op dezelfde dag genomen. De analyseresultaten kunnen daardoor beter met elkaar vergeleken worden en is het mogelijk een concentratieprofiel over de rwzi op te stellen. Bovendien kunnen dan meer consistente uitspraken worden gedaan over het verloop van stoffenconcentraties en het daarmee gepaard gaande bodemrisico van de media in de verschillende bassins.

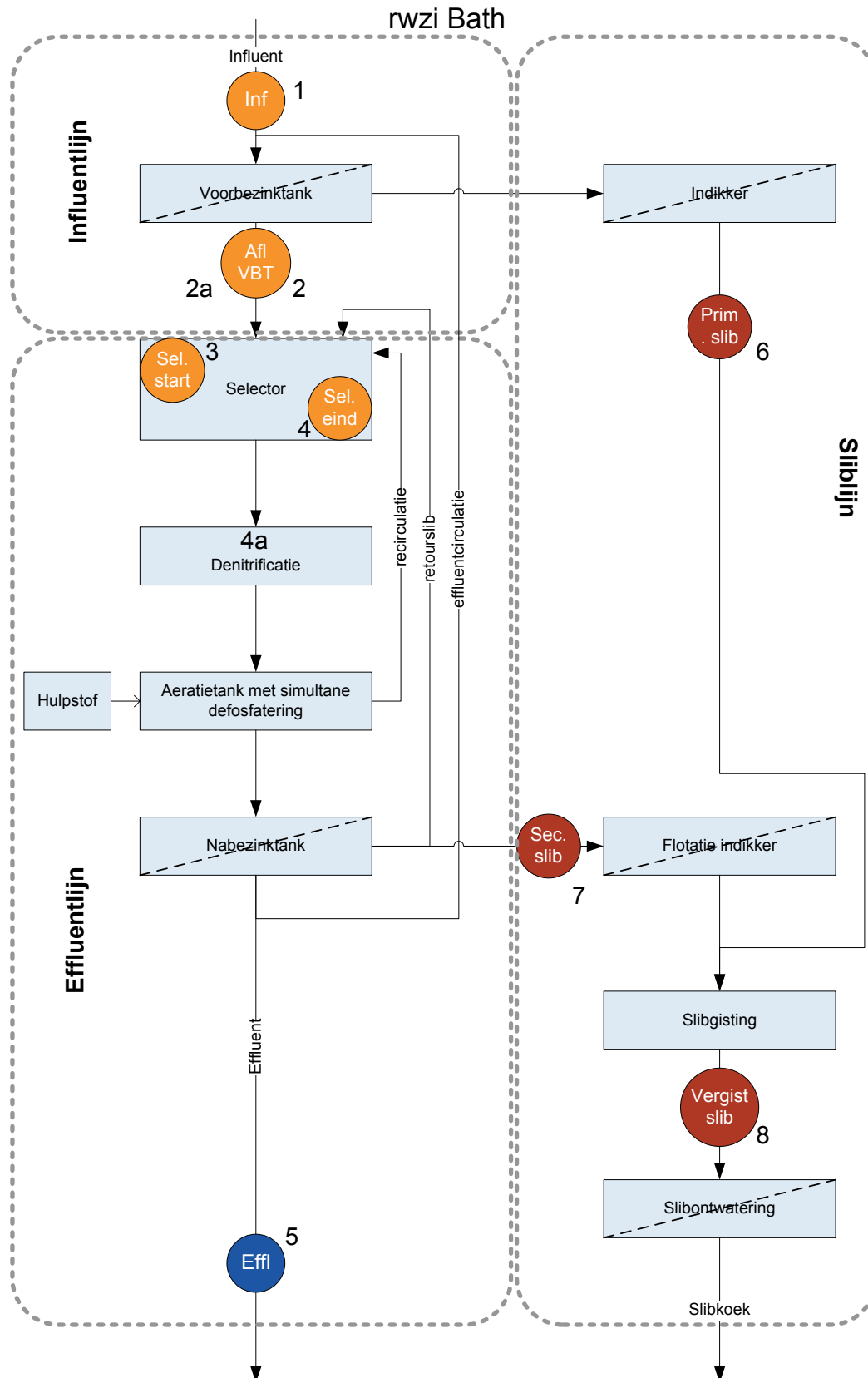
In het volgende blokschema van de rwzi Bath zijn een achttal monsterplaatsen weergegeven. Op deze plaatsen zijn de monsters genomen ten behoeve van het onderhavige onderzoek.

De reden dat op acht plaatsen in de rwzi monsters zijn genomen hangt samen met de behoefte om het verloop van de concentraties in een rwzi te bepalen onderscheiden naar de water-, en sliblijn;

Bijlage 2 bevat een beschrijving van de uitvoering van de monsternamen en het laboratorium onderzoek. In deze bijlage komen de methodieken van monsterbehandeling aan de orde, de wijze van monstervoorbereiding evenals de analysetechniek.

In bijlage 4 worden verschillende PAK-paletten besproken. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van het zogenaamde VROM10- en het EPA16-palet. Ook de streefwaarde (S-waarde) en interventiewaarde (I-waarde) van de individuele PAK's zijn vermeld.

FIGUUR 1 BLOKSCHEMA RWZI BATH EN MONSTERNAMEPUNTEN



3.2 BEMONSTERING OP DWA- EN RWA-DAGEN

Om te voorkomen dat watermonsters ten gevolge van rwa teveel verdund worden, is zoveel mogelijk bemonsterd op dwa-dagen. De grens tussen een dwa- en rwa-dag is in het navolgende kader uitgelegd. Op de bemonsteringsdag is bovendien de recirculatie van nitraatrijk effluent zoveel mogelijk uitgeschakeld.

ONDERSCHIED TUSSEN 'RWA-' EN EEN 'DWA-'DAG.

Een 'rwa-dag' wordt gekenmerkt door een dagdebiet waarbij de mediaanwaarde wordt genomen van alle dagwaarden van een kalenderjaar vermeerderd met 20%. Debieten kleiner dan deze waarde worden gekwalificeerd als dwa, waarden erboven als rwa.

BEREKENINGSWIJZE

De dagdebieten van een heel kalenderjaar worden gesorteerd naar grootte van waarneming 1 tot en met waarneming 365. De mediaanwaarde (oftewel de 50% -percentiel waarde) wordt vermeerderd met 20%. Een dagdebiet hoger dan deze waarde is rwa, een dagdebiet lager wordt gezien als dwa. Voor de rwzi Bath is deze waarde bepaald op 106.200 m³ per etmaal.

3.3 SELECTORONDERZOEK

In dit onderzoek is extra aandacht besteed aan de processen die plaatsvinden in de selector. In het geval van de rwzi Bath betreft het een onbeluchte selector. In de selector vinden ad- en absorptie alsmede assimilatie- en dissimilatiereacties plaats. Het is bekend uit de praktijk dat daardoor gehalten aan CZV en nutriënten in de waterfase in de sector zeer snel dalen. De vraag is of dit ook geldt voor milieubezwaarlijke stoffen te weten zware metalen, BTEX en PAK's.

Om deze reden zijn monsters genomen in de afloop van de voorbezinktank en was het de bedoeling om monsters te nemen aan het begin van de selector en aan het eind van de selector. Echter de monsternamen ter plaatse van de selector wordt bemoeilijkt doordat de eerder genoemde processen doorgaan zolang het actiefslib met de afloop van de voorbezinktank gemengd is. Ook in een monsterfles zullen deze reacties dus doorgaan.

Om het effect goed te kunnen monitoren is de werking van de selector daarom gesimuleerd in het laboratorium onder geconditioneerde omstandigheden. Voor de contacttijden en de mengverhoudingen is daarbij uitgegaan van de praktijksituatie.

In het laboratorium is een vers steekmonster retourslib en afloop voorbezinktank gemengd in een verhouding van 640 ml $Q_{tot.in}$ met 1.000 ml retourslib of veelvoud hiervan. De gekozen contacttijden zijn 5 minuten en 40 minuten contacttijd. In bijlage 2 onder punt 12 is een berekening opgenomen die de basis vormt voor de mengverhoudingen en de verblijftijden. De wijze waarop de selector op laboratorium is nagebootst is in detail opgenomen in bijlage 3.

4

RESULTATEN

Het onderzoek heeft ruim 1.500 verkregen analyseresultaten opgeleverd, waarvan 850 lager zijn dan de rapportagegrens (RG).

In het onderhavige hoofdstuk zijn de resultaten samengevat. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de:

- waterlijn (bestaande uit de influent- en effluentlijn) gecombineerd met de proeven voor simulatie van de selector;
- sliblijn (alle procesonderdelen waarin slib wordt opgeslagen, ingedikt en/of wordt verwerkt).

4.1 TOETSING RESULTATEN

Om te kunnen bepalen of de waterfractie (met daarin de opgeloste stoffen) van de verschillende zuiveringsstappen een bedreiging vormt voor de bodem dienen deze getoetst te worden. Als referentie zijn daarbij de streef- en interventiewaarde (S- en I-waarde) gebruikt.

Deze waarden zijn wettelijk vastgelegd in de ministeriële regeling Circulaire bodemsanering 2009.

Voor de stoffen waarvan een streef- en interventie waarde (met betrekking tot het bodemcompartiment) bekend is, is met kleurcodes het resultaat van de toetsing aangegeven (zie tabel 1). De kleurcode is toegepast in de resultaat tabellen. Op deze wijze wordt snel een indruk verkregen over de kwaliteit van de desbetreffende waterfractie. Indien er geen kleur is ingevuld, is geen toetsingswaarde van toepassing.

TABEL 1 KLEURCODERING S- EN I-WAARDE

Kleur	Toets
	analyseresultaat is lager dan de streefwaarde; er is geen sprake van een verontreiniging
	analyseresultaat ligt tussen de streefwaarde en interventiewaarde; er is sprake van een lichte tot matige verontreiniging
	analyseresultaat is hoger dan de interventiewaarde; er is sprake van een sterke verontreiniging

4.2 OMGAAN MET WAARNEMINGEN LAGER DAN DE RAPPORTAGEGREN

Er is veel discussie hoe om te gaan met waarnemingen lager dan de RG. Voor dit onderzoek is gekozen voor de zogenaamde VolkertBakker-formule. Hiermee wordt aangesloten met het in 2007 uitgevoerde onderzoek op een zestal rwzi's in het kader van de E-PRTR.

Met deze methode worden waarnemingen lager dan de RG verdisconteerd en verwerkt tot een gemiddelde waarde.

UITLEG VOLKERTBAKKER-FORMULE

De VolkertBakker-formule komt erop neer dat in een dataset de waarnemingen die lager zijn dan de RG worden gewaardeerd. Deze waardering vindt plaats door een percentage van de RG te nemen. Dit percentage is omgekeerd evenredig met het percentage aantal waarnemingen dat onder RG zit.

Voorbeeld: een dataset bestaat uit 10 waarnemingen waarvan 7 lager dan de RG. Elk van deze zeven waarnemingen wordt meegerekend op $100\% - 70\% = 30\%$ van de RG. Op deze wijze dragen alle waarnemingen bij aan de berekening van een gemiddelde. Hoe hoger het percentage waarnemingen dat lager is dan de RG, hoe groter de kans is dat het gemiddelde van de waarnemingen lager is dan de RG.

Het is mogelijk dat voor gelijksoortige monsters door het laboratorium verschillende RG gerapporteerd worden. De oorzaak is veelal gelegen in de achtergrondmatrix die soms een meer of minder versturende invloed heeft op de analyse. In deze gevallen is voor het gebruik van de VolkertBakker-formule de RG rekenkundig gemiddeld.

Resultaten die consequent onder de RG liggen zijn vermeld als '< RG-waarde'. In het geval variërende RG's is de hoogste RG vermeld. Wanneer in een verzameling metingen enkele of meerdere RG's voorkomen dan is het rekenresultaat gegeven op basis van de VolkertBakker-formule.

Wanneer in een rekenresultaat waarnemingen zijn verwerkt die lager zijn dan de RG, zijn deze gemerkt met een '*'. Hiermee wordt bedoeld dat de betrouwbaarheid van het meetresultaat minder is dan een resultaat dat gebaseerd is op louter en alleen waarnemingen hoger dan de RG.

4.3 WATERLIJN

4.3.1 RWA EN DWA ALSMEDE RWZI-INSTELLINGEN

Van de drie bemonsteringsdagen zijn er twee uitgevoerd tijdens dwa-omstandigheden en één tijdens RWA. Op de rwa-dag (25-11-2008) is ca 60% meer afvalwater aangevoerd dan op een dwa-dag.

In onderstaande tabel zijn enkele omstandigheden weergegeven van de drie bemonsteringsrondes

TABEL 2 DATA MONSTERNAME EN BIJ\ONDERHEDEN RWZI BATH

	Eenheid	Bemonsterings-ronde 1	Bemonsterings-ronde 3	Bemonsterings-ronde 3
Start en einde bemonstering		25-11-08 08:00 26-11-08 08:00	01-12-08 08:00 02-12-08 08:00	08-12-08 08:00 09-12-08 08:00
Hoeveelheid ingenomen influent (dwa-toetswaarde = 106.200 m ³ /d)	m ³ /24u	157.280	99.510	79.300
Temperatuur actief slib	°C	12	14,2	14,3
Recirculatie-hoeveelheden effluent (ten behoeve van H ₂ S bestrijding)				0
terreinriolering	m ³ /24u	16.250	37.700	9.750
	m ³ /24u	11.060	9.400	
Hulpstof gedoseerd		ja, PAC ten behoeve van simultane defosfatering	ja, PAC ten behoeve van simultane defosfatering	ja, PAC ten behoeve van simultane defosfatering

4.3.2 CHLORIDE

Het influent bevat gemiddeld 800 mg/l. Bij rwa is dit veel minder vanwege de verdunning met hemelwater. Over het algemeen is de concentratie chloride hoog te noemen ten opzichte van de meeste andere rwzi's. De reden daarvoor is dat rwzi Bath zoutrijk industrieel afvalwater verwerkt.

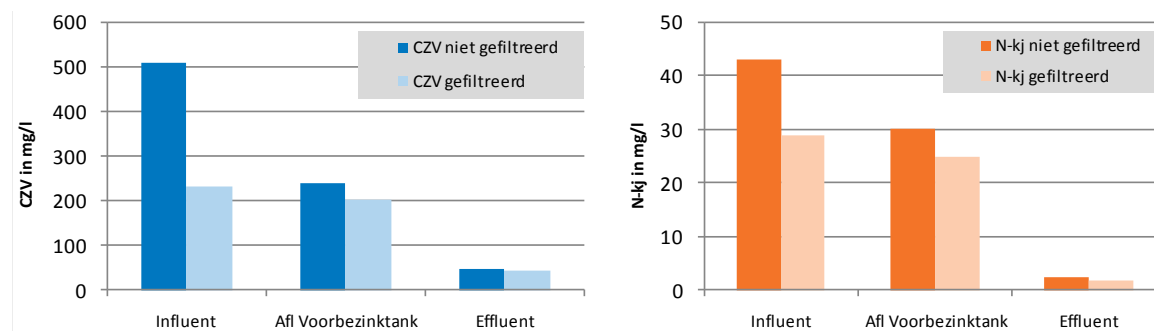
4.3.3 CZV, N-KJ, P-TOTAAL EN ONOPGELOSTE BESTANDDELEN

TABEL 3 ANALYSERESULTATEN COLLECTIEVE PARAMETERS WATERLIJN

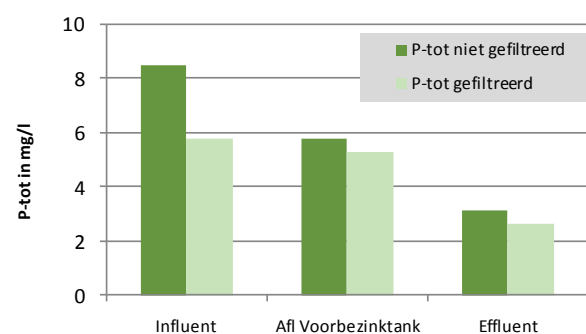
Parameter	Eenheid	Influent		Aflloop voorbezinktank		Effluent	
		ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd
pH	-	7,9		7,6		8,4	
CZV	mg/l	510	233	240	202	47	43
N-kj	mg/l	43	29	30	25	2,3	1,7
P-tot	mg/l	8,5	5,8	5,8	5,3	3,1	2,6
ZS	mg/l	148	-	53	-	13	-

De pH van het in- en effluent is iets hoger dan voor huishoudelijk afvalwater en wordt veroorzaakt door het industriële karakter. In de volgende grafieken is het verloop van CZV, N-kj en P-tot grafisch weergegeven.

FIGUUR 2 CZV- EN N-KJ-PROFIEL IN DE WATERLIJN



FIGUUR 3 P-TOTAAL PROFIEL IN DE WATERLIJN



De kwaliteit van het stedelijk afvalwater komt voor deze stoffen overeen met hetgeen gebruikelijk is. De verwijdering van opgelost CZV, N-kj en P-tot geschiedt voor het grootste deel in de aëratietank.

4.3.4 METALEN

In het onderzoek zijn de meest gangbare metalen betrokken.

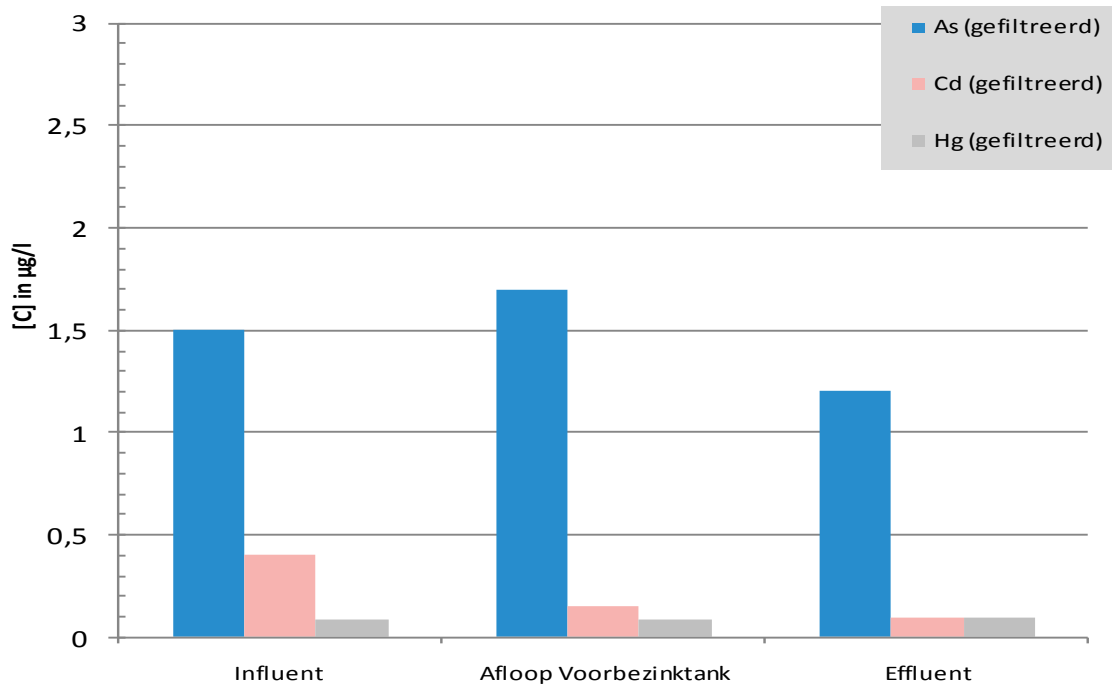
TABEL 4 ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN WATERLIJN

		Influent niet gefiltreerd	Influent gefiltreerd	Afl VBT niet gefiltreerd	Afl VBT gefiltreerd	Effluent niet gefiltreerd	Effluent gefiltreerd
As	µg/l	3	1,5	< 3	1,7*	1,3	1,2*
Cd	µg/l	1*	0,4*	0,4*	0,15*	< 0,1	0,06*
Cr	µg/l	20	4	8,6*	3*	3,3	2
Cu	µg/l	72	22	25	16	4	1,7
Hg	µg/l	< 0,2	0,09*	0,05*	0,09*	<0,03	0,06*
Pb	µg/l	16*	3*	5,7*	2,4*	1,2*	0,9*
Ni	µg/l	13,3*	7,3	11,8*	6,8*	6,3	5,7
Zn	µg/l	275	53	112	38	27,3	25
Me-totaal		400	91	164	68	43	37

Het effluent voldoet voor de meeste metalen aan de S-waarde. Voor Cr en Hg wordt de S-waarde licht overschreden. Ook de waterfractie van influent en afloop voorbezinktank voldoet voor de meeste metalen aan de S-waarde.

Met betrekking tot de zware metalen wordt onderscheid gemaakt tussen de toxische zware metalen en de minder toxische.

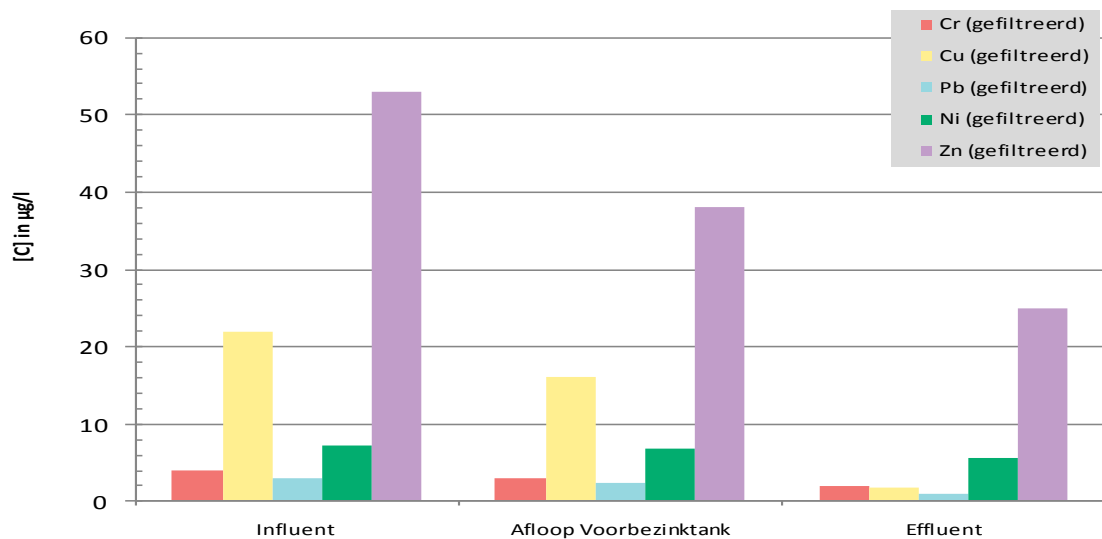
FIGUUR 4 VERLOOP CONCENTRATIES AS, CD EN HG IN DE WATERLIJN



As, Cd en Hg komen voor in concentraties in orde grootte van microgrammen per liter. De verwijdering van de metalen As en Hg is beperkt. De vraag is of verwijdering van opgeloste metalen in het concentratiebereik van enkele microgrammen wel mogelijk is in een actief-slib systeem.

Het verloop van de concentraties van de andere gemeten metalen is weergegeven in de volgende grafiek.

FIGUUR 5 VERLOOP CONCENTRATIES CR, CU, PB, NI EN ZN IN DE WATERLIJN



Het verschil tussen het totaal gehalte aan zware metalen en het opgeloste gehalte is vooral in influent het grootst. Naarmate het stedelijk afvalwater meer zuiveringsstappen ondergaat neemt het verschil af. Het totaal metaalgehalte (7 stuks) neemt af van 400 µg/l naar 43 µg/l. Het opgelost metaalgehalte neemt daarentegen 'maar' af van 90 naar 37 µg/l. Opgelost Cu, Pb en Ni zijn de enige metalen die substantieel verwijderd worden.

4.3.5 BTEX

De BTEX-componenten zijn alleen gemeten in steekmonsters. Van het influent is slechts één monster geanalyseerd. Het influent bevat enige tientallen microgrammen BTEX. Tijdens een dwa-situatie is een gehalte gemeten van 130 µg/l in de afloop van de voorbezinktank. Benzeen en ethylbenzeen vormen het grootste aandeel van BTEX. In het influent en de afloop van de voorbezinktank zijn nagenoeg dezelfde concentraties gemeten. Er vindt in de voorbezinktank nauwelijks verwijdering plaats.

TABEL 5 ANALYSERESULTATEN BTEX

	Datum	Benzeen (µg/l)	Tolueen (µg/l)	Ethylbenzeen (µg/l)	Xyleen (µg/l)	BTEX (µg/l)
Influent	25-11-08	22	3,2	15	4	44,2
	2-12-08					
	9-12-08					
Afloop voorbezinktank	25-11-08	20	3,2	14	5	42,2
	2-12-08	46	3,7	18	4	71,7
	9-12-08	83	11	30	6,6	130,6
Effluent	25-11-08	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0
	2-12-08					
	9-12-08	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0
Primair slib	25-11-08					
	2-12-08					
	9-12-08	24	6,6	25	3	58,6
Secundair slib	25-11-08					
	2-12-08	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0
	9-12-08	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0
Vergist slib	25-11-08					
	2-12-08					
	9-12-08	6,4	17	28	6,1	57,5

Het influent, afloop voorbezinktank alsmede het primaire slib voldoen niet aan de S-waarde. Voor wat betreft de I-waarde wordt deze overschreden voor benzeen door afloop voorbezinktank.

Uit de gegevens blijkt dat het effluent, maar ook het secundair slib nauwelijks nog BTEX bevat (< RG) en volledig voldoet aan de S-waarde). Dit betekent dat in de AT nagenoeg alle BTEX-componenten worden verwijderd.

Ook het secundair slib bevat weinig BTEX (< 0,1 µg/l). Wel wordt BTEX gemeten in primair slib en vergist slib. Een en ander betekent dat BTEX wel wordt verwijderd in een aerob milieue (door een stripeffect en biologische verwijdering) maar niet in een anaerob milieue (de vergisting).

Uit eerder onderzoek¹ blijkt dat BTEX-verwijdering het gevolg is van een stripeffect en biologische afbraak. Dit wordt bevestigd door de waarnemingen van het onderhavige onderzoek.

4.3.6 PAK'S

Polycyclische aromatische verbindingen (PAK's) zijn organische verbindingen die bestaan uit twee of meerdere gekoppelde aromatische ringen (benzeenringen). Op grond van hun ecotoxiciteit kunnen PAK's ingedeeld worden in zogenaamde paletten. Het VROM10-palet bestaat bijvoorbeeld uit 10 PAK's. In bijlage 4 wordt op dit punt meer informatie verstrekt.

Voor de individuele PAK-analyse is uitgegaan van het uitgebreide EPA16-palet. Daarvan vormen een aantal PAK's de 10 van VROM. Alleen van de VROM10-PAK's bestaan S- en I-waarden. Opgemerkt wordt dat de verhouding tussen I- en S-waarde van individuele PAK's sterk verschillen en uiteen lopen van een factor 67 tot 7.140.

De S-waarden van bepaalde individuele PAK's ligt op het niveau van enkele nanogrammen per liter. Met de gangbare geaccrediteerde analysetechnieken zijn rapportagegrenzen op dit lage concentratieniveau in combinatie met de ter analyse aangeboden monsters (matrices) niet zondermeer haalbaar. Daarom heeft Deltawaterlab de monsters zowel geanalyseerd met behulp van de reguliere (geaccrediteerde) analysemethode als een aangepaste methode (niet geaccrediteerd) om lagere detectiegrenzen te kunnen realiseren. Alleen de resultaten van deze laatste methode zijn opgenomen in de onderhavige rapportage. De toegepaste analysemethode is beschreven in bijlage 2. Deze zeer lage RG's zijn nodig omdat anders niet getoetst kan worden aan de S- en I-waarde. Voor de meeste individuele PAK's ligt de RG op het niveau van enige tientallen nanogrammen per liter.

TABEL 6 ANALYSERESULTATEN PAK'S WATERLIJN

		Influent niet gefiltreerd	Influent gefiltreerd	Afl VBT niet gefiltreerd	Afl VBT gefiltreerd	Effluent niet gefiltreerd	Effluent gefiltreerd
Naftaleen	µg/l	3,43	1,71	1,95	1,95	0,08*	0,007*
Acenaftyleen	µg/l	0,01*	0,57*	0,06*	0,33*	<0,3	0,341*
Acenafteen	µg/l	0,32	0,13*	0,17*	0,16*	0,02*	0,007*
Fluoreen	µg/l	4,02	1,14	2,55	1,24	0,01*	0,008
Fenanthreen	µg/l	3,86	0,42	1,73	0,38	0,05*	0,03
Anthraceen	µg/l	2,04	0,26*	0,91	0,29	0,01*	0,003
Fluorantheen	µg/l	0,40	0,08*	0,32	0,07	0,03*	0,005
Pyreen	µg/l	0,48	0,09*	0,32	0,10	0,03*	0,004
Benzo (a) anthraceen	µg/l	0,21	0,03*	0,19*	0,03	0,01*	0,001*
Chryseen	µg/l	0,31	0,05*	0,29*	0,05	0,02*	0,004
Benzo (b) fluorantheen	µg/l	0,17	0,026*	0,19*	0,024	0,02*	
Benzo (k) fluorantheen	µg/l	0,05	0,013*	0,07*	0,008	0,01*	0,001*
Benzo (a) pyreen	µg/l	0,11	0,019*	0,13*	0,016	0,01*	0,001*
Dibenzo (a,h) anthraceen	µg/l	0,014	0,005*	0,023*	0,002*	0,009*	<0,0008
Benzo (g,h,i) peryleen	µg/l	0,08	0,02*	0,11*	0,012	0,01*	0,001*
Indeno (1,2,3-cd) pyreen	µg/l	0,085	0,012*	0,1*	0,008	0,01*	0,001*
PAK(10)	µg/l	10,57	2,60	5,80	2,81	0,26	0,053
PAK(16)	µg/l	15,56	4,57	9,05	4,66	0,35	0,414

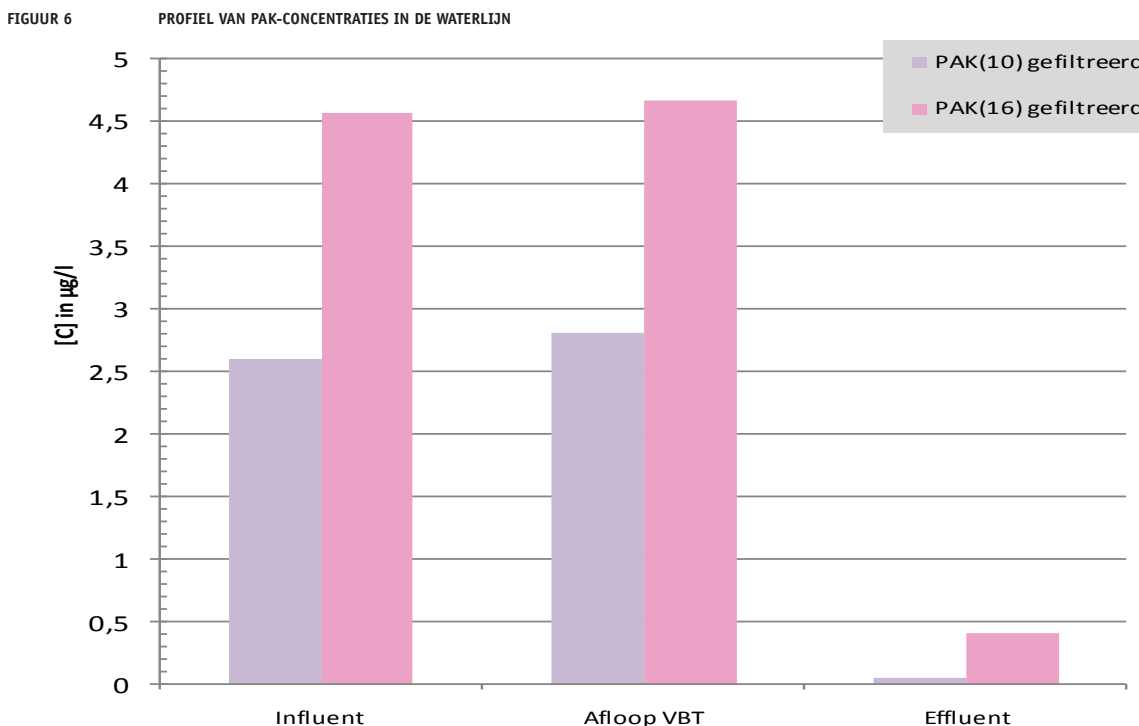
1 STOWA-rapport 96-11 'Aansluiting van 'dun-waterbronnen' op riolering en rwzi

De PAK-gehalten van de gefiltreerde monsters voldoen allen aan de I-waarde. Het effluent voldoet niet aan de S-waarde voor individuele PAK's met uitzondering van naftaleen. Wel wordt voor wat betreft de waterfractie ruimschoots voldaan aan de I-waarde.

Van de aangevoerde PAK's in het influent is 75% gebonden aan slibdeeltjes. Grofweg de helft van de in het influent voorkomende PAK's worden door het bezinkingsproces verwijderd en komen in de AT. Het opgelost PAK-gehalte in de afloop van de voorbezinktank is circa 3 µg/l. Hiervan wordt in de AT 98% verwijderd tot een niveau van 0,05 µg/l. voor zover het PAK10 betreft.

Voor wat betreft de individuele PAK's valt het op dat in ongefiltreerd influent met name naftaleen, fluoreen, fenanthreen en anthraceen in relatief hoge concentraties (2 – 4 µg/l) voorkomen ten opzichte van de andere individuele PAK's.

In de volgende grafiek zijn de gehalten weergegeven als VROM10- en EPA16-PAK's.



4.4 SELECTOR

Zoals eerder vermeld is de werking van de selector op het laboratorium gesimuleerd (bijlage 3).

Voor de proeven is uitgegaan van steekmonsters afloop voorbezinktank en retourslib. Voor de beoordeling van in de selector gerealiseerde verwijderingen is uitgegaan van de stofconcentraties in de *gefiltreerde* of *gedecanteerde steekmonsters*. De reden hiervoor is dat voor de bepaling van het bodemrisico uitgegaan moet worden van de opgeloste stoffen oftewel de waterfractie.

In de inlaat van de selector worden de afloop voorbezinktank en het retourslib met elkaar gemengd. De waterfractie van retourslib bestaat uit effluent. Door deze waterstromen met elkaar te mengen treedt een verdunning op. Dit heeft als gevolg dat voor het bepalen van de verwijdering in de selector niet uitgegaan mag worden van de stofconcentraties in de

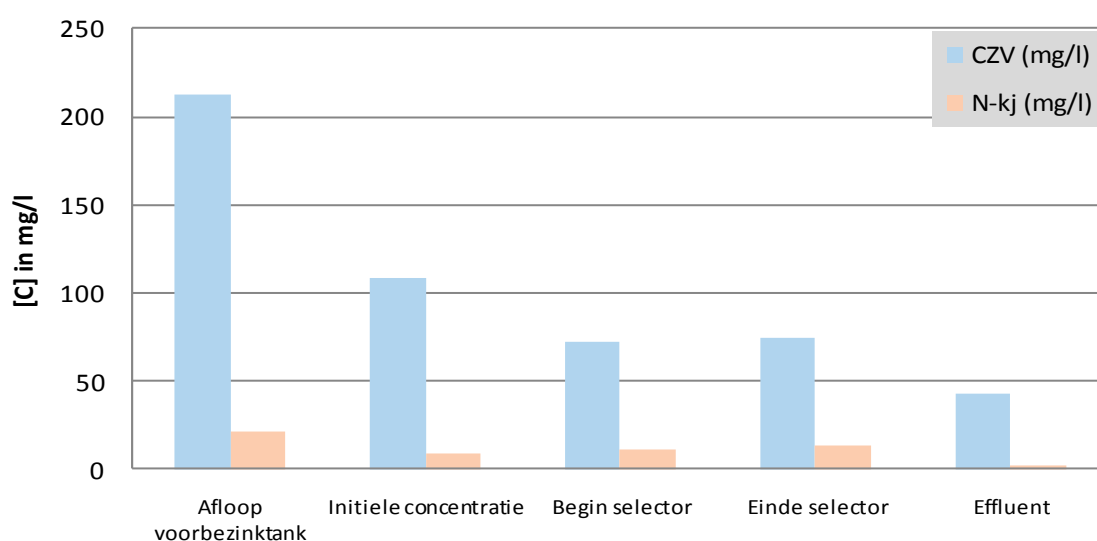
afloop voorbezinktank maar gecorrigeerd moet worden voor het verdunningseffect van het retourslib. De stofconcentratie direct na menging wordt ook wel de initiële stofconcentratie genoemd.

4.4.1 COLLECTIEVE PARAMETERS

TABEL 7 ANALYSERESULTATEN OPGELOSTE CZV EN N-KJ SELECTORPROEVEN

	Afloop voorbezinktank	Initiële concentratie	Begin selector	Einde selector	Effluent	Afname na 5 min contacttijd	Afname na 40 min contacttijd
CZV (mg/l)	213	109	72	75	43	34%	31%
N-kj (mg/l)	21	9	11	13	1,7	-23%	-40%

FIGUUR 7 PROFIEL CZV EN N-KJ



Het verdunningseffect door de toevoeging van retourslib is zodanig dat de concentraties bij de inlaat van de selector met een factor twee worden verdund. De instantane reductie van de opgeloste CZV bedraagt ruim 30% en verandert amper bij een contacttijd van 40 minuten.

Het relatief lage afbraakpercentage wordt veroorzaakt door het relatief grote aandeel van moeilijk afbreekbare CZV in het afvalwater. Wanneer wordt gecorrigeerd voor de slecht afbreekbare CZV (waarbij de gemeten CZV worden gecorrigeerd voor de CZV_{effluent}) en de berekeningen worden uitgevoerd met het aandeel afbreekbare CZV, wordt 60% instantaan verwijderd in de selector. Dit percentage loopt in de selector op naar ongeveer 68%. Het resterende deel, 32%, wordt in de AT verwijderd uit de waterfase.

De opgeloste N-kj concentraties nemen in de selector toe. Dit is waarschijnlijk het gevolg van afbraak van organische stof. Verwijdering van N-kj vindt pas plaats in de AT tot een niveau in het effluent van circa 2 mg/l.

4.4.2 METALEN

De volgende tabel bevat de metalenconcentraties van de waterfracties van de selectorproeven. Het betreffen dus de concentraties van de opgeloste metalen.

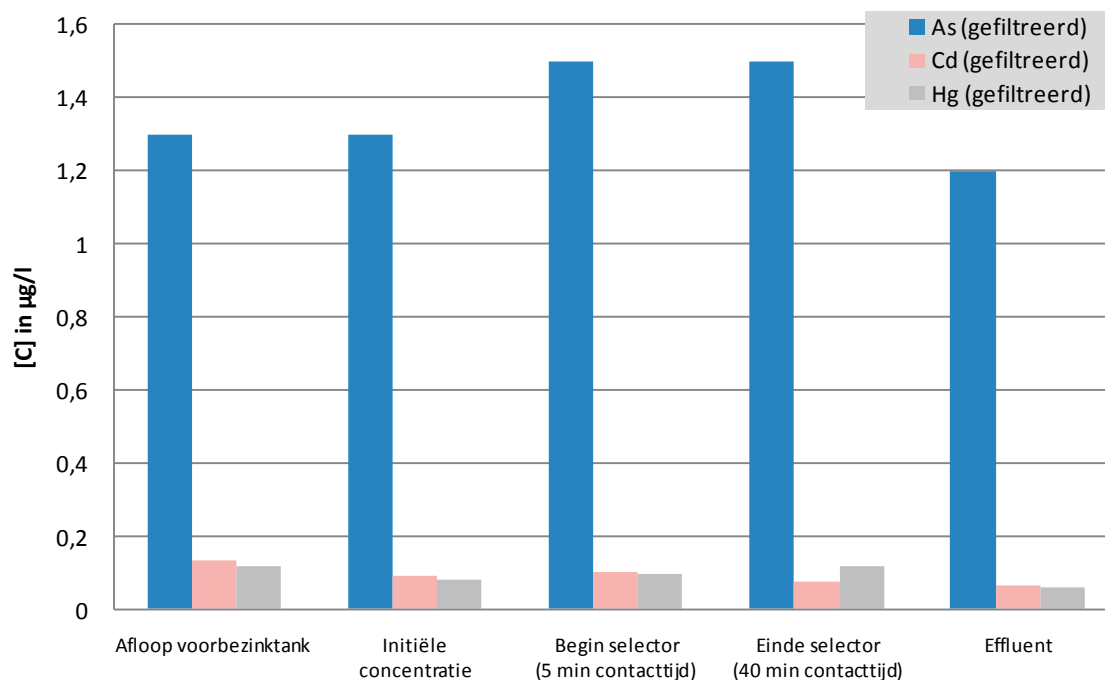
TABEL 8 ANALYSERESULTATEN OPGELOSTE ZWARE METALEN SELECTOR

		Afloop voorbezinktank	Initiële concentratie	Begin selector (5 min contacttijd)	Einde selector (40 min contacttijd)	Effluent	Afname na 5 min contacttijd	Afname na 40 min contacttijd
As	µg/l	1,3*	1,3*	1,5*	1,5*	1,2*	-15%	-15%
Cd	µg/l	0,13*	0,09*	0,10*	0,08	0,1*	-8%	19%
Cr	µg/l	2,0*	2,0*	2,0	2,5	2,0	0%	-25%
Cu	µg/l	13,0	6,1	5,3	5,0	1,7	12%	18%
Hg	µg/l	0,12*	0,08*	0,1*	0,12*	0,06*	-16%	-44%
Pb	µg/l	2,7*	1,8*	2,3*	1,8*	1,0*	-33%	0%
Ni	µg/l	5,2*	5,5*	6,0	12,0	5,7	-10%	-119%
Zn	µg/l	37,3	30	28	16,5	25,0	6%	45%
Me-totaal		62	46	45	39	37	2%	15%

Voor de meeste metalen wordt voldaan aan de S-waarde. De Cr- en Hg-concentraties overschrijden de S-waarde licht.

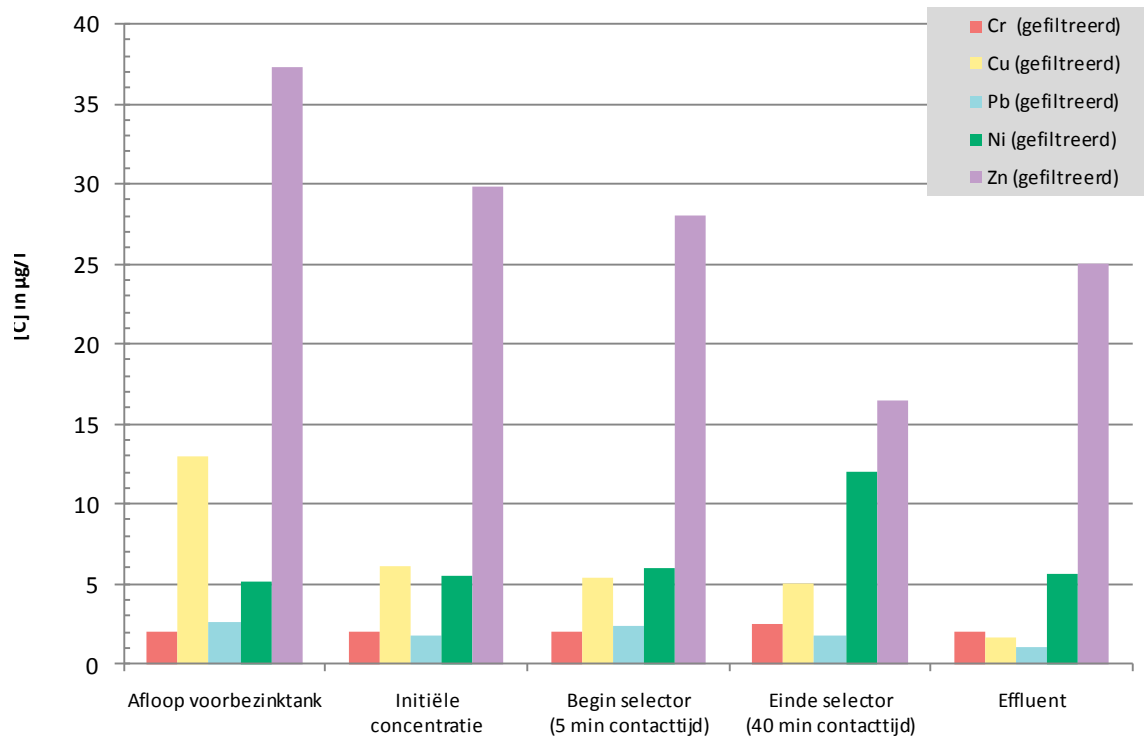
De concentraties zijn in de volgende grafieken weergegeven.

FIGUUR 8 PROFIEL AS, CD EN HG



Uit de resultaten is op te maken dat in de selector geen opname van de metalen As, Cd en Hg plaatsvindt. De verwijdering vindt plaats in de AT.

FIGUUR 9 PROFIEL CR, CU, PB, NI EN ZN



Betrokken op de initiële concentratie concentratie vindt alleen voor Zn een substantiële verwijdering plaats in de selector. De verwijdering voor Cu, Pb is gering, terwijl de concentraties van Cr en Ni juist toenemen in de selector. Opgemerkt wordt dat veel concentraties zich rond de RG bewegen. Een hoge RG kan in dat geval relatief veel invloed hebben op de rekenresultaten.

4.4.3 BTEX

Het meten van de BTEX-concentratie is alleen uitgevoerd in de ongefiltreerde monsters. In de volgende tabel zijn de resultaten gegeven.

TABEL 9 ANALYSERESULTATEN BTEX (TOTAAL) SELECT

		Afloop voorbezinktank	Initiële concentratie	Begin selector (5 min ontacttijd)	Einde selector (40 min contacttijd)	Effluent	Afname na 5 min contacttijd	Afname na 40 min contacttijd
benzeen	µg/l	65	25	13	6,3	< 0,1	48%	75%
tolueen	µg/l	7,4	2,9	1,6	0,9	<0,1	45%	69%
ethylbenzeen	µg/l	24	9,4	4,4	2,7	<0,1	53%	71%
xyleen	µg/l	5,3	2,1	1	0,9	<0,1	52%	57%
BTEX	µg/l	101,7	39,4	20	10,8	<0,1	49%	70%

In de selector wordt de S-waarde voor BTEX niet gehaald. De kwaliteit is echter veel beter dan de I-waarde. Uit de metingen blijkt dat de helft van de BTEX instantaan, dus binnen 5 minuten, wordt verwijderd. Na een contacttijd van 40 minuten is de verwijdering 70%. Hoe de verwijdering precies loopt is niet onderzocht. Waarschijnlijk is het een samenspel van een strip-effect en biologische activiteit. Opgemerkt wordt dat het strip-effect waarschijnlijk gering is omdat het een onbeluchte selector betreft.

4.4.4 PAK'S

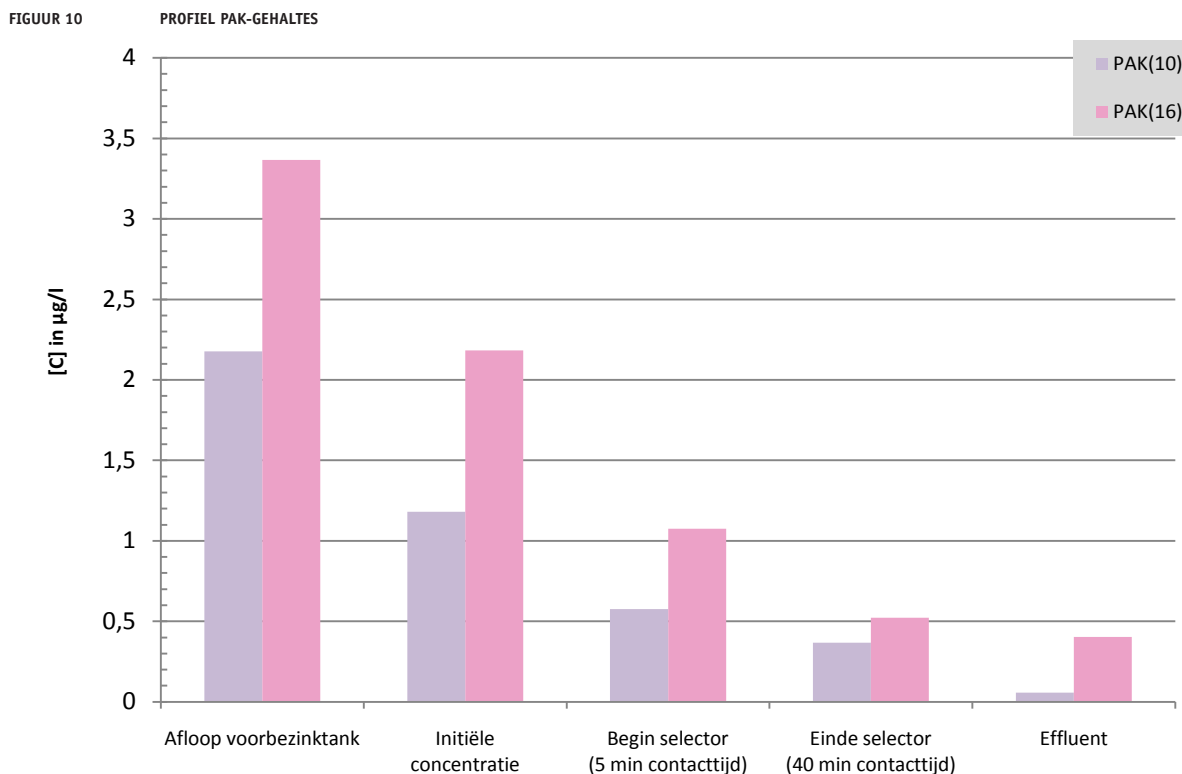
De concentratie individuele PAK's liggen op het niveau van microgrammen tot nanogrammen per liter.

TABEL 10 ANALYSERESULTATEN PAK'S SELECTOR

		Afloop voorbezink- tank	Initiële concentratie	Begin selector (5 min contacttijd)	Einde selector (40 min contacttijd)	Effluent	Afname na 5 min contacttijd	Afname na 40 min contacttijd
Naftaleen	µg/l	2,16	0,85*	0,38	0,25	0,006*	55%	71%
Acenaflyleen	µg/l	0,43*	0,37*	0,37*	< 0,0167	0,340*	1%	ca 100%
Acenafteen	µg/l	0,18*	0,08*	0,02*	0,013*	0,009*	74%	84%
Fluoreen	µg/l	1,28	0,50	0,07	0,12	0,008	86%	76%
Fenanthreen	µg/l	0,33	0,15	0,07	0,04*	0,030	50%	71%
Anthraceen	µg/l	0,28	0,11	0,02	0,01*	0,003	81%	90%
Fluorantheen	µg/l	0,07	0,03*	0,02	0,01*	0,007*	44%	66%
Pyreen	µg/l	0,09	0,04	0,02*	0,01*	0,004	58%	79%
Benzo (a) anthraceen	µg/l	0,038	0,012*	0,01	0,01*	0,001*	-8%	19%
Chryseen	µg/l	0,047	0,021	0,02	0,016*	0,004	-12%	25%
Benzo (b) fluorantheen	µg/l	0,021	0,01*	0,02	0,015*	0,002*	-135%	-53%
Benzo (k) fluorantheen	µg/l	0,007	0,003*	0,008	0,005*	0,001*	-156%	-64%
Benzo (a) pyreen	µg/l	0,015	0,006*	0,016	0,010	0,001*	-144%	-62%
Dibenzo (a,h) anthraceen	µg/l	0,001*	0,001*	0,002*	0,002*	0,0004*	-140%	-117%
Benzo (g,h,i) peryleen	µg/l	0,011	0,005	0,013	0,009*	0,001	-169%	-77%
Indeno (1,2,3-cd) pyreen	µg/l	0,007	0,003*	0,013	0,008*	0,001*	-263%	-126%
PAK(10)	µg/l	2,18	1,18	0,58	0,37	0,06	51%	69%
PAK(16)	µg/l	3,37	2,18	1,08	0,52	0,40	51%	76%

Zowel de sterke schommelingen in de concentraties als het grote aantal analyseresultaten dat onder de RG ligt, heeft een sterke invloed op de rekenresultaten. Het komt erop neer dat voor de beoordeling van de verwijdering het beste uitgegaan kan worden van het PAK10 of PAK16-palet.

Hieruit blijkt dat van PAK's in de selector een instantane opname plaatsvindt van 50%. Na een verblijftijd van 40 minuten is ruim 75% van de PAK's verwijderd.



Op grond hiervan wordt geconcludeerd dat de ad/absorptie processen met actief slib in de selector een belangrijke rol spelen in de verwijdering van PAK's.

4.5 SLIBLIJN

Voor het onderzoek is niet alleen de waterlijn onderzocht maar ook de sliblijn. Vaak worden verontreinigingen geaccumuleerd in slib. Wanneer deze verontreinigingen vrijkomen dan kunnen zij een risico voor de bodem zorgen. Belangrijk is dus om vast te stellen voor welke slibsoorten dit geldt en hoe hoog de verontreinigingsgraad is.

De bemonstering van de sliblijn is parallel verlopen met die van de waterlijn. Voor het ingedikte primair slib is daarbij gebruikt gemaakt van zogenaamde tijdsproportionele etmaalmonsters. Voor het spuislib dat naar de flotatieindikker wordt geleid (monsterpunt 7) en het vergiste slib (voeding zeefbandpers) is gebruik gemaakt van steekbemonstering.

Per (groep van) parameters zijn de resultaten tabelsgewijs samengevat. Voor de beoordeling van de PAK-analyses is uitgegaan van zowel het VROM10- als het EPA16-palet.

4.5.1 CHLORIDE

Het slib bevat 700 – 900 mg/l. Bij rwa treedt een verdunningseffect op. Dit is te zien aan het chloride gehalte van 300 mg/l in het monster primair slib dat tijdens rwa (25-11-08) is genomen.

4.5.2 CZV, N-KJ, P-TOTAAL EN ONOPGELOSTE BESTANDELEN

TABEL 11 ANALYSERESULTATEN COLLECTIEVE PARAMETERS SLIBLIJN

Parameter	Eenheid	Ingedikt primair slib		Secundair slib		Vergist slib	
		ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd
wijze van filtreren		-	vouwfiltratie na centrifugering	-	filtratie over een vouwfilter	-	vouwfiltratie na centrifugering
CZV	mg/l		2.020		50		1.860
N-kj	mg/l		110		2		780
P-tot	mg/l		45		4		64
Droogrest	g/kg	43		7		35	

Het opgelost CZV-gehalte van het primair en vergist slib is zeer hoog. Dit geldt ook zo voor het N-kj- gehalte van het vergist slib. Het opgelost CZV- en N-kj-gehalte van secundair slib komt overeen met dat van het effluent.

4.5.3 ZWARE METALEN

Zoals verwacht bevat de slibfractie substantiële hoeveelheden zware metalen. De waterfracties van het slib bevatten veel minder zware metalen. Dit geldt met name voor secundair slib. Het valt op dat de waterfracties van primair en vergist slib een relatief hoog Zn- en Cu-gehalte hebben.

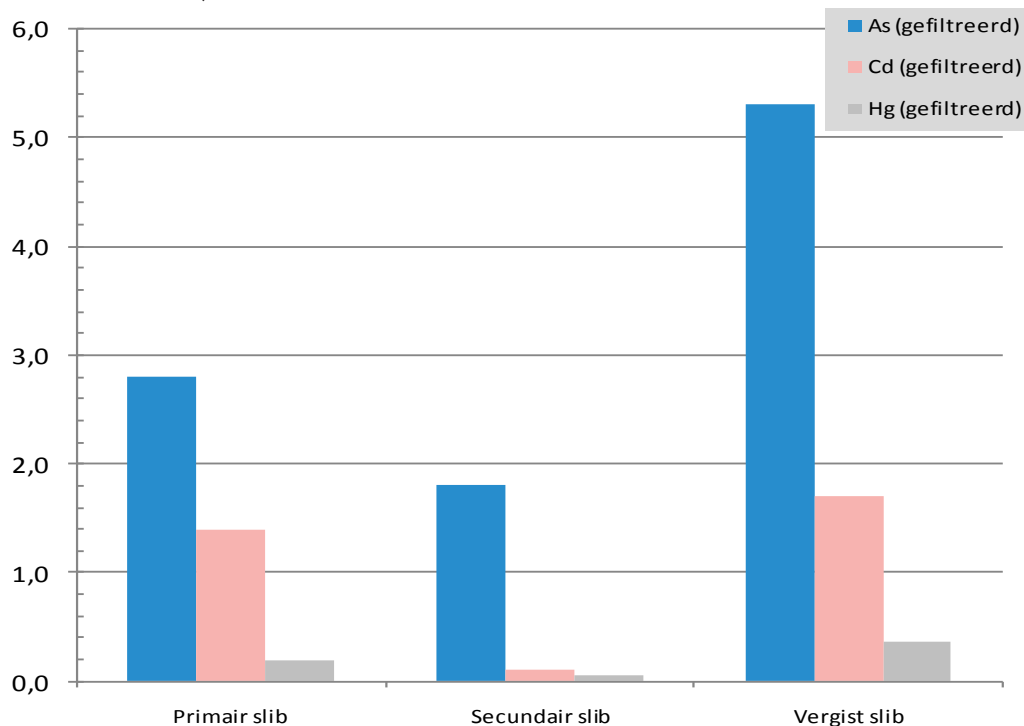
TABEL 12 ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN SLIBLIJN

		Primair slib niet gefiltreerd	Primair slib gefiltreerd	Secundair slib niet gefiltreerd	Secundair slib gefiltreerd	Vergist slib niet gefiltreerd	Vergist slib gefiltreerd
As	µg/l	400	2,8*	100	1,8*	400	5,3*
Cd	µg/l	100	1,4	< 1.000	0,1*	100	1,7
Cr	µg/l	5.000	26	400	1,0*	2.300	32
Cu	µg/l	14.700	162	3.000	1,0*	17.800	245
Hg	µg/l	171*	0,20*	< 300	0,05	37	0,37*
Pb	µg/l	4.300	43	500	<5	3.900	46
Ni	µg/l	1.100	21	200	6	1.000	38
Zn	µg/l	39.000	810	5.000	27	36.300	650
Me-totaal		64.771	1.066	9.500	37	61.800	1.018

Wat opvalt zijn de grote verschillen tussen de gefiltreerde en ongefiltreerde monsters. In de volgende grafiek zijn de concentraties van de metalen As, Cd en Hg gevisualiseerd voor de gefiltreerde monsters.

FIGUUR 11

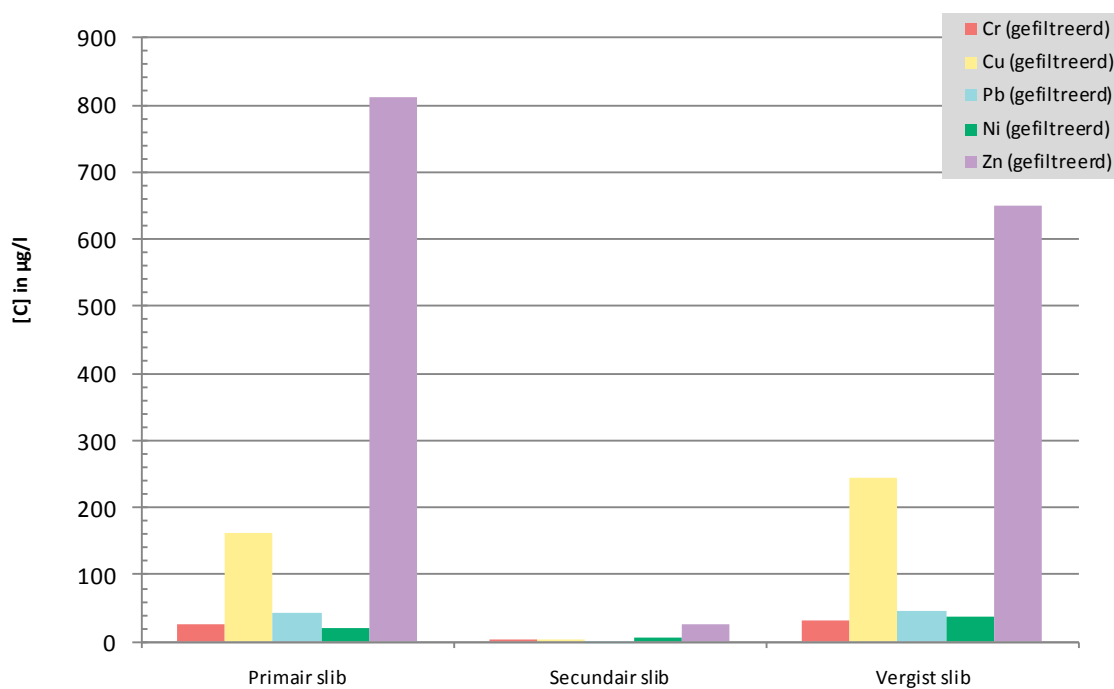
CONCENTRATIES AS, CD EN HG IN GEFILTREERD SLIB



De gehalten metalen in de gefiltreerde monsters zijn laag.

FIGUUR 12

CONCENTRATIES CR, CU, PB, NI EN ZN IN GEFILTREERD SLIB



Ook voor deze metalen geldt dat, hoewel de ongefiltreerde monsters relatief hoge concentraties metalen bevatten, het gehalte in de opgeloste fractie laag is. De waterfractie van secundair slib voldoet vrijwel volledig aan de S-waarde.

Primair en vergist slib overschrijden voor twee tot drie metalen de I-waarde. De meeste metaalconcentraties voldoen wel aan de I-waarde.

4.5.4 BTEX

TABEL 13 ANALYSERESULTATEN BTEX SLIBLIJN

Parameter	Eenheid	Ingedikt primair slib	Secundair slib	Vergist slib
Benzeen	µg/l	24 [#]	< 0,1	6,4 [#]
Tolueen	µg/l	6,7 [#]	< 0,1	17 [#]
Ethylbenzeen	µg/l	25 [#]	< 0,1	28 [#]
Xyleen	µg/l	3 [#]	< 0,1	6,1 [#]

[#]: waarneming is gebaseerd één analyseresultaat

De analyseresultaten hebben betrekking op ongefiltreerde monsters. Voor het bereiden van gefiltreerde monster op het laboratorium wordt gebruik gemaakt van filters en/of centrifugering. Bij beide methoden kunnen vluchtige BTEX-componenten ontwijken en geven analyses een vertekend beeld. Om deze reden zijn alleen in de ongefiltreerde monster BTEX-concentraties bepaald.

Strikt genomen betekent dit dat de verontreinigingsgraad van de waterfractie niet hoger is dan van het ongefiltreerde monster. Formeel kan niet worden getoetst aan de SI-waarde omdat toetsing betrekking moet hebben op verontreinigingen in de waterfase.

4.5.5 PAK'S

In aansluiting op de analyses van de waterlijn is geanalyseerd op basis van het EPA16-palet. Daaruit is een aparte sommatie gemaakt voor het VROM10-palet. Aan dit palet wordt vaak getoetst wanneer het gaat om de kwaliteit van bodem en grondwater.

Opgemerkt wordt dat de S-waarde van individuele PAK's op het niveau ligt van enkele nanogrammen per liter. Met de gangbare analysetechnieken zijn rapportagegrenzen op dit lage niveau in combinatie met de ter analyse aangeboden matrices niet haalbaar. Daarom heeft Deltawaterlab de monsters geanalyseerd met behulp van de reguliere analysemethode (die geaccrediteerd is) en een aangepaste methode (niet geaccrediteerd) om lagere detectiegrenzen te kunnen realiseren. De resultaten van deze laatste methode zijn opgenomen in de onderhavige rapportage. De toegepaste methode is beschreven in bijlage 2.

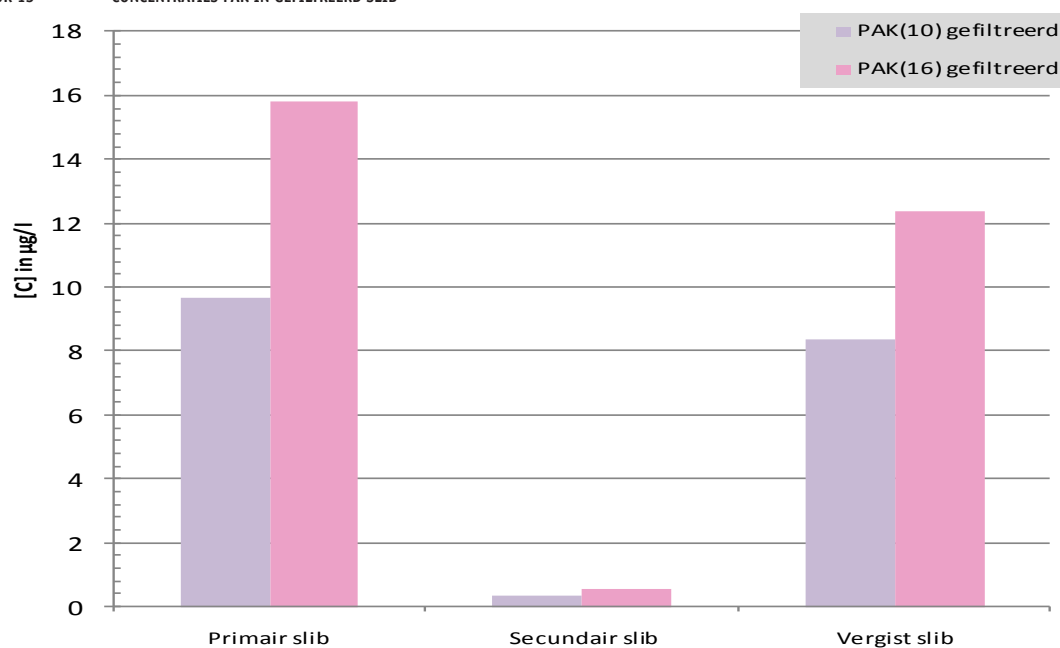
TABEL 14 ANALYSERESULTATEN PAK'S SLIBLIJN

		Primair slib niet gefiltreerd	Primair slib gefiltreerd	Secundair slib niet gefiltreerd	Secundair slib gefiltreerd	Vergist slib niet gefiltreerd	Vergist slib gefiltreerd
Naftaleen	µg/l	28,5	2,45	0,14	0,238	15,5	1,47
Acenaftyleen	µg/l		<0,3	<0,0167	0,117*	<0,0167	<0,0167
Acenafteen	µg/l	9,4	0,39	0,05	0,012	5,9	0,43
Fluoreen	µg/l	68,9	4,81	0,61	0,037	44,9	2,12
Fenanthreen	µg/l	81,1	4,15	2,49	0,048	39,9	0,85
Anthraceen	µg/l	8,6	1,72	1,81	0,011	10,1	0,64
Fluorantheen	µg/l	48,2	0,58	2,47	0,010*	18,2	1,38
Pyreen	µg/l	42,9	0,78	1,06	0,009	17,7	0,51
Benzo (a) anthraceen	µg/l	20,7	0,19	0,87	0,007*	6,7	0,92
Chryseen	µg/l	23,1	0,31	1,62	0,014	7,7	1,45
Benzo (b) fluorantheen	µg/l	26,8	0,17	1,34	0,015*	8,5	0,88
Benzo (k) fluorantheen	µg/l	11,6	0,05	0,44	0,005*	4,4	0,25
Benzo (a) pyreen	µg/l	21,6	0,10	1,78	0,010	7,2	0,56
Dibenzo (a,h) anthraceen	µg/l	0,0	0,01	0,13	0,002*	1,1	0,08
Benzo (g,h,i) peryleén	µg/l	16,6	0,06	1,55	0,008*	7,6	0,52
Indeno (1,2,3-cd) pyreen	µg/l	14,2	0,04	1,20	0,008	6,8	0,30
PAK(10)	µg/l	274,2	9,66	14,36	0,359	124,2	8,34
PAK(16)	µg/l	422,2	15,82	17,56	0,549	202,3	12,36

PAK's die voorkomen in het VROM10-palet, zijn allen voorzien van een kleurmarkering. Op deze wijze kan snel een indruk worden verkregen hoe zij scoren ten opzichte van de S- en I-waarde.

Benadrukt dat voor de beoordeling onderscheid gemaakt moet worden tussen de *niet* en *wel* gefiltreerde monsters. De *gefiltreerde* monsters representeren de *waterfracties* zoals die voorkomen in de sliblijn. In de volgende figuur zijn de concentraties van de EPA16-, VROM10-palets grafisch uitgezet. De grote verschillen tussen de verschillende soorten slib worden zo goed zichtbaar.

FIGUUR 13 CONCENTRATIES PAK IN GEFILTREERD SLIB



De waterfracties bevatten over het algemeen veel minder PAK's dan het integrale (dus niet gefiltreerde) monster. De verschillen kunnen per individuele PAK groot zijn. Kennelijk binden niet alle PAK's even goed aan slibdeeltjes. Dit is met name het geval voor acenaftyleen.

Op rwzi Bath wordt het primair en secundair slib gezamenlijk vergist. Van de jaarlijkse slibproductie is circa 45% afkomstig van secundair slib en dus 55% van primair slib. Door het bezinkingsproces in de voorbezinktank wordt ongeveer de helft van de in het influent aanwezige PAK verwijderd. Het primair slib bevat, op basis van het EPA16-palet, maar liefst een 24x zo hoge PAK-concentratie dan secundair slib. Hieruit wordt geconcludeerd dat secundair slib goed in staat is om PAK's biologisch af te breken.

Deze waarneming sluit goed aan bij het onderzoek genoemd in paragraaf 4.2.9. Aerobic digestion of slurries van de BREF Waste treatment (pag. 361). Deze paragraaf bevat de resultaten van een aërobe biologische behandeling van creosoot-afval waarbij de concentraties zijn gegeven van een zevental PAK's. De verwijdering is meer dan 98%. De verwijdering van PAK16 over de gehele rwzi, bedraagt ook 98%. Het deel dat in de AT komt wordt voor het grootste deel biologisch afgebroken. De rest komt met het primair slib in de vergisting. Zoals de resultaten zich nu laten aanzien vindt in de vergisting geen afbraak plaats maar wordt de concentratie in het primair slib verdund door het bijgemengde secundair slib.

4.6 SAMENVATTING RESULTATEN EN CLASSIFICERING

In de volgende tabel zijn alle resultaten weergegeven alsmede de indeling op basis van de S- en I-waarde.

TABEL 15 SAMENVATTING RESULTATEN ALSMEDE SI-TOETS

Alle resultaten hebben betrekking op gefiltreerde monsters tenzij anders aangegeven		Waterlijn				Effluent	Sliblijn		
		Influent	Afloop voor-bezinktank	Begin selector (t=5min)	Einde selector (t=40min)		Primair slib	Secundair slib	Vergist slib
CZV	mg/l	230	200	72	75	43	2020	50	1860
N-kj	mg/l	29	25	11	13	2	110	2	780
P-tot	mg/l	5,8	5,3			2,6			
Arseen (As)	µg/l	1,5	1,7*	1,5*	1,5*	1,2*	2,8*	1,8*	5,3*
Cadmium (Cd)	µg/l	0,4*	0,15*	0,1*	0,08	0,1*	1,4	0,1*	1,7
Chroom (Cr)	µg/l	4	3*	2	2,5	2	26	1,0*	32
Koper (Cu)	µg/l	22	16	5,3	5	1,7	162	1,0*	245
Kwik (Hg)	µg/l	0,09*	0,09*	0,1*	0,12*	0,06*	0,20*	0,05	0,37*
Lood (Pb)	µg/l	3*	2,4*	2,3*	1,8*	0,9*	43	0	46
Nikkel (Ni)	µg/l	7,3	6,8*	6	12	5,7	21	6	38
Zink (Zn)	µg/l	53	38	28	16,5	25	810	27	650
benzeen [#]	µg/l	22	50	13	6,3	< 0,1	24	< 0,1	6,4
tolueen [#]	µg/l	3	6	1,6	0,9	< 0,1	6,7	< 0,1	17
ethylbenzeen [#]	µg/l	15	21	4,4	2,7	< 0,1	25	< 0,1	28
xyleen [#]	µg/l	4	5	1	0,9	< 0,1	3	< 0,1	6,1
Naftaleen	µg/l	1,7	1,95	0,38	0,25	0,007*	2,4	0,24	1,47
Acenaftyleen	µg/l	0,57*	0,33	0,37*	<0,0167	0,341	<0,02	< 0,017	< 0,014
Acenafteen	µg/l	0,13*	0,17	0,02*	0,013*	0,007	0,4	0,01	0,43
Fluoreen	µg/l	1,14	1,24	0,07	0,12	0,008	4,8	0,04	2,12
Fenanthreen	µg/l	0,42	0,38	0,07	0,04*	0,03	4,1	0,05	0,85
Anthraceen	µg/l	0,26	0,29	0,02	0,01*	0,003	1,7	0,01*	0,64
Fluorantheen	µg/l	0,08	0,07	0,02	0,01*	0,005	0,58	0,01	1,38
Pyreen	µg/l	0,09	0,10	0,02*	0,01*	0,004	0,78	0,01	0,51
Benzo (a) anthraceen	µg/l	0,03	0,03	0,01	0,01*	0,001*	0,19	0,01*	0,92
Chryseen	µg/l	0,05	0,05	0,02	0,016*	0,004	0,3	0,01	1,45
Benzo (b) fluorantheen	µg/l	0,03	0,02	0,02	0,015*	0,002	0,17	0,015*	0,88
Benzo (k) fluorantheen	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,005*	0,001*	0,05	0,005	0,25
Benzo (a) pyreen	µg/l	0,02	0,016	0,016	0,01	0,001*	0,1	0,01	0,56
Dibenzo (a,h) anthraceen	µg/l	0,005	0,002	0,002*	0,002*	0	0,013	0,002*	0,082
Benzo (g,h,i) peryleen	µg/l	0,017	0,012	0,013	0,009*	0,001*	0,06	0,008	0,52
Indeno (1,2,3-cd) pyreen	µg/l	0,012	0,008	0,013	0,008*	0,001*	0,04	0,008	0,299
PAK(10)	µg/l	2,60	2,81	0,577	0,37	0,053	9,7	0,36	8,34
PAK(16)	µg/l	4,57	4,66	1,08	0,52	0,41	15,8	0,55	12,36
verontreinigingsgraad		licht tot matig	licht tot matig	licht	niet tot licht	niet tot licht	licht tot matig	niet tot licht	matig tot sterk

[#]: ongefiltreerd monster

*: één of meerdere waarnemingen die hebben bijgedragen aan deze waarde ligt/liggen onder de RG. Waarden onder de RG zijn verdisconterd met behulp van de VolkertBakker-formule.

5

CONCLUSIES

5.1 WATERLIJN

MACROPARAMETERS CZV, N-KJ EN PTOT

- De verwijdering van CZV-totaal en N-kj (ongefiltreerd) in de voorbezinktank is respectievelijk ruim 50% en 35%.
- De selector en AT spelen tesamen een cruciale rol in de verwijdering van opgeloste macroparameters CZV, N-kj en P-tot en bedraagt respectievelijk circa 80%, 95% en 55%.
- De verwijdering van CZV_{opgelost} in de selector is 30-35%. Wanneer gecorrigeerd wordt voor het aandeel slecht afbreekbare CZV dan is dit percentage 60-68%.
- Het gehalte aan N-kj_{opgelost} in de selector neemt toe. Er is geen onderzoek naar de oorzaak gedaan. Wellicht is de toename te wijten aan het ammonificeren van actiefslib.

ZWARE METALEN IN DE WATERFRACTIE

- De waterfractie van influent en de navolgende media voldoet aan de S-waarde voor wat betreft de metalen As, Cd, Cu, Pb, Ni. Ook Zn voldoet daaraan met uitzondering van de opgeloste fractie in influent.
- De S-waarde voor Cr wordt in geen van de waterfracties gehaald. De concentratie ligt net boven de S-waarde en is nergens hoger dan de I-waarde.
- De selector speelt een ondergeschikte rol in de verwijdering van de meeste zware metalen. Een aantal metalen laten in de afloop van de selector zelfs een verhoogde concentratie zien in de opgeloste fase. De reden daarvoor is niet bekend.
- De grootste reductie van de opgeloste zware metalen Cd, Cu, Pb en Zn wordt gehaald in de selector in combinatie met de aëratietank. De verwijdering van As, Hg, Cr en Ni is gering.

BTEX IN HET INTEGRALE MONSTER

- Influent, afloop voorbezinktank en primair slib kunnen concentraties benzeen bevatten tot boven de I-waarde.
- Het effluent voldoet aan de S-waarde.
- In de selector wordt 50% van de BTEX instantaan verwijderd. Na 40 minuten verblijftijd is dit ruim 70% wat niet voldoende is om de S-waarde te halen.
- BTEX kan verwijderd worden door stripping of adsorptie aan actief slib. Omdat secundair slib nauwelijks BTEX bevat wordt vermoed dat verwijdering plaatsvindt door biologische afbraak.

PAK'S IN DE WATERFRACTIE

- In het effluent voldoet van de individuele PAK's alleen naftaleen aan de S-waarde.
- Alle waterfracties voldoen aan de I-waarde.
- Van het PAK10-palet wordt 98% verwijderd. De helft van de verwijdering vindt plaats in de voorbezinktank en wordt met het primair slib afgevoerd. De rest in de waterlijn. De selector speelt daarin een prominente rol met een instantane verwijdering van 50% en 70% na een contacttijd van 40 minuten (betrokken op de initiële concentratie). De rest van de PAK10 wordt alsnog in de navolgende AT verwijderd.
- Van de individuele PAK's wordt alleen acenafyleen slecht verwijderd.
- PAK's hechten goed aan slib. Dit geldt zowel voor primair als secundair slib.
- Er zijn aanwijzingen dat PAK's door actief slib biologisch worden afgebroken.

5.2 SLIBLIJN

ZWARE METALEN IN DE WATERFRACTIE

- De waterfractie van secundair slib voldoet aan de S-waarde.
- De waterfractie van ingedikt primair slib en vergist slib bevatten minder zware metalen dan de I-waarde met uitzonderingen voor chroom, koper, kwik en zink. De concentratie van deze metalen ligt op het niveau van 1-2 x I-waarde.

BTEX IN DE INTEGRALE MONSTERS

- Geen enkele waarneming overschrijdt de I-waarde.
- Alleen de gevonden concentraties in het secundair slib voldoen aan de S-waarde.
- De BTEX waarnemingen voor primair en secundair slib zijn gebaseerd op een enkele waarneming. De representativiteit is hierdoor niet groot.

PAK'S IN DE WATERFRACTIE

- De PAK-concentraties gevonden in de waterfractie van het secundair slib zijn lager dan de I-waarde;
- Van de in de waterfractie van het primair slib geanalyseerde PAK's overschrijden 5 PAK's de I-waarde. De overschrijding is 1-2x de I-waarde.
- Vijf individuele PAK's, gemeten in de waterfractie van het vergist slib, overschrijden de I-waarde fors met 5 – 11 x I-waarde. Twee PAK's overschrijden 1-2 x de I-waarde.
- Absoluut gezien is het opgeloste PAK10-gehalte van het primaire en vergiste slib overeenkomstig.
- Evenals in de waterlijn hechten PAK's zich ook in de sliblijn aan slibdeeltjes. Deze voorkeur lijkt voor primair en secundair slib tweemaal zo groot te zijn als voor vergist slib.

5.3 VERONTREINIGINGSGRAAD

Voor het duiden van de verontreinigingsgraad is gebruik gemaakt van de terminologie van milieukundige bodemonderzoeken.

- | | |
|---|--------------------------------------|
| • <i>gehalte</i> ≤ S-waarde: | <i>niet verontreinigd</i> |
| • <i>gehalte</i> tussen S- en I-waarde: | <i>licht tot matig verontreinigd</i> |
| • <i>gehalte</i> ≥ I-waarde: | <i>sterk verontreinigd</i> |

5.3.1 WATERLIJN: INFLUENT, AFLOOP VOORBEZINKTANK EN EFFLUENT

- De waterfracties van de monsters, genomen uit de selector zijn licht tot matig verontreinigd met macro-parameters.
- De waterfracties van de monsters uit de selector en effluent zijn ten aanzien van de onderzochte zware metalen niet verontreinigd. Een uitzondering is chroom dat een lichte verontreiniging vormt.
- De waterfracties van influent en afloop voorbezinktank zijn licht tot matig verontreinigd voor de helft van de onderzochte zware metalen. Met betrekking tot de andere helft van de onderzochte metalen is geen verontreiniging geconstateerd.
- De BTEX-componenten zijn alleen geanalyseerd in ongefiltreerde monsters. Daaruit blijkt dat de verontreiniging licht tot matig is. Het effluent dient als niet-verontreinigd beschouwd te worden.
- De waterfracties zijn licht tot matig verontreinigd met PAK's.
- De selector heeft een sterk positief effect op de kwaliteit van de waterfractie met betrekking tot PAK's en BTEX.
- Het opgelost N-kj-gehalte in de selector neemt toe.

- De selector heeft slechts een gering positief effect op de zware metalen gehalten.
- De waterfractie van de waterlijn is niet tot gering verontreinigd.

5.3.2 SLIBLIJN: INGEDIKT PRIMAIR SLIB, SECUNDAIR SLIB EN VERGIST SLIB

- De waterfractie van secundair slib vormt geen bodemrisico voor zware metalen en BTEX.
- Vanwege de overschrijding van de I-waarde voor Cr, Cu, Hg en Zn (tot maximaal 3x) is het bodemrisico van de waterfractie van ingedikt primair en vergist slib verhoogd.
- De BTEX-componenten zijn alleen geanalyseerd in ongefiltreerde monsters. Daaruit blijkt dat de verontreiniging licht tot matig is.
- Ten aanzien van PAK's is het secundair slib gering verontreinigd. De verontreiniging van primair en vergist slib is matig tot sterk.

6

BODEMRISICO

Het bodemrisico is afhankelijk van de combinatie van (de aard en concentratie van) een stof en een bedrijfsactiviteit. De in dit rapport besproken zuiveringsstappen zijn onderdeel van het zuiveringsproces. Het zuiveringsproces vindt plaats in een samenstel van bassins en leidingen.

In de deelstudies 'Kwaliteit ontwerp en aanleg van bassins en leidingen op rwzi's' en 'Vloei-stofdichtheid bassins en grondwatermonitoring op een rwzi' is uitvoerig aandacht besteed aan bassins en leidingen. Zowel de kwaliteit ervan komt aan de orde als manieren om de lek-dichtheid te bepalen.

Uit de STOWA-werkrapporten 2007-W-04 en 2007-W-05 is gebleken dat de kwaliteit van bas-sins en leidingen van rwzi's over het algemeen goed is en in de praktijk lekkages nauwelijks voorkomen. Dit is zeker het geval voor rwzi's die gerealiseerd zijn vanaf de jaren negentig. Voorts blijkt uit rapport 2007-W-05 dat de meeste verontreinigingen uit stedelijk afvalwater bij een emissie naar de bodem zich niet verder verspreiden dan de bovenste tientallen centi-meters van de bodem. Dit geldt niet voor mobiele verontreinigingen zoals CZV en N-NH₄ die daardoor als gidsparameter gebruikt kunnen worden.

Op grond van de vastgestelde verontreinigingsgraad in paragraaf 4.6, de informatie van de andere deelstudies alsmede het in 2007 uitgevoerd onderzoek wordt voor de verschillende media in een rwzi tot de volgende indeling gekomen.

TABEL 16 INDELING MEDIA NAAR VERONTREINIGINGSGRAAD EN RISICOKLASSE

Medium	Verontreinigingsgraad	Bodemrisicoklasse
Influent	licht tot matig	gering
Afloop voorbezinktank	licht tot matig	gering
Begin selector	niet tot licht	geen
Einde selector	niet tot licht	geen
Effluent	niet tot licht	geen
Primair slib	licht tot matig	verhoogd
Secundair slib	niet tot licht	geen
Vergist slib	matig tot sterk	verhoogd

BIJLAGE 1

LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

AT:	aëratietank
BTEX:	benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen ook wel monocyclische aromatische koolwaterstoffen genoemd
BZV:	biochemisch zuurstof verbruik
CZV:	chemische zuurstof verbruik
dwa:	droogweer aanvoer
E-PRTR:	European Pollutant Release Transfer Register verordening
EPA:	Environmental Protection Agency
I-waarde:	interventiewaarde
IPO:	inter provinciaal overleg
N-kj:	Kjeldahl stikstof
P-tot:	fosfor totaal
PAC:	poly aluminium chloride
PAK:	poly-cyclische aromatische koolwaterstoffen
PAK10:	PAK-palet gebaseerd op de VROM(10)-PAK's (zie bijlage 4)
PAK16:	PAK-palet gebaseerd op de VROM(16)-PAK's (zie bijlage 4)
RG:	rapportagegrens
rwa:	regenweer aanvoer
rwzi:	rioolwaterzuiveringsinrichting
S-waarde:	streefwaarde
SI-toets:	toets aan de S- en I-waarde
STOWA:	stichting toegepast onderzoek waterbeheer
T24H:	tijdsproportioneel etmaalmonster
V24H:	volumeproportioneel etmaalmonster
VBT:	voorbezinktank
VROM	ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieu
ZS:	zwevende stof

BIJLAGE 2

WERKWIJZE MONSTERNAME, LABORATORIUM ONDERZOEK, ANALYSE- METHODIEKEN EN RAPPORTAGEGRENZEN

SPECIFIEKE KENMERKEN RWZI BATH

1 MONSTERNAMEDATA

In overleg met de zuiveringsbeheerder, het laboratorium Deltawaterlab en de IPO/STOWA-werkgroep zijn een drietal willekeurige bemonsteringsdata gekozen. Wanneer de aangegeven datum niet mogelijk is wordt de eerst volgende mogelijkheid bepaald door de zuiveringsbeheerder in overleg met het laboratorium.

Op de aangegeven data dienen op acht verschillende plaatsen monsters genomen te worden. Wanneer op één of meerdere bemonsteringsplaatsen geen goed monster genomen kan worden, vervalt de gehele bemonstering. De reden daarvoor is dat alleen wanneer beschikt kan worden over complete waarnemingenreeksen resultaten goed met elkaar vergeleken kunnen worden.

Vooralsnog wordt voor de bemonsteringsdata uitgegaan van:

- 25 november: de uithaaldatum van de V24H-monsters is dus 26 november;
- 2 december: de uithaaldatum van de V24H-monsters is dus 3 december;
- 8 december: de uithaaldatum van de V24H-monsters is dus 9 december.

Op 26-11, 3-12 en 9-12 worden de steekmonsters genomen die nodig zijn voor de selector simulatie. Op 26-11, 3-12 en 9-12 worden tevens de steekmonsters genomen die nodig zijn voor het bepalen van de BTEX-concentraties. De BTEX-concentraties worden niet bepaald in de V24H-monsters.

2 OVERZICHT MONSTERS EN MONSTERBEWERKING

Monster-no.	Monstersoort en locatie	Monster type	Moet bij monsternamen meten de waterfractie worden afgefilterd ?	Moet waterfractie door het lab. worden afgescheiden ?	Opmerking
1	influent	V24H; voor BTEX wordt een steekmonster genomen	Nee, gezien de lange verblijftijden in de afvalwaterpersleiding heeft dit geen toegevoegde waarde	ja, methode aangeven	
2 + 2a	afl VBT	V24H + S (monster 2a)	Nee, door bezinking zal het monster sowieso weinig onopgeloste bestanddelen bevatten	ja, methode aangeven	extra monsterhoeveelheid nemen voor simulatie selector steekmonster ook analyseren op alle parameters
3	Het monster wordt bereid in het lab. door 5 min contacttijd tussen een bepaalde mengverhouding slib en afloop VBT.	S	Geschiedt op het lab. na 5 minuten contacttijd.	Ja, methode beschrijven	Monsters worden verkregen na simulatie van de selector. Alleen filtraat analyseren.
4 + 4a	Selector: afloop selector voordat het mengsel in de AT komt wellicht. Dezelfde werkwijze aanhouden als monsterpunt 3	bereid op het lab. + S van de filtrax (monster 4a)	Geschiedt op het lab. na 40 minuten contacttijd. Monster van filtrax wordt gebruikt als controle monster.	Ja. Nee voor filtrax-monster. Is reeds uitgevoerd op de rwzi.	Monsters worden verkregen na simulatie van de selector. Alleen filtraat analyseren. Ook filtrax-monster op alle parameters analyseren.
5	effluent	V24H voor BTEX wordt een steekmonster genomen	Nee, door bezinking in de NBT zal het effluentmonster sowieso weinig slib bevatten	Ja, methode aangeven	
6	ingedikt primair slib	T24H; voor BTEX wordt een steekmonster genomen	Nee, kan op het laboratorium	Ja, methode aangeven.	
7	Retourslib	Steekmonster op monsternamen dag	Nee	Ja, dwz een deel van het monster moet gefilterd worden tbv analyse	Grotere hoeveelheid is nodig omdat een deel van het monster wordt gebruikt voor simulatie selector. Een ander deel voor de analysering.
8	afloop slibgisting	T24H en S	Nee, kan op het laboratorium.	Ja, methode aangeven	

T24H: tijdsproportioneel monster over 24 aaneengesloten uren. Tijdstip dat monster apparaat wordt leeggehaald dient genoteerd te worden;
V24H: volumeproportioneel monster over 24 aaneengesloten uren (bij dit type monster dient de hoeveelheid gepasseerd afvalwater bij het betreffende bemonsteringspunt genoteerd te worden, alsmede het tijdstip dat het monsterapparaat leeggehaald wordt;
S: steekmonster; noteren exact tijdstip

HOEVEELHEID MONSTER

Van elk bemonsteringspunt dient voldoende monster genomen te worden om de parameters te kunnen analyseren in zowel het ruwe monster als de waterfractie.

Voor monsters die pas genomen kunnen worden na een bewerking, bijvoorbeeld na het opmengen van slib en afloop VBT, geldt dat ook voldoende actief slib ter beschikking gesteld moet worden. Voor de aan te houden mengverhouding wordt uitgegaan van de praktisch dwa-situatie zonder rekening te houden met circulatie van interne stromen (met uitzondering van retourslib).

WATERFRACTIE AFSCHIEDEN OP HET LABORATORIUM

De wijze waarop de waterfractie wordt afgescheiden kan effect hebben op de concentratie van de te meten parameter. Bij centrifugering zullen, ten gevolge van turbulentie, BTEX-componenten het monster verlaten. Bij filtratie en gebruik van papier of ander soort filter (glasvezel), zullen sommige opgeloste bestanddelen juist hechten aan het filter waardoor in de waterfractie een (te) lage concentratie wordt gemeten.

Bovendien zal een filtratiemethode gekozen moeten worden waarbij de hoeveelheid verkregen watermonster voldoende is.

De beste methode is gravitaire bezinking. Voor de monsters die veel slib bevatten is dit niet altijd mogelijk.

Voor het afscheiden van de waterfractie van monster zijn verschillende methodes gebruikt. In de analysestaten is met een afkorting van de methode per monster aangegeven welke eventuele bewerking (lees: filtratie) heeft plaats gevonden.

Afscheidingsmethode:	Toegepast op monsters van:
c = centrifugering 4 minuten bij 2.500 rpm	selector start
fv = filtratie over een vouwfilter	selectorproeven influent afloop voorbezinktank effluent
fv na c = vouwfiltratie na centrifugering; deze combinatie is uitgevoerd omdat het monster na centrifugering nog teveel zwevende stof bevatte voor analyse van de waterfractie	ingedikt primair slib voeding zeefbandpers = vergist slib
d = decanteren; monster laten bezinken gedurende enige tijd en de heldere bovenstaande vloeistof decanteren	selectorproeven
ff = filtratie filtrax; monster dat door de nitraatmonitor op de rwzi uit de AT wordt genomen en meteen wordt gefiltreerd.	geen; monsters genomen uit de rwzi ter controle van de selectorproeven

Daarnaast is de afkorting 'r' (ruw) gebruikt. Deze is van toepassing op monsters waarop geen afscheidingsmethode is toegepast. Met andere woorden deze monsters zijn integraal in behandeling genomen.

OPMERKINGEN TEN AANZIEN VAN DE MONSTER GENOMEN UIT DE SELECTOR MONSTER 3

Inloop selector. Na monsternamen moet het monster meteen worden afgefiltreerd om te voorkomen dat adsorptieprocessen gecontinueerd worden.

Onder andere om deze reden is ervoor gekozen om de selector te simuleren op het laboratorium. Hiertoe zal een monster retourslib (in voldoende hoeveelheid) aan het laboratorium gegeven worden en extra monster afloop voorbezinktank. Deze laatste betreft een steekmonster.

Het lab bepaalt hoeveel monster benodigd is. Op het lab wordt het te analyseren monster als volgt aangemaakt:

- het retourslib wordt gedurende 10 minuten belucht, zodat de zuurstofconcentratie boven de 3 mg/l ligt (dit is in de praktijk ook de zuurstofconcentratie);
- Het retourslib en de afloop voorbezinktank wordt in de mengverhouding 2:1 gemengd gedurende 5 minuten (rustige menging en geen beluchting);
- Het mengsel wordt zo snel mogelijk een slib/waterscheiding toegepast. Door het laboratorium wordt aangegeven op welke wijze dit uitgevoerd wordt (moet binnen 5 minuten en zal misschien per te analyseren component anders zijn). Voor BTEX-analyse filtratie toepassen en voor de andere componenten wordt het monster gecentrifugeerd.

De monsters worden genomen van de slibretour van beluchtingstank 5 en afloop voorbezinktank 1 en 3 (dit gaat via een tussenverdeelwerk ook naar beluchtingstank 5, bij beluchtingstank 5 staat de filtrax opgesteld)

MONSTER 4 AFLOOP SELECTOR

Het adsorptie proces heeft gedurende ca 40 minuten plaatsgevonden.

Het monster wordt op het laboratorium bereid (zie monster 3) en dus niet uit de selector zelf genomen.

Wel wordt ter controle een steekmonster filtraat uit de selector genomen. Hiervoor wordt de filtrax gebruikt van de nitraatmonitor.

MONSTER 5 UITGAAN VAN EEN PROPORZIONEEL ETMAALMONSTER

Voor het bepalen van BTEX wordt op de monsterdag een steekmonster genomen van het effluent.

MONSTER 6

Dit betreft een etmaalmonster van primair slib. Het is echter geen volumeproportioneel monster maar een tijdsproportioneelmonster. Vanwege de hydraulische verblijftijden in de AWP en de VBT zijn de verschillen tussen een 24-uurs monster en een steekmonster waarschijnlijk niet groot. Omdat het risico van vervluchtiging van bepaalde verbindingen bij een proportioneel monster groot is wordt voor de BTEX-verbindingen uitgegaan van een steekmonster.

MONSTER 7

Voor dit monster wordt uitgegaan van een steekmonster retourslib. Gezien de slibleeftijd heeft een 24u monster weinig toegevoegde waarde. Bovendien kan door voldoende monster te nemen dit slib op het laboratorium worden gebruikt voor het simuleren van de selector.

MONSTER 8

Het betreft een 24-u monster. Het is echter geen volumeproportioneel monster maar een tijdsproportioneelmonster. Vanwege de hydraulische verblijftijden in de slibgisting zijn de verschillen tussen een 24-uurs monster en een steekmonster waarschijnlijk niet groot. Omdat het risico van vervluchtiging van bepaalde verbindingen bij een proportioneel monster groot is wordt voor BTEX uitgegaan van een steekmonster.

3. OVERZICHT ANALYSEPAKKET

monstername data:

25-26 november (24-uurs van 26/11; steekmonsters op 25/11) ook STOWA- metalen

1-2 december (24 uurs 2 december; steekmonsters op 1/12) ook STOWA-pakket

10-11 december (24 uurs 11 december; steekmonsters op 10/12)

Parameter	puur monster				gefiltreerd monster				steekmonster voor btex							
	inf- uent	afl vbt	sel start	sel eind	eff- luent	pr slib	sslib	gistslib	influent	afl vbt	sel start	sel eind	ef- fluent	pr slib	sslib	gistslib
filt./centrifugeren op lab																
CZV	mg/l	a			b				x	x	x		x			
N-kj	mg/l	a			b				x	x	x		x			
N-N03	mg/l								x	x	x		x			
N-N02	mg/l								x	x	x		x			
P-tot	mg/l	a			a				x	x	x		x			
onopgeloste bestanddelen	mg/l	a			a											
droogrest	g/l															
pH	mg/l	a			a											
SO4	mg/l								x	x	x		x			
Cl	mg/l								x	x	x		x			
As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	µg/l	x			c				x	x	x		x			
BTEX	µg/l															
anthracen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
benzo(a)anthracen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
benzo(a)pyreen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
benzo(g,h)peryleen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
benzo(k)fluorantheen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
chryseen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
fenanthreen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
fluorantheen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
naftaleen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
pyreen	µg/l	x			x				x	x	x		x			
som 10 PAK's	µg/l	x			x				x	x	x		x			

a = gebeurt al als stowa

b = gebeurt al dagelijks

c = gebeurt al als stowa metalen

soort monster	monsternamepunt	soort monster	monsternamepunt
influent	160100 24-h	effluent	160150 24-h
afl vbt	160110 24-h	pr slib	160206 24-h
selector start	160001 op lab maken uit monster van afl vbt (160110) en steek retourlslib (160190=sec spuilslib)	sslib	160211 24-h
selector eind	160001 steekmonster eind compartiment 1 en uit filtrax nitraatmonitor	gistslib	160320 24-h
		sslib gefiltreerd	160217 24-h

indamprest: zowel onopgeloste als opgeloste bestanddelen worden gedroogd.

onopgeloste droogrest: alle opgeloste bestanddelen worden uitgespoeld/gefiltreerd en dan gedroogd.

Bij vloeibare monsters (influent/effluent e.d.) wordt in mg/l uitgedrukt, suspensies en niet vloeibare monsters doorgaans in %

4. HULPMIDDELEN

- 1 Voor de te gebruiken hulpmiddelen geldt:
alle te gebruiken hulpmiddelen moeten goed onderhouden en schoon zijn (geen detergents/zeep gebruiken);
- 2 opvangen van de monsters kan gebeuren in bestaande vaten en met bestaande slangen. Hiermee wordt het materiaal bedoeld dat daar altijd al voor gebruikt wordt. Zorg dat de monstervaten zijn gereinigd (dat wil zeggen ontdaan van slib/aangehecht vuil). De vaten mogen alleen mechanisch worden gereinigd. Houd schoonmaakmiddelen (zepen) en dergelijke ver uit de buurt;
- 3 het materiaal dat met het monster in contact komt mag het gehalte van de te analyseren parameter niet beïnvloeden. Nieuwe plastic monstervaten, trechters etc. moeten daarom minimaal 1 week vol met monster staan om verontreinigingen uit het plastic op te lossen en een evenwicht te bereiken tussen afgifte en adsorptie;
- 4 monsterschap of scheplepel met inhoud van tenminste 250 ml;
- 5 verpakkingsmateriaal door het laboratorium aan te geven.

5. PRAKTISCHE UITVOERING VOOR HET NEMEN VAN VERZAMELMONSTERS

Bemonsteringsapparatuur moet zo ingesteld zijn dat er bij dwa (droog weer aanvoer) minimaal 15 liter (hoeveelheid moet nog nader worden bepaald) afvalwater in het monstervat zit. Bij rwa (regenweeraanvoer) vindt geen bemonstering plaats.

Het monsterverzamelvat mag niet overstromen.

6. WERKVOORSCHRIFT VOOR HET VULLEN VAN MEERDERE FLESSEN

Omdat meerdere flessen moeten worden gevuld, dient elke fles een identiek monster bevatten. De geanalyseerde parameters zijn op deze wijze onderling vergelijkbaar en er kunnen dan indien noodzakelijk relaties worden gelegd.

Zorg dat de onopgeloste bestanddelen evenredig worden verdeeld over de flessen. Dit is met name van belang voor de 'ruwe' dat wil zeggen 'ongefiltreerde' monsters.

Bij dit werkvoorschrift wordt er vanuit gegaan dat er direct vanuit het monstervat bemonsterd kan worden.

- 1 zorg dat de etiketten zijn ingevuld vóórdat de fles wordt gevuld;
- 2 noteer de inhoud (ongeveer) van de hoeveelheid effluent in het monstervat op het registratieformulier bemonsteringsgegevens;
- 3 roer, voordat wordt geschept, de gehele inhoud van het monstervat zodat al het eventuele bezonken materiaal wordt opgemengd;
- 4 roer voor elke keer, dat wordt geschept, de gehele inhoud van het monstervat zo dat al het eventuele bezonken materiaal weer wordt opgemengd;
- 5 de monsterflessen NIET voorspoelen met monster. Sommige flessen bevatten een conserveringsvloeistof (natronloog of zwavelzuur). Het is zaak dat deze vloeistof in de fles blijft zitten.
Ga voorzichtig om met deze flessen;

- 6 giet per fles, om de beurt de inhoud van één monsterschep, totdat alle benodigde flessen zijn afgevuld;
- 7 voorkom het overstromen van de monsterflessen;
- 8 voorkom verontreiniging van de doppen, leg de doppen zo neer dat er geen vuil in kan komen;
- 9 wees bedacht op omgevingsfactoren die verstoring van het monster tot gevolg kunnen hebben zoals: uitlaatgassen of schilderwerken in de buurt van het monsterpunt.

7. MONSTERFLESSEN EN CODERING ETIKETTEN

Er wordt gebruik gemaakt van verschillende typen flessen. Deze zijn beschreven in de onderstaande tabel. Deze tekst is niet geactualiseerd aan de hand van de Deltawaterlab-werkvoorschriften.

Artikelno.	Type verpakking (hieronder zijn voorbeelden opgenomen)	Kleur dop	Conserverings-middel	Volume in ml
Delta @@@	poly ethyleen (PE) wit	wit	nee	250
Delta @@@	glas groen	zwart	nee	1.000
Delta @@@	glas groen	rood	ja	1.000
Delta @@@	glas bruin	zwart	ja	100
Delta @@@	high density poly ethyleen (HDPE) transparant	zwart	nee	100

Op het etiket van de monsterflessen moet het volgende worden vermeld.

Beschrijving van de tekst die ingevuld moet worden:

Opdrachtgever: WBD
 Project: NRB-STOWA
 Monstercode:
 Datum (datum dat het monster uit het apparaat genomen is)

Voorbeeld van een ingevuld etiket:

WBD
 NRB-STOWA
 Influent Bath: no.:
 19 - 12 - 2008

8. OVERZICHT VERPAKKINGEN EN CONSERVERING

pakket/ parameter	Verpakking	Conservering	Hoeveelheid
Kjeldahl Stikstof	Plastic flesje met witte dop OME 408	invriezen *	250 ml
ammonium stikstof	Doorzichtig plastic flesje met zwarte dop OME 470	invriezen *	100 ml
CZV	Doorzichtig plastic flesje met zwarte dop OME 470	invriezen *	250 ml
onopgeloste bestanddelen (nr.1)	Glazen groene fles met zwarte dop OME 422	koelen	??
P-totaal chloride sulfaat zware metalen	@@@		
BTEX	@@@		
PAK's (10)	@@@		
reservefles	Glazen groene fles met zwarte dop OME 422	koelen	1 liter
reservefles	Glazen groene fles met zwarte dop OME 422	koelen	1 liter

* Monsterflessen waarbij als conserveringsmethode invriezen is aangegeven, worden direct na binnenkomst op het laboratorium van Deltawaterlab ingevroren.

NA MONSTERNAME ALLE FLESSEN IN DE KOELKAST PLAATSEN.

Totaal aantal flessen voor @@@@:

- @@ keer 1 liter;
- @@ keer 250 ml;
- @@ keer 100 ml.

Totaal aan monstermateriaal noodzakelijk: @@ liter + @@ ml.

Alle flessen worden door de koeriersdienst van Deltawaterlab opgehaald.

9. VOORBEWERKING EN ANALYSERING MONSTERS DOOR DELTAWATERLAB

De wijze van voorbereiding van de monsters en analyse is in onderstaande tabel aangegeven.

Parameter		S-waarde	I-waarde	gerealiseerde rapportagegrenzen	hoeveelheid monster nodig	voorbehandeling volgens	meten volgens
CZV	mg/l				250 ml	NEN 6633	
N-kj (Kjeldahl stikstof)	mg/l					NEN 6645	NEN 6645
N-NO3 (nitraat-stikstof)	mg/l				50 ml	NEN-EN-ISO 13395	
N-NO2 (nitriet-stikstof)	mg/l						
P-tot (fosfor-totaal)	mg/l				saamen met CZV	NEN 6645	NEN-EN-ISO 15681-2
onopgeloste bestanddelen	mg/l						NEN-EN 872
pH	mg/l				1 liter		
SO4 (sulfaat)	mg/l				saamen met NO ₂ /NO ₃	NEN-ISO 22743	
Cl (chloride)	mg/l					NEN-EN-ISO 15682	
As (arsen)	µg/l	10	60	3 - 1	250 ml	water: NEN-EN-ISO 15587-1; slib: NEN 6961	NEN 6432
Sb (antimoon)	µg/l	3	15				
Cd (cadmium)	µg/l	0,4	6	0,1 - 1			NEN 6966
Co (cobalt)	µg/l	20	100				
Cr (chrom)	µg/l	1	30	10 - 2			
Cu (koper)	µg/l	15	75	2 - 0,8			
Hg (kwik)	µg/l	0,05	0,3	0,2 - 0,03	100 ml	slib: ontsluiting: NEN 6961; meting NEN-ISO 16772 afvalwater: NEN-EN 1483 effluent: NEN 6445	
Mo (molybdeen)	µg/l	5	300				
Ni (nikkel)	µg/l	15	75		saamen met As, Cd, etc.	water: NEN-EN-ISO 15587-1; slib: NEN 6961	NEN 6966
Pb (lood)	µg/l	15	75	25 - 1			
Zn (zink)	µg/l	65	800				
BTEX	µg/l				250 ml, geheel gevuld		
Benzeen	µg/l	0,2	30	0,6 - 0,1			
Tolueen	µg/l	7	1000	0,6 - 0,1			
Ethylbenzeen	µg/l	4	150	0,6 - 0,1			
Styreen	µg/l	6	300				
Xyleen	µg/l	0,2	70	1,2 - 0,2			
				gerealiseerde RG			
naftaleen	µg/l	0,01	70	0,3 - 0,0029	1 liter voor bepaling van T-waarde	water: NEN-EN-ISO 17993 slib: NEN 5771	
acenaftyleen	µg/l			0,3 - 0,0167			
acenafteen	µg/l			0,1 - 0,0027			
fluoreen	µg/l			0,03			
fenanthreen	µg/l	0,003	5	0,1 - 0,0008			
anthraceen	µg/l	0,0007	5	0,04 - 0,0002			
fluorantheen	µg/l	0,003	1	0,1 - 0,0016			
pyreen				0,1 - 0,0019			
benzo(a)antracene	µg/l	0,0001	0,5	0,03 - 0,0006			
chryseen	µg/l	0,003	0,2	0,03			
benzo(b)fluorantheen	µg/l			0,03 - 0,0009			
benzo(k)fluorantheen	µg/l	0,0004	0,05	0,03 - 0,0005			
benzo(a)pyreen	µg/l	0,0004	0,05	0,03 - 0,0006			
benzo(a,h)anthracene	µg/l			0,03 - 0,0007			
benzo(ghi)peryleen	µg/l	0,0003	0,05	0,03 - 0,0008			
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	µg/l	0,0004	0,05	0,03 - 0,0005			

Door Deltawaterlab wordt een zo laag mogelijke rapportagegrens aangehouden. Een en ander afhankelijk van de matrix. Het kan daarom voorkomen dat analyses met een verlaagde RG niet geaccrediteerd zijn.

BEPALING VAN 16 POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN

De bepaling van de 16 polycyclische aromatische koolwaterstoffen is als volgt uitgevoerd. De monsters zijn 3 maal uitgeschud met 50 ml petroleumether. Met behulp van een Kuderna-Danish indampopstelling is het extract ingedampt. Onder overblazen van stikstof is het extract verder ingedampt. Vervolgens is het extract overgebracht in acetonitril. Na indampen tot 1 ml is 20 µl geïnjecteerd in een hoge druk vloeistofstroom (HPLC). Als gevolg van de interactie tussen de apolaire stationaire fase van de kolom en de veranderende polariteit van het eluens worden de verbindingen gescheiden. Met behulp van fluorescentie en UV-detectie worden de componenten gedetecteerd. Door het meten van standaarden met een bekende concentratie zijn de concentraties aan PAK's in het monster berekend.

Alle PAK-analyses zijn uitgevoerd met de HPLC. Dit is weergegeven als LC onder methodenummer 3610 tot en met 3760. Ook de verlaagde rapportagegrenzen zijn met de HPLC methode gemeten.

De naftaleen (GC) methode 'BTEXN' wordt met een Purge & Trap-injectietechniek verricht, waarbij de damp boven het monster direct wordt gemeten op de gaschromatograaf. Aangezien hierbij geen voorbewerkingverliezen zijn, kan deze methode leiden tot iets hogere resultaten.

10. OPDRACHTFORMULIER DELTA

Voor inname van de monster dient een opdrachtformulier ingevuld te worden.

11. REGISTRATIEFORMULIER BEMONSTERINGSGEGEVENS

Het registratieformulier is opgenomen op de volgende bladzijde van dit werkvoorschrift. Verzocht wordt om dit formulier in te vullen op de dag dat het monster uit het monsterapparaat wordt genomen (einddatum monstername).

Mailen naar: E. Wypkema en J. Baltussen (j.baltussen@baco.nl)	Registratieformulier bemonsteringsgegevens Vermelde waardes hebben betrekking op de 1-e bemonsteringsronde
Naam rwzi:	Bath
Naam monsternemer/ procesvoerder:	E. Groenewald
Startdatum + starttijd bemonstering:	25-11-08 08.00 u
Einddatum + eindtijd bemonstering: (= de datum die op de fles vermeld moet worden)	26-11-08 08:00 u bepaalde steekmonsters 26-11 10:00
Hoeveelheid effluent dat tijdens de bemonstering de rwzi heeft doorstroomd en geloosd is op oppervlaktewater (debiet in m ³) DWA-toets = 106.200 m ³ /24u	157.280 m ³ (is meer dan de dwa-waarde, bemonstering is in overleg toch gecontinueerd)
Temperatuur actief slib/AT	12 °C, vanwege het aangevoerde smeltwater
De hoeveelheid neerslag ? (in principe 'geen'). Aangeven in mm.	0,6 mm ter plaatse van Bath Wel is de afgelopen dagen veel smeltwater binnengekomen.
Hoeveelheid monster in verzamelvat (in ltr)	
Bijzonderheden (voorbeelden): drijfslag, sliboverstort; onderdelen van de waterlijn die uit bedrijf zijn e.d.; nieuwe monster apparatuur; nieuw (kunststof) monstervat in gebruik genomen; ander chemisch defosfateringsmiddel in gebruik genomen etc.	Qinfl: 157.280 m ³ /24u (puur influent) Qeffret: 16.250 m ³ /24u (dit betreft het effluent dat gerecirculeerd wordt tbv denitrificatie) Qret.stroomgemaal: 11.059 m ³ /24u (dit is water dat via de terreinriolering met het influent in de zuivering wordt gevoerd en bestaat uit filtraat + spuitwaterZBP, lokaal hemelwater, enz). Qret actiefslib: 726 m ³ /u per straat Straten in bedrijf: 9 in plaats van 10 straten in bedrijf vanwege werkzaamheden voor de vervanging van beluchtingselementen in straat 10

12. HYDRAULISCHE BEREKENINGEN

Onderstaand uitgewerkt voorbeeld heeft betrekking op data van de bemonsteringsdatum 25-11-08.

12.1 Debieten

Q_{infl} :	157.280 m ³ /24u (puur influent)
$Q_{efflret}$:	16.250 m ³ /24u (dit betreft het effluent dat gerecirculeerd wordt)
$Q_{ret.stroomgemaal}$:	11.059 m ³ /24u (dit is water dat via de terreinriolering met het influent in de zuivering wordt gevoerd en bestaat uit filtraat + spuitwater zeebandpers, hemelwater van verhard oppervlak van de rwzi).
Straten in bedrijf:	9

Het ingestelde retourslibdebiet is afhankelijk van de totaal influent flow.

Deze flow bestaat uit $Q_{tot.in} = Q_{infl} + Q_{efflret} + Q_{ret.stroomgemaal}$

Het verband is in onderstaande grafiek weergegeven.

In het lineaire deel van deze grafiek bestaat deze vergelijking uit:

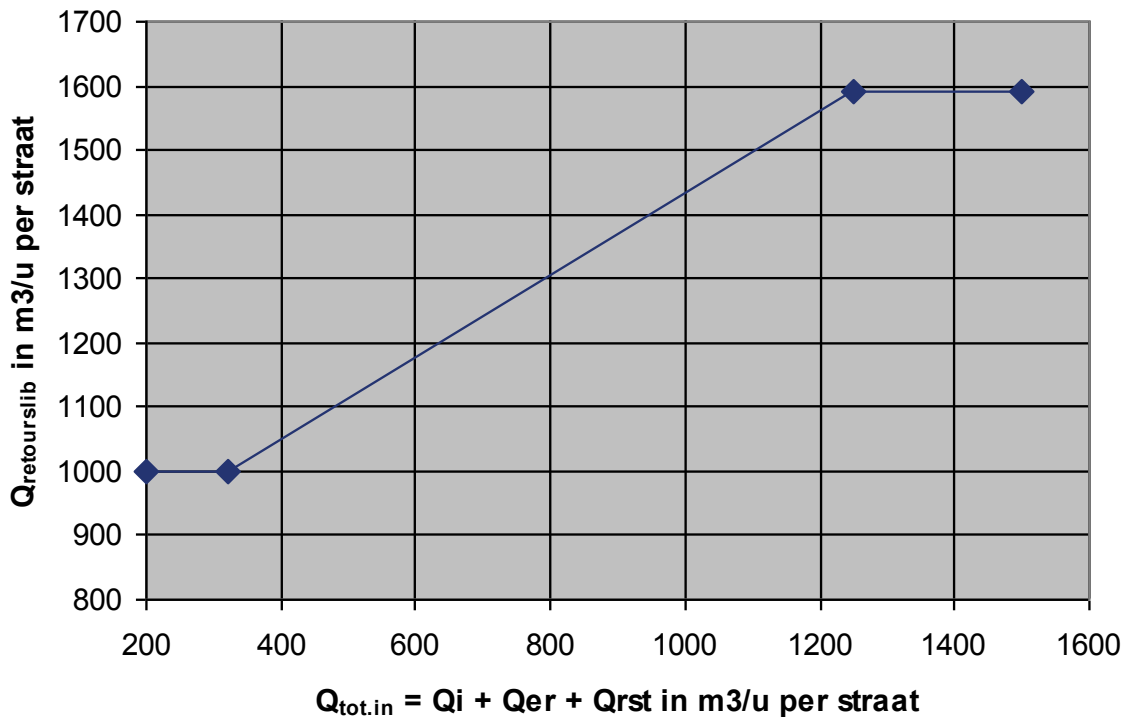
$$Q_{retour} = 0,634 \times (Q_{tot.in} - 320) + 1000$$

Wanneer $Q_{tot.in} < 320$ m³/u dan is Q_{ret} 1000 m³/u

Wanneer $Q_{tot.in} > 1250$ m³/u dan is Q_{ret} maximaal 1590 m³/u.

Deze waarden gelden voor één straat. Om de debieten over de gehele zuivering te weten te komen dienen deze waarden vermenigvuldigd te worden met het aantal straten dat in bedrijf is.

Verhouding tussen $Q_{tot.in}$ en $Q_{retourslib}$ per straat



12.2 Hydraulische inhoud en verblijftijden te hanteren in verband met simulatie selector

Deze berekeningen zijn van belang omdat op de rekenresultaten de simulatie op het laboratorium van de selector gebaseerd moet worden.

Inhoud van een straat inclusief de selector: 5500 m³; diepte bedraagt 5,5 m

Aantal compartimenten per straat: 4 stuks waarvan:

- 1 compartiment ten behoeve van selector,
- 1 compartiment ten behoeve van denitrificatie,
- 2 compartimenten ten behoeve van beluchting

Grootte selector: komt overeen met 1 compartiment dus $5500/4 = 1375$ m³

Configuratie selector: 4 gelijkwaardige secties van elk 344 m³

12.2.1 Berekening verblijftijd in selector:

$Q_{\text{tot.in}}: 157.280 + 16.250 + 11.059 = 184.600 \text{ m}^3 \approx 7.700 \text{ m}^3/\text{u} \approx 860 \text{ m}^3/\text{u}$ per straat.

Hier hoort een retourslibdebiet bij van 1.343 m³/u.

De hydraulische verblijftijd in de selector is dan: $1.375/(860+1343) = 0,62 \text{ u} = 37$ minuten (afgerond 40 minuten).

12.2.2 Berekening mengverhouding tussen $Q_{\text{retourslib}}$ en $Q_{\text{afloop vbt}}$

Deze berekening loopt als volgt:

$Q_{\text{tot.in}} = 860 \text{ m}^3/\text{u}$

$Q_{\text{retourslib}}: 1.343 \text{ m}^3/\text{u}$

De verhouding is dan $860/1.343 = 0,64$. Dit betekent dus 640 ml $Q_{\text{tot.in}}$ opmengen met 1.000 ml retourslib of veelvouden hiervan.

12.2.3 Recirculatie nitraatrijk actiefslibwatermengsel

Op rwzi Bath wordt vanuit het laatste beluchttingscompartiment nitraatrijk actiefslibwatermengsel gerecirculeerd naar de selector. Per straat is een retourvijzel aanwezig ($Q_{\text{max}} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ per vijzel). De hoeveelheid gerecirculeerd actiefslibwatermengsel is afhankelijk van het gemeten nitraat gehalte en kan op verschillende wijzen worden ingesteld.

BIJLAGE 3

WERKWIJZE SIMULATIE SELECTOR

OPGESTELD DOOR:

D. van de Ruit, afdeling fysische chemie (Delta Waterlab)

J. Baltussen (BACO-adviesbureau, j.baltussen@baco.nl, 0499-329444)

1. INLEIDING

In het kader van het STOWA-project 'Bodembescherming op rwzi's' wordt onderzoek verricht naar de kwaliteit van het stedelijk afvalwater tijdens het doorlopen van de verschillende zuiveringsstappen.

Op deze wijze kan worden bepaald in hoeverre de milieubezwaarlijke eigenschappen afnemen tijdens het zuiveringsproces.

Het onderzoek wordt verricht op de rwzi Bath beheerd door Waterschap Brabantse Delta. Voor het onderzoek is een apart meet- en bemonsteringsprogramma (met werkvoorschriften) opgesteld.

Een belangrijk rol hierin speelt de selector. In de selector wordt voorbezonden stedelijk afvalwater in contact wordt gebracht met actief slib (in feite retourslib).

Verondersteld wordt dat in een selector door een combinatie van fysisch/chemische en biochemische processen de opgeloste verontreinigingen zo snel worden opgenomen door het actief slib dat de kwaliteit van de waterfractie sterk lijkt op die van het effluent. Dit zou betekenen dat de milieubezwaarlijkheid van de waterfractie in de selector al minimaal is. Het gevolg is dat vanaf de selector minder vergaande bodembeschermende maatregelen getroffen hoeven te worden.

Het onderhavige onderzoek dient om hierin meer inzicht te geven.

In overleg met waterschap Brabantse Delta is besloten om voor het selector-onderzoek geen monsters te nemen uit de selector zelf. Dit heeft te maken met de turbulente en onvoorspelbare stromingen in een selector. Hierdoor bestaat de kans dat in de praktijk monsters worden genomen die een verkeerd beeld geven van de werking van de selector.

Om deze reden wordt uitgegaan van een simulatie van de selector op laboratorium. In dit werkvoorschrift is vastgelegd hoe de simulatie op het laboratorium van Deltawaterlab is uitgevoerd.

2. MONSTERNAME MEDIA TEN BEHOEVE VAN DE SIMULATIE

Op de rwzi Bath wordt op de dag dat de simulatie is gepland in de ochtend uren monsters genomen van afloop voorbezinktank en retourslib. In beide gevallen betreffen het steekmonsters van 10 liter. Deze worden in jerrycans gebracht en in gekoelde conditie naar het laboratorium getransporteerd.

Deze media worden vervolgens op het laboratorium gebruikt voor de uitvoering van de simulaties.

3. SIMULATIE 'INLOOP' SELECTOR

- 1 Meteen na binnenkomst op het laboratorium wordt het retourslib 10 minuten belucht. Beluchting vindt in ieder plaats totdat het de zuurstofconcentratie hoger is 3 mg/l is (controleer met behulp van een zuurstofmeter).

- 2 Vul een emmer van 10 liter met 4 liter retourslib en 2,56 liter afloop voorbezinktank. Roer gedurende 5 minuten met behulp van een roervlo zachtjes totdat alle suspensie in beweging is (er mag geen lucht inslaan).
- 3 Zet de roerder uit.
- 4 Neem direct een integraal monster voor de analyse van:
 - drogestof in een slibpotje;
 - pH in een urinekoker;
 - metalen in een slibpotje;
 - PAK (2 liter in 2 groene flessen).
- 5 Laat de suspensie 3 minuten rustig bezinken.
Voer de volgende stap uit in ca. 2 minuten
Schep voorzichtig ca. 300 ml van de bovenstaande vloeistof (decantaat) in een flesje voor BTEX-bepaling, totdat flesje volledig is gevuld. Sluit flesje direct af.
- 6 Vul 4 centrifugebuizen van 250 ml (of 16 van 100ml) met overige (bezonken) suspensie en centrifugeer 4 minuten bij 2500 tpm.
- 7 Meng de 4 supernatanten in een bekersglas en neem monsters voor de volgende analyses:
 - CZV, NKj, P-totaal, metalen, kwik
 - filtreer een kleine hoeveelheid (volgens voorschrift voorbehandeling) voor NO₂/NO₃-bepaling
 - PAK (2 liter in 2 groene flessen [eventueel 2e centrifugeronde])
- 8 Codeer alle monsters op de juiste wijze en overhandig deze aan inboek(st)er.

4. SIMULATIE 'AFLOOP' SELECTOR

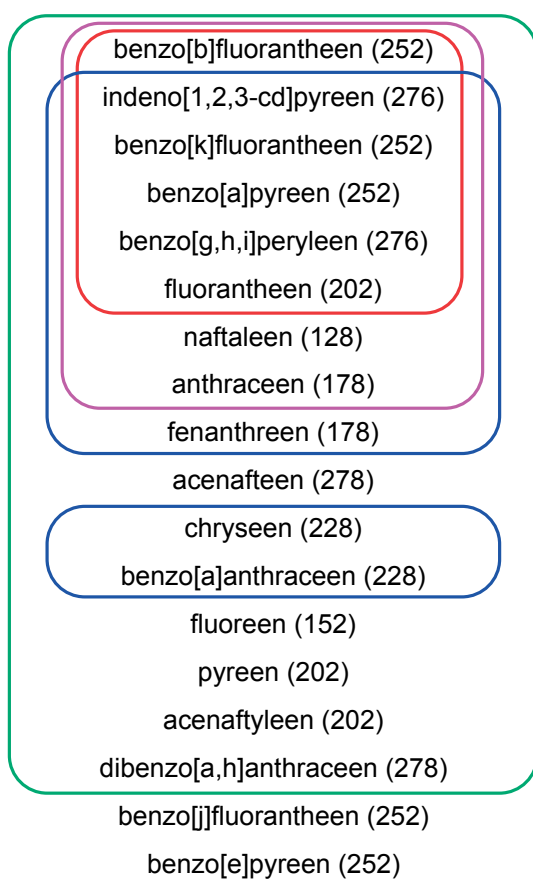
- 1 Meteen na binnenkomst op het laboratorium wordt het retourslib 10 minuten belucht. Beluchting vindt in ieder plaats totdat het de zuurstofconcentratie hoger is 3 mg/l is (controleer met behulp van een zuurstofmeter).
- 2 Vul een emmer van 10 liter met 4 liter retourslib en 2,56 liter afloop voorbezinktank. Roer gedurende 40 minuten met behulp van een roervlo zachtjes totdat alle suspensie in beweging is (er mag geen lucht inslaan). De 40 minuten contacttijd is direct afgeleid uit de hydraulische verblijftijd van slib en voorbezonken afvalwater in de selector van de rwzi Bath.
- 3 Zet de roerder uit.
- 4 Neem direct een integraal monster voor de analyse van:
 - drogestof in een slibpotje;
 - pH in een urinekoker;
 - metalen in een slibpotje;
 - PAK (2 liter in 2 groene flessen).
5. Laat de suspensie 3 minuten rustig bezinken.
Voer de volgende stap uit in ca. 2 minuten Schep voorzichtig ca. 300 ml van de bovenstaande vloeistof (decantaat) in een flesje voor BTEX-bepaling, totdat flesje volledig is gevuld. Sluit flesje direct af.
6. Vul 4 centrifugebuizen van 250 ml (of 16 van 100 ml) met overige (bezonken) suspensie en centrifugeer 4 minuten bij 2500 tpm.
7. Meng de 4 supernatanten in een bekersglas en neem monsters voor de volgende analyses:
 - CZV, NKj, P-totaal, metalen, kwik
 - filtreer een kleine hoeveelheid (volgens voorschrift voorbehandeling) voor NO₂/NO₃-bepaling
 - PAK (2 liter in 2 groene flessen [eventueel 2e centrifugeronde])
8. Codeer alle monsters op de juiste wijze en overhandig deze aan inboek(st)er. 5.
 Rapportage resultaten
 De resultaten worden gerapporteerd aan de hand van de analysestaten.

BIJLAGE 4

PAK-SCHEMA'S EN TOETSWAARDEN

Poly-cyclische aromatische verbindingen (PAK's) zijn organische verbindingen die bestaan uit twee of meerdere gekoppelde aromatische ringen (benzeenringen) en die meer of minder toxisch en/of carcinogeen zijn. De toxiciteit van individuele PAK-verbindingen kan sterk verschillen. Er zijn honderden verschillende verbindingen die onder de PAK's vallen. Echter 16 daarvan zijn aangemerkt als het meest relevant.

Deze 16 PAK's kunnen op verschillende manieren worden ingedeeld. Dit worden paletten genoemd. In het onderstaande schema zijn een viertal paletten gegeven.

**PAK-paletten:**

6 van Borneff

10 van VROM

16 van EPA

PAK's (8) van de E-PRTR-lijst

Type PAK	Toetswaarde volgens Bodemcirculaire VROM 2009 (10 PAK's van VROM)	
	S-waarde	I-waarde
benzo[b]fluorantheen (252)		
indeno[1,2,3-cd]pyreen (276)	0,0004	0,05
benzo[k]fluorantheen (252)	0,0004	0,05
benzo[a]pyreen (252)	0,0005	0,05
benzo[g,h,i]peryleen (276)	0,0003	0,05
fluorantheen (202)	0,003	1
naftaleen (128)	0,01	70
anthraceen (178)	0,0007	5
fenanthreen (178)	0,003	1
acenaftteen (278)		
chryseen (228)	0,003	0,2
benzo[a]anthraceen (228)	0,0001	0,5
fluoreen (152)		
pyreen (202)		
acenaftyleen (202)		
dibenzo[a,h]anthraceen (278)		
benzo[j]fluorantheen (252)		
benzo[e]pyreen (252)		

BIOCHEMISCHE TOLUEENVORMING OP RWZI'S

INHOUD

1	INLEIDING	67
2	DOELSTELLING	68
3	AANPAK	69
3.1	Literatuuronderzoek	69
3.2	Tolueenvorming op Nederlandse rwzi's	70
3.3	Indikken en bufferen van slib in de praktijk	70
3.4	Meetprogramma en keuze rwzi's	71
3.5	Uitvoering meetprogramma	72
4	RESULTATEN	73
4.1	Tolueengehaltes in indickers en buffers	73
4.2	Invloed van temperatuur op tolueengehaltes	73
4.3	Invloed van redoxpotentiaal op tolueengehaltes	74
4.4	Samenhang acidogenese en tolueengehalte	75
4.5	Samenhang hydraulische verblijftijd en tolueengehalte	77
4.6	Risico's ten gevolge van tolueenvorming	77
5	CONCLUSIES	79
	BIJLAGEN	
1	HET ONTSTAAN VAN TOLUEEN BIJ OPSLAG VAN ZUIVERINGSSLIB	81
2	KINETIEK EN ACHTERGRONDEN VAN BIOCHEMISCHE TOLUEENVORMING	121
3	BLOKSCHEMA'S EN KENMERKEN ONDERZOCHE RWZI'S	123
4	MEETPROGRAMMA EN TOLUEENANALYSE IN SLIB	129
5	OVERZICHTEN ANALYSERESULTATEN EN WAARNEMINGEN PER RWZI	133

1

INLEIDING

In voorgaande jaren zijn door verschillende zuiveringbeheerders verhoogde toluëenconcentraties gevonden in de sliblijn. Van waterschap Brabantse Delta en Wetterskip Fryslân is bekend dat zij daar nader onderzoek naar gedaan hebben. Oorzaken werden echter nooit gevonden.

In het kader van het STOWA-project 'Bodembescherming op rwzi's' werd opnieuw de aandacht gevestigd op het voorkomen van toluëen in slibwater. De reden daarvoor is dat toluëen in slibwater kan leiden tot aanvullende bodembeschermende eisen.

Uit raadpleging van literatuur bleek in sedimenten van Zuid-Duitse meren toluëen aanwezig te zijn, zonder dat daar antropogene activiteit voor verantwoordelijk kon worden gehouden. Het gevonden toluëen bleek biochemisch gevormd te worden door het micro-organisme *Tolomonas auensis*. Biochemische toluëenvorming blijkt ondermeer afhankelijk te zijn van voorkomende milieucondities.

Om te bezien in hoeverre biochemische toluëenvorming voor zou kunnen komen op rwzi's is enerzijds een literatuuronderzoek uitgevoerd en anderzijds is dit fenomeen op een aantal rwzi's nader onderzocht. Bovendien is gekeken naar manieren om toluëenvorming te voorkomen.

2

DOELSTELLING

Met dit deelproject worden de volgende doelen beoogd:

- aan de hand van literatuuronderzoek vaststellen welke milieuocondities nodig zijn voor biochemische tolueenvorming;
- het bepalen of biochemische tolueenvorming voorkomt in slibindickers en slibbuffers van rwzi's en de mate waarin;
- in het geval dat relevante tolueenconcentraties gevonden worden trachten een relatie te vinden met de voorkomende milieuocondities;
- het bepalen van risico's ten gevolge van tolueenvorming voor mens en milieu;
- het zo mogelijk bepalen van beheersmaatregelen om tolueenvorming te voorkomen dan wel te beperken.

3

AANPAK

3.1 LITERATUURONDERZOEK

De eerste stap in het verkennen van de biochemische tolueenvorming is een literatuuronderzoek. Dit literatuuronderzoek is uitgevoerd door Tauw BV. In deze paragraaf worden de hoofdpunten uit het onderzoek vermeld.

Biochemische tolueenvorming in slib in waterbodems komt op grote schaal voor. Door bacteriën uit waterbodemslib te isoleren is gebleken dat het micro-organisme *Tolomonas auensis*, ook wel strain TA 4^T genoemd, verantwoordelijk is voor de vorming van toluen in anoxisch zoetwaterslib in waterbodems. Strain TA 4^T is een vrij algemeen organisme, zonder speciaal gen, geen bijzondere enzymen of bijzondere omzettingroutes. Er kan daarom vanuit worden gegaan dat biochemische tolueenvorming een natuurlijke en veelvoorkomende omzetting is en dat er waarschijnlijk ook andere organismen zijn die op biochemische wijze toluen kunnen vormen.

Op basis van Pools pilot-onderzoek naar tolueenvorming in zuiveringsslib tijdens de slibgisting en metingen van Nederlandse waterschappen is onderzocht hoe en wanneer tolueenvorming plaatsvindt in zuiveringsslib. De vorming en afbraak van toluen in rwzi slib is een algemeen natuurlijk proces dat optreedt in aanwezigheid van algemeen voorkomende substraten en onder verzurende omstandigheden. Tolueenvorming vindt plaats gedurende de acidogene fase en tolueenafbraak gedurende de methanogene fase.

Bij slibgistingstanks lijkt tolueenvorming geen probleem te zijn, er wordt maar weinig toluen aangetroffen. Dit kan zowel zijn veroorzaakt door de niet optimale groeitemperaturen (>30 °C), als door de afbraak van toluen in de methanogene fase. Uit metingen van een waterschap is gebleken dat wanneer tolueenhoudend slib vergist wordt, er in het uitgegiste slib geen toluen meer meetbaar is. Het toluen wordt dus volledig in de gistingstank afgebroken.

In opslag tanks voor secundair slib (bij rwzi's zonder slibgistingstank) kan tolueenvorming problemen opleveren. Al bij opslagtijden van 1 - 2 weken is tolueenvorming mogelijk. Het is echter afhankelijk van de temperatuur, de mineralisatiegraad en het anoxisch zijn van het slib. Omdat de processituatie per rwzi verschilt en omdat het tolueenvormingsproces in de tijd op rwzi's niet gemonitord wordt, kan er vanuit de literatuur geen duidelijke uitspraak worden gedaan over het effect van verschillende opslagtijden en de concentraties in de afgezogen lucht. Het is daarom moeilijk te voorspellen of in een specifieke situatie tolueenvorming optreedt en hoe hoog het gehalte dan zal zijn. Wel is duidelijk dat hoe korter de tijdsduur van opslag hoe minder tolueenvorming er optreedt. In ongeventileerde kopruimtes van slibbuffers kan de MAC waarde worden overschreden, waardoor ARBO technische maatregelen noodzakelijk zijn. Ook de 10 % LEL voor toluen kan worden overschreden.

In het literatuuronderzoek wordt aanbevolen om op de risicovolle plaatsen op de rwzi, waar verzuren-de en anaërobe omstandigheden op kunnen optreden, te monitoren op het toluueengehalte in de lucht en waterfase om vast te stellen of toluueenvorming plaatsvindt, hoe hoog de concentratie kan oplopen en om vast te stellen of er ARBO- en/of explosie risico's zijn.

In bijlage 1 is het literatuuronderzoek integraal weergegeven. Daarin staan ook rekenvoorbeelden van de emissies vanuit het slibwater naar de bovenstaande lucht.

3.2 TOLUEENVORMING OP NEDERLANDSE RWZI'S

Aan de hand van het literatuuronderzoek is bepaald onder welke omstandigheden biochemische toluueenvorming verwacht zou kunnen worden. De belangrijkste criteria daarvoor zijn:

- de opslag van slib gedurende meerdere dagen;
- het voorkomen van anoxische omstandigheden in opgeslagen slib en/of het voorkomen van een acidogenese fase.

3.3 INDIKKEN EN BUFFEREN VAN SLIB IN DE PRAKTIJK

De in paragraaf 3.2 geschetste condities doen zich meestal voor op de kleinere rwzi's. Kleinere rwzi's zijn meestal niet voorzien van een mechanische slibverwerking. Het spuislib wordt eerst gravitair ingedikkt. Het drogestof gehalte neemt in een indikker toe van ongeveer 1 naar 3% drogestof. Een indikker wordt vaak continue bedreven en niet gebruikt voor de opslag van slib. Het ingedikte slib wordt daarom afgelaten naar een slibbuffer. Deze bassins hebben een inhoud van enkele honderden tot duizenden kubieke meters. Het slib verblijft enkele dagen tot meerdere weken in deze buffers om vervolgens per as afgevoerd te worden naar centrale slibverwerkingsinrichtingen, die meestal gesitueerd zijn op de grote rwzi's.

Tijdens de opslag in buffers komt een ongecontroleerd gistingsproces op gang. De milieucondities variëren hierbij van anoxisch tot anaëroob. Ook treedt biogasvorming op. Het gevolg is dat door bezinking of een flotatie een stratificatie-effect optreedt en vrij water wordt afgescheiden. Om dit water af te laten zijn slibbuffers vaak voorzien van decanteervoorzieningen. Deze zijn zo gemaakt dat water op verschillende hoogtes kan worden afgescheiden. Het afgescheiden water wordt via de terreinriolering teruggevoerd naar het ontvangstwerk.

Slibbuffers zijn vaak rechthoekig gevormd met schuine taluds. Mede door het visceuse karakter van het slib kunnen slibbuffers niet volledig leeggemaakt worden. Om te voorkomen dat tijdens het vullen van een tankauto alleen het dunslib of water onttrokken wordt, is vaak een voorziening getroffen om de inhoud goed te mengen vóórdat transport plaatsvindt.

Ter illustratie zijn enkele foto's geplaatst. Deze foto's hebben betrekking op de rwzi Kaatsheuvel, beheerd door waterschap Brabantse Delta.

FOTO 1 SLIBINDIKKER MET OP DE ACHTERGROND SLIBBUFFERS



FOTO 2 GEDEELTELIJK GEVULDE SLIBBUFFER MET DECANTEER- EN MENGVOORZIENING



3.4 MEETPROGRAMMA EN KEUZE RWZI'S

Gebaseerd op de geschetste praktijk zijn, van een viertal waterschappen, een negental rwzi's gekozen waar toluueenvorming werd vermoed. Deze rwzi's zijn vervolgens betrokken in het onderhavige toluueenonderzoek.

De technologische kenmerken en de blokschema's van de rwzi's zijn opgenomen in bijlage 3. In de blokschema's zijn de plaatsen aangegeven waar de monsters voor dit onderzoek zijn genomen.

Vervolgens is aan de hand van een meetprogramma (bijlage 4) uitvoering gegeven aan monsternamen en analysering en zijn een aantal kenmerken van de bedrijfsvoering vastgelegd.

Omdat het een inventariserend onderzoek op negen verspreid liggende rwzi's betrof, is besloten om de slibmonsters niet centraal door één laboratorium te laten analyseren maar door de laboratoria waar de waterschappen normaliter ook gebruik van maken. Wel is met de laboratoria overlegd op welke wijze het toluengehalte het beste bepaald kon worden.

3.5 UITVOERING MEETPROGRAMMA

De uitvoering van het meetprogramma heeft plaatsgevonden in de periode van januari tot en met april 2008. Per rwzi zijn meerdere monsters genomen van zowel indikker (indien aanwezig) als de slibbuffer. Deze monsters zijn geanalyseerd op de parameters/kenmerken van tabel 1.

TABEL 1 OVERZICHT GEMETEN PARAMETERS

parameter	eenheid
hydraulische verblijftijd	dgn
redoxpotentiaal	mV
temperatuur	°C
pH	-
indamprest	g ds/kg
gloeirest van de idr	%
tolueen	mg/l
benzeen	mg/l
ethylbenzeen	mg/l
o-Xyleen	mg/l
m- en p-xyleen	mg/l
naftaleen	mg/l
vluchtige vetzuren	mg/l
alkaliteit	meq/l
azijnzuur	mg/l
boterzuur	mg/l
propionzuur	mg/l
valeriaanzuur	mg/l
iso-boterzuur	mg/l
iso-valeriaanzuur	mg/l

Overigens hebben niet alle monsters hetzelfde analytische onderzoek ondergaan. De parameters temperatuur en redoxpotentiaal zijn op locatie bepaald. Dit geldt ook voor de pH voor zover dat mogelijk was.

4

RESULTATEN

4.1 TOLUEENGEHALTES IN INDIKKERS EN BUFFERS

De resultaten van de monsters zijn tabelsgewijs per rwzi opgenomen in bijlage 5. In tabel 2 is een overzicht van de tolupeenwaarnemingen gegeven.

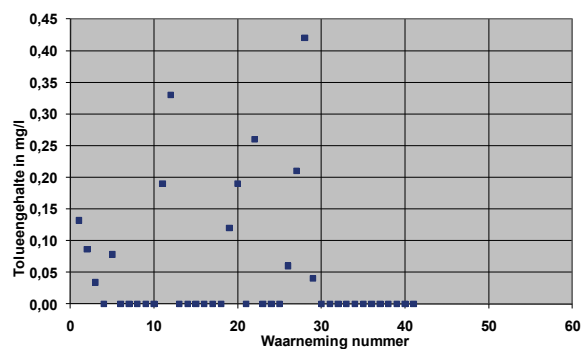
TABEL 2 OVERZICHT TOLUEENWAARNEMINGEN

		indikers	slibbuffers
aantal tolupeen waarnemingen	n	41	62
aantal tolupeen waarnemingen groter dan RG	n	13	54
aantal tolupeen waarnemingen kleiner dan RG	n	28	8
gemiddeld gehalte	mg/l	< 0,1	8,1
maximum gehalte	mg/l	0,4	50,3
80% percentiel	mg/l	0,24	15,2

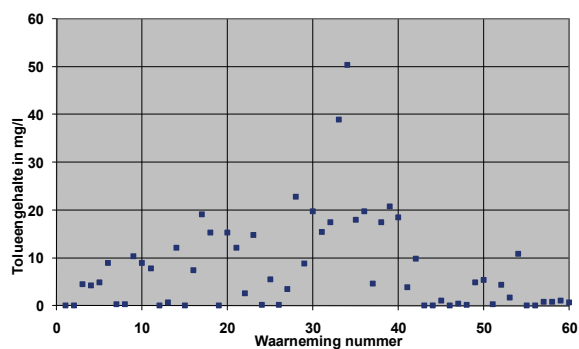
Het blijkt dat over het algemeen de toluengehaltes in slibindikers veel lager zijn dan in slibbuffers.

In de volgende grafieken zijn de toluengehaltes in slibindikers en buffers gevisualiseerd.

FIGUUR 1 TOLUEEN IN SLIBINDIKKERS



FIGUUR 2 TOLUEEN IN SLIBBUFFERS



Opmerkelijk is dat de tolupeenconcentratie in slibbuffers gemiddeld 100x zo hoog is dan in indikers.

4.2 INVLOED VAN TEMPERATUUR OP TOLUEENGEHALTES

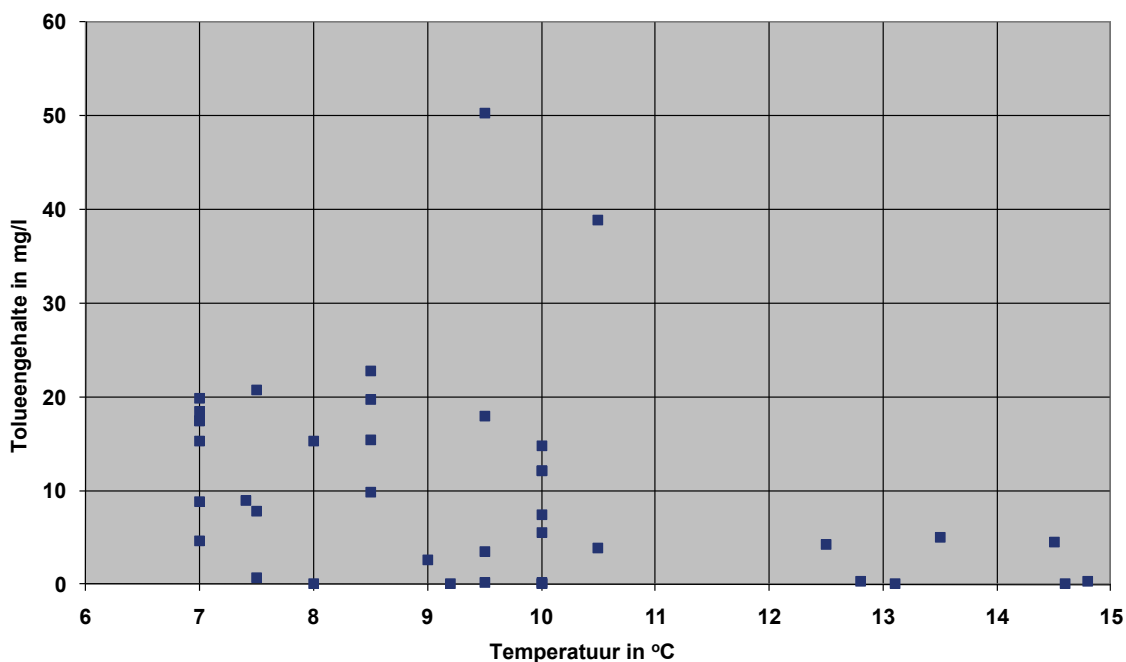
Toluueenvorming is een biochemisch proces en derhalve temperatuur afhankelijk. Tijdens het meetprogramma werden temperaturen gemeten zoals aangeven in de onderstaande tabel.

TABEL 3 TEMPERATUURWAARNEMINGEN INDIKKERS EN SLIBBUFFERS

		indikers	slibbuffers
temperatuur gemiddeld	°C	10,3	9,5
temperatuur maximum	°C	15	15
temperatuur minimum	°C	8,5	7

In de grafiek is het verband gegeven tussen de gemeten temperatuur en de toluengehaltes.

FIGUUR 3 TOLUEENGEHALTE VERSUS TEMPERATUUR

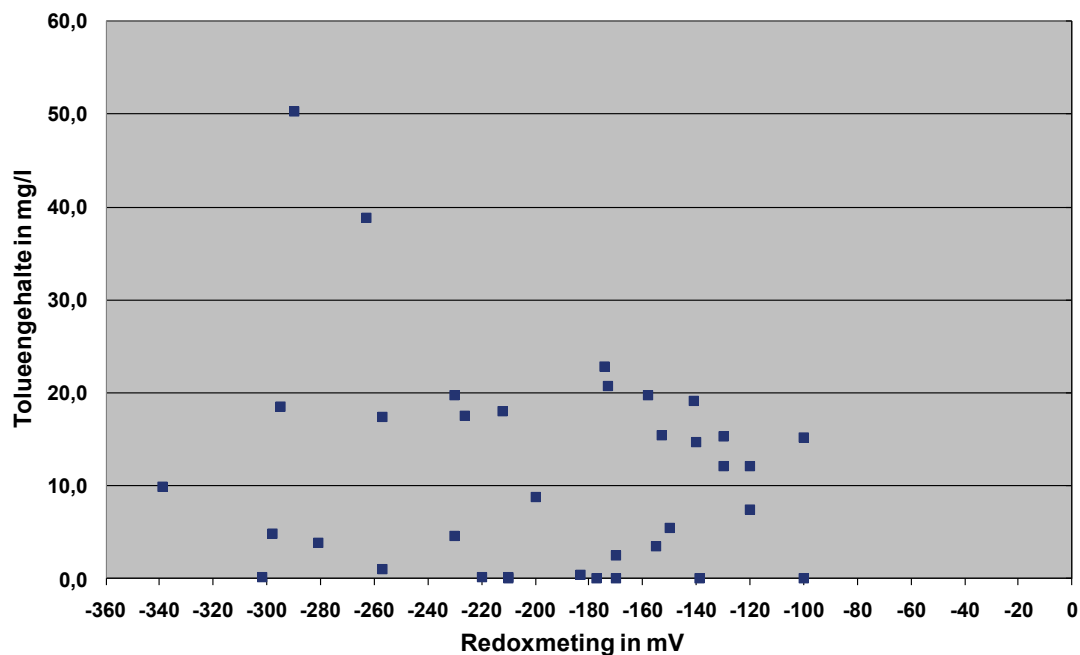


Uit de grafiek is geen verband op te maken. Wel is te zien dat toluenvorming ook bij lage temperaturen plaats. Volgens de literatuur groeit *Tolomonas auensis* bij temperaturen hoger dan 5°C. Significante groei treedt op bij temperaturen tussen 12 en 25 °C en vanaf 30°C is er nog nauwelijks groei.

4.3 INVLOED VAN REDOXPOTENTIALAAL OP TOLUEENGEHALTES

Omdat er een verband vermoed wordt tussen de redoxpotentiaal in een medium en de toluenproductie is dit onderzocht.

FIGUUR 4 TOLUEENGEHALTE VERSUS REDOXPOTENTIAAL



Uit de grafiek blijkt geen direct verband waar te nemen.

Volgens de literatuur treedt toluenevorming op in anoxische omstandigheden. In strik anaerobe omstandigheden zou toluene weer afgebroken worden dan wel de vorming stoppen.

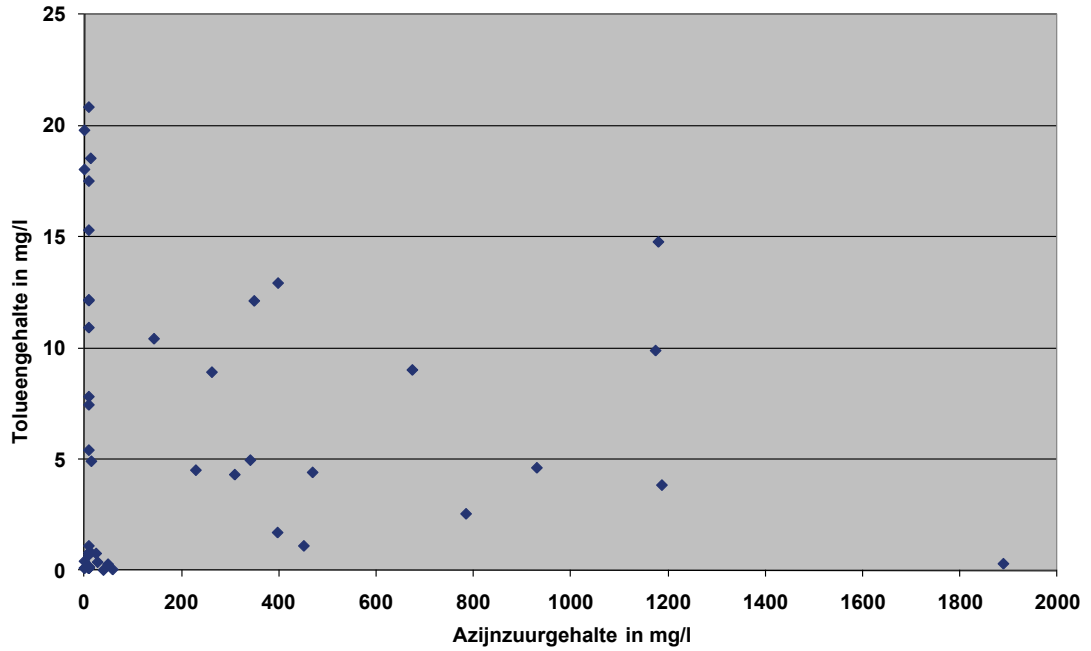
Het meten van een representatieve redoxpotentiaal in slibbuffers is moeilijk omdat de milieuomstandigheden op micro-niveau sterk kunnen variëren. De vraag is of met een meting in een slibmonster een representatief beeld wordt verkregen van de redoxpotentiaal op het moment dat de toluenevorming heeft plaatsgevonden. Dit is waarschijnlijk niet het geval. Daarom dienen de redoxpotentiaal waarnemingen met voorzichtigheid gehanteerd te worden.

4.4 SAMENHANG ACIDOGENESE EN TOLUEENGEHALTE

In de literatuur wordt de vorming van toluene gekoppeld aan de acidogenese. Daarom is in de volgende grafiek de relatie weergegeven tussen het azijnzuurgehalte en het toluengehalte.

FIGUUR 5

TOLUEENGEHALTE VERSUS AZIJNZUURGEHALTE

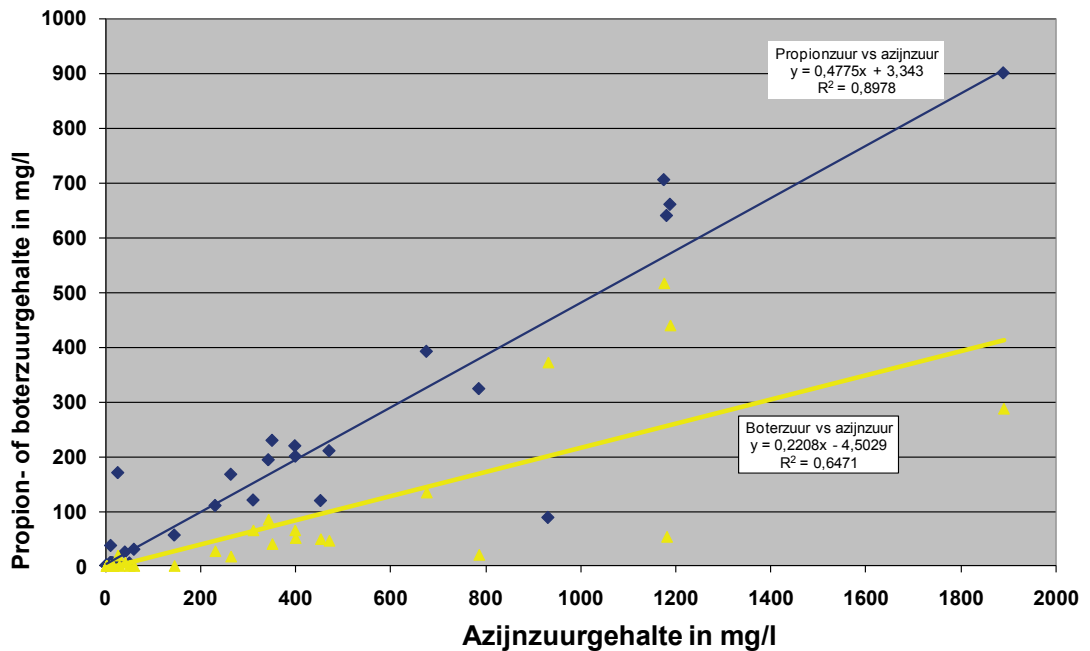


Uit de grafiek kan geen eenduidige relatie afgeleid worden.

Om te kunnen beoordelen of de acidogenese evenwichtig verloopt is in de onderstaande grafiek het azijnzuurgehalte uitgezet tegen enerzijds het propionzuur- en anderzijds het boterzuurgehalte. Er blijkt een duidelijke correlatie te zijn die zich uit in een lineair verband.

FIGUUR 6

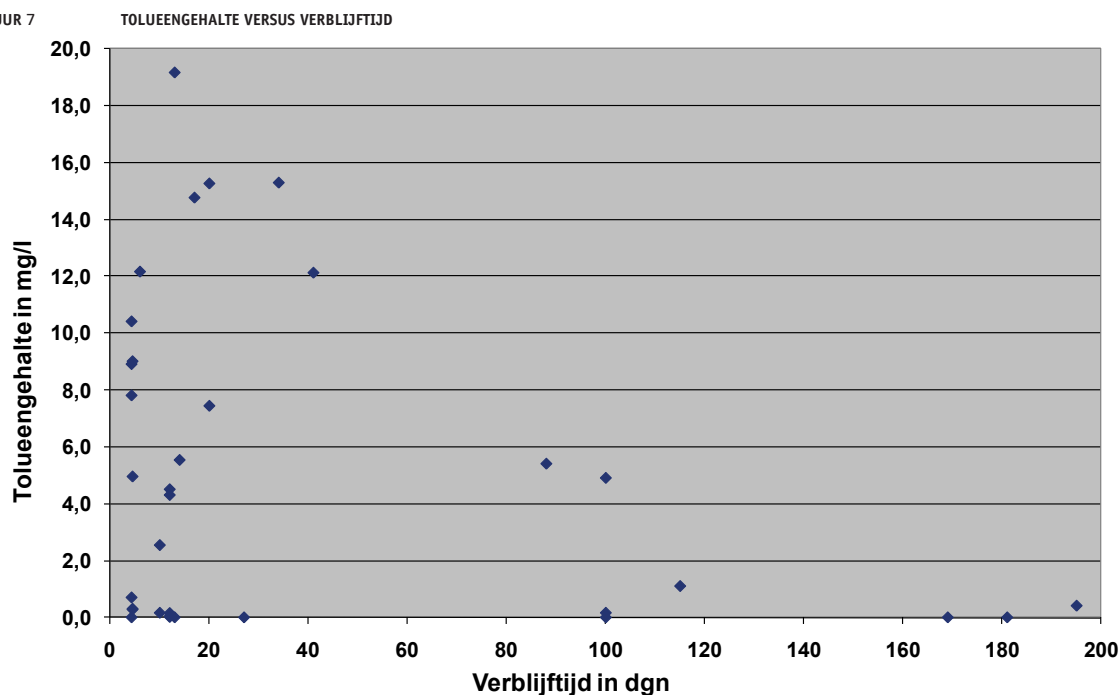
PROPION/BOTERZUURGEHALTE VERSUS AZIJNZUURGEHALTE IN SLIBBUFFERS



4.5 SAMENHANG HYDRAULISCHE VERBLIJFTIJD EN TOLUEENGEHALTE

Voor zover het mogelijk is om de hydraulisch verblijftijd van slib in een slibbuffer te bepalen is deze gerelateerd aan het toluene gehalte.

FIGUUR 7



Uit de grafiek blijkt dat bij lange hydraulische verblijftijden over het algemeen geen hogere toluengehaltes verwacht hoeven te worden. Opgemerkt wordt dat in de praktijk hydraulische slibverblijftijden flink kunnen verschillen in een buffer. Waarschijnlijk moet voor de verblijftijd een ruime range worden aangehouden. Vaak blijft slib achter bij het ledigen van een slibbuffer. Dit slib kan als entslib dienen voor een volgende batch waardoor wellicht toluenevorming sneller op gang kan komen.

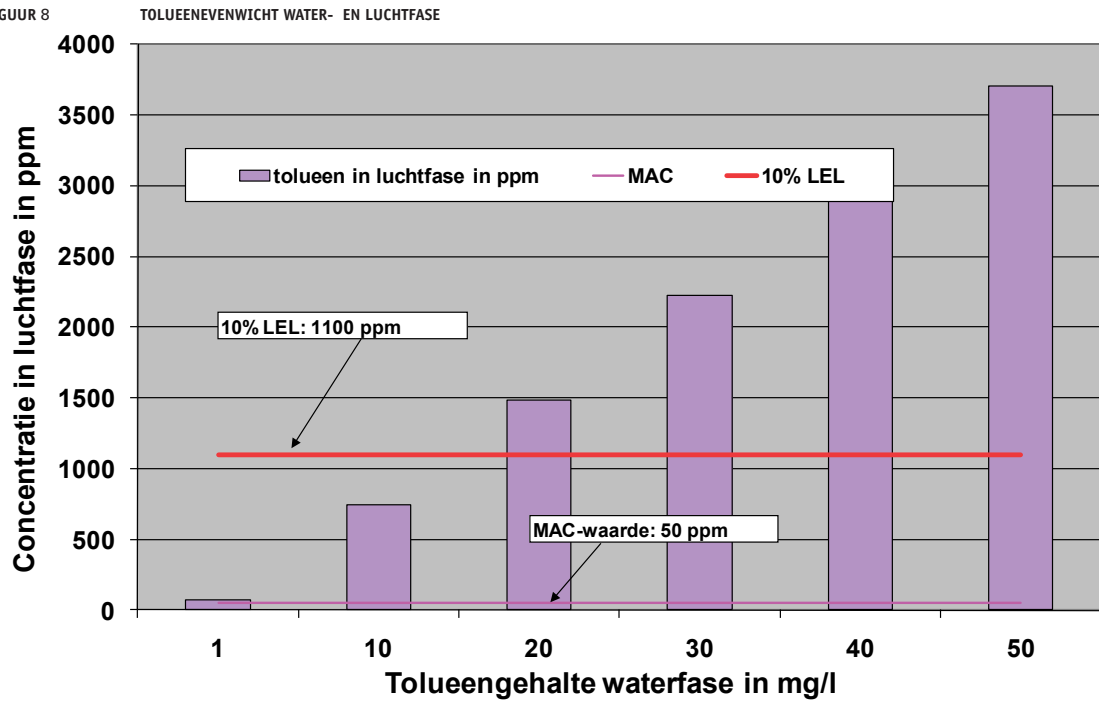
4.6 RISICO'S TEN GEVOLGE VAN TOLUEENVORMING

Toluene is niet alleen voor het milieu gevaarlijk maar ook voor de mens. Inademing van toluene vormt een gezondheidsrisico. Hoge gehalten aan toluene kunnen voor een explosieve atmosfeer zorgen.

Toluene heeft een oplosbaarheid van 470 mg/l. In een afgesloten tank wordt een evenwicht gevormd tussen het toluengehalte in de waterfase en de luchtfase. Dit evenwicht is afhankelijk van de Henry-coëfficiënt die stofspecifiek is. Uit berekeningen blijkt dat in een evenwichtssituatie een toluengehalte van minder dan 1 mg/l al een overschrijding van de MAC-waarde tot gevolg kan hebben.

In de volgende grafiek is het verband aangegeven tussen toluengehaltes in de waterfase en de luchtfase bij een evenwichtssituatie.

FIGUUR 8



Bij gevonden tolueneconcentraties is een overschrijding van de 10% LEL-waarde mogelijk bij circa 15 mg toluene per liter.

Voor toetsing van toluenewaarden in grondwater gelden de volgende normen:

- S-waarde: 7 µg/l;
- I-waarde: 1.000 µg/l.

De gemeten toluengehaltes in slibindickers liggen allemaal onder de I-waarde. Van de gemeten toluengehaltes in slibbuffers overschrijdt 80% van de waarnemingen de I-waarde.

5

CONCLUSIES

SLIBINDIKKERS

- 1 In tweederde van de onderzochte indikkers wordt toluen gevormd.
- 2 De toluengehaltes liggen onder de I-waarde (dus < 0,5 mg/l) en vormen een licht verhoogd bodemrisico.
- 3 Niet afgedekte indikkers vormen geen risico ten aanzien van overschrijding MAC-waarde in de luchtfase.
- 4 Afgedekte indikkers geven kans op overschrijding van de MAC-waarde in de luchtfase als de luchtafzuiging niet goed functioneert.
- 5 Zodra een afgedekte indikker wordt betreden dient de nodige zorgvuldigheid in acht te worden genomen ten aanzien van de luchtkwaliteit. Deze zorgvuldigheid wordt thans reeds gepraktiseerd door waterschappen (werkvoorschriften).

SLIBBUFFERS

- 1 In 90% van de slibbuffermonsters is toluen gemeten (bij watertemperaturen van 7-15 °C). Derhalve wordt geconcludeerd dat toluenvorming generiek voorkomt in buffers van secundair slib.
- 2 Met een gemiddeld gehalte van ca 9 mg/l wordt de I-waarde (indicator voor grondwaterkwaliteit) voor toluen fors overschreden. Uit dit oogpunt vormt de waterfase een verhoogd bodemrisico.
- 3 *Niet afgedekte* slibbuffers (dus blootgesteld aan de buitenlucht) vormen een gering risico ten aanzien van overschrijding van de MAC-waarde.
- 4 Bij het betreden van afgedekte slibbuffers is er een reële kans op overschrijding van de MAC-waarde.
- 5 In afgesloten slibbuffers kunnen toluenconcentraties in de luchtfase voorkomen die hoger zijn dan 10% LEL-waarde. Een goede ventilatie/afzuiging kan in deze gevallen het risico minimaliseren.
- 6 Bij het betreden van afgedekte slibbuffers (al dan niet geventileerd) dient zorgvuldigheid in acht genomen te worden ten aanzien van de luchtkwaliteit. Er is geen onderzoek gedaan of volstaan kan worden met de algemeen gebruikte gasdetectie-apparatuur.

TOLUEENVORMING

- 1 Uit literatuur blijkt dat de biokinetiek van *Tolomonas auensis* voor een belangrijk deel bekend is. Factoren die de toluenvorming beïnvloeden kunnen in de praktijk moeilijk gestaaft worden.
- 2 De indruk bestaat dat milieuomstandigheden in slibbuffers (bepaald aan de hand van indicatiefactoren zoals redoxpotentiaal, pH, acidogenese) op micro-niveau sterk variëren en daardoor toluenvorming zich moeilijk laat voorspellen.
- 3 Er is geen eenduidige parameter gevonden aan de hand waarvan toluenvorming beïnvloed kan worden of het gehalte aan toluen voorspeld kan worden.

ALGEMEEN

Het wordt niet uitgesloten dat er andere onderdelen zijn van een rwzi waar tolueenvorming voor kan komen. Gezien de verblijftijden en al dan niet voorkomende (beluchtings)processen is dit niet waarschijnlijk.

BIJLAGE 1

HET ONTSTAAN VAN TOLUEEN BIJ OPSLAG VAN ZUIVERINGSSLIB

LITERAATUURSTUDIE

VERANTWOORDING

Titel: Het ontstaan van Tolueen bij opslag van zuiveringslib

Opdrachtgever: STOWA

Projectleiderir. B.A.H. (Berend) Reitsma

Auteur(s): ir. A.N. (Amor) Gaillard en ir. B.A.H. (Berend) Reitsma

COLOFON

Tauw bv

afdeling Waterbouw

Handelskade 11

Postbus 133

7400 AC Deventer

Telefoon (0570) 69 99 11

Fax (0570) 69 96

INHOUD

	VERANTWOORDING EN COLOFON	82
1	INLEIDING	84
	1.1 Aanleiding	84
	1.2 Doelstelling	84
	1.3 Aanpak	84
	1.4 Leeswijzer	84
2	ALGEMENE EIGENSCHAPPEN VAN TOLUEEN	85
	2.1 Gebruik van toluen	85
	2.2 Eigenschappen van toluen	85
	2.3 Gevaren toluen	85
3	MICRO-ORGANISME STRAIN TA 4^T	86
	3.1 Inleiding	86
	3.2 Microbiologische omzettingen	86
	3.3 Temperatuur, zuurstof en pH effecten	86
4	TOLUEEN OP RWZI'S	87
	4.1 Inleiding	87
	4.2 Biologische toluueenvorming in Polen	87
	4.3 Gemeten toluen op Nederlandse rwzi's	88
	4.4 Toluueenvorming in slib	89
	4.5 Mogelijkheden om toluueenophoping te beperken	89
	4.6 Monitoring	90
5	ARBO EN MILIEU	91
	5.1 Inleiding	91
	5.2 Humane blootstelling	91
	5.3 Explosiegevaar	93
	5.4 Consequentie voor bodembeschermende voorzieningen ter voorkoming van bodemverontreiniging	93
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	94
	6.1 Conclusies	94
	6.2 Aanbevelingen	94
7	LITERATUURVERZICHT	95
	BIJLAGEN	
1	International Chemical Safety Card Toluene	97
2	Analyseresultaten toluen in waterfase bij rwzi Grou, rwzi Dokkum, rwzi Heerenveen van het Wetterskip Fryslân	103
3	Analyseresultaten toluen in influent, beluchtingstank, filtraat en centraat van diverse Nederlandse waterschappen	111
4	Analyseresultaten toluen in slib in rwzi's van het Wetterskip Fryslân en rwzi Kaatsheuvel van Waterschap Brabantse Deltawaterschappen	115

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Uit recente analyses bij rwzi's in het kader van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming is gebleken dat in opgeslagen zuiveringsslib toluengehalten voor kunnen komen van circa 5-10 mg/l. Dit toluen is niet afkomstig van toluenverontreinigingen in het behandelde afvalwater, maar wordt tijdens de slibopslag gevormd. Het is noodzakelijk om te verkennen of deze toluengehalten voor de Nederlandse situatie een probleem vormen.

1.2 DOELSTELLING

Het doel van de literatuurstudie is om vast te stellen hoe de toluenvorming tot stand komt, of er risico's aan verbonden zijn en wat er kan worden gedaan om de risico's te beperken.

1.3 AANPAK

Op basis van (internationale) literatuur is onderzocht hoe en wanneer toluenvorming plaatsvindt. Daarnaast zijn recente meetgegevens van Wetterskip Fryslân, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Aa en Maas en Waterschap Zeeuwse Eilanden geanalyseerd. Op de concept-tekst is vervolgens commentaar geleverd door Joop Baltussen van BACO-adviesbureau, de STOWA begeleidingscommissie van het project "Wet milieubeheer (Wm) en rioolwaterzuiverings-inrichtingen" en Mark van Loosdrecht van de TUD.

1.4 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 worden eerst de algemene eigenschappen van toluen vermeld. Hoofdstuk 3 behandelt het geïsoleerde toluenvormende micro-organisme strain TA 4^T uit sediment. Hoofdstuk 4 gaat in op de vorming van toluen op rwzi's, de gemeten praktijkwaarden van toluen en tevens wordt advies gegeven over de mogelijkheden om de toluenvorming te beperken. Hoofdstuk 5 behandelt de consequenties voor ARBO op rwzi's en consequenties voor bodembeschermende voorzieningen. In hoofdstuk 6 staan de conclusies en aanbevelingen.

2

ALGEMENE EIGENSCHAPPEN VAN TOLUEEN

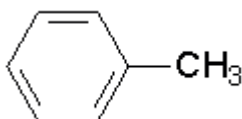
2.1 GEBRUIK VAN TOLUEEN

Tolueen of methylbenzeen, vroeger ook wel toluol genoemd, wordt onder andere als verdunningsmiddel en als grondstof in de chemie gebruikt. Tolueen is het belangrijkste bestanddeel van thinner. Het is ook een onderdeel van benzine en wordt gebruikt als oplosmiddel. Inademing van de damp, vooral langdurig, is schadelijk voor de gezondheid.

Tolueen wordt vaak samen met benzeen, ethylbenzeen en xyleen (BTEX) als bodemverontreiniging aangetroffen. Tolueenvervuiling in de bodem wordt vooral aangetroffen op oude gasfabriekterreinen, bij benzinstations en op terreinen van drukkerijen en verfindustrieën (waar tolueen veel als oplosmiddel werd gebruikt).

2.2 EIGENSCHAPPEN VAN TOLUEEN

Tolueen is een verbinding bestaande uit een benzeenring waarvan 1 waterstofatoom vervangen is door een methylgroep. De chemische structuurformule voor tolueen is $C_6H_5CH_3$.



Het is een kleurloze vloeistof, met kenmerkende geur. De damp vermengt zich goed met lucht, ontplofbare mengsels worden gemakkelijk gevormd. Explosiegrenzen, LEL (vol % in lucht) 1,1-7,1 %. Drempelwaarde: 50 ppm (als TWA); MAC: 50 ppm, 190 mg/m³. De onderste explosie grens wordt gevormd door de 10 %-LEL. Dit komt overeen met 1.100 ppm tolueen. In bijlage 1 is het volledige veiligheidsblad weergegeven.

2.3 GEVAREN TOLUEEN

De stof is irriterend voor de ogen en de luchtwegen. De stof kan effecten hebben op het centraal zenuwstelsel. Als deze vloeistof wordt ingeslikt en daarna in de luchtwegen terecht komt, dan kan chemische longontsteking ontstaan. Blootstelling aan een hoge dosis kan een onregelmatig hartritme en bewusteloosheid veroorzaken. De vloeistof ontvet de huid. De stof kan effecten hebben op het centrale zenuwstelsel. Blootstelling aan de stof kan de schade aan het gehoor die veroorzaakt wordt door geluid, versterken. Dierproeven tonen aan dat deze stof mogelijk schadelijk is voor de voortplanting of de ontwikkeling bij de mens.

3

MICRO-ORGANISME STRAIN TA 4^T

3.1 INLEIDING

Sinds 1991 is bekend dat biologische toluueenvorming in slib in waterbodems op grote schaal voorkomt [1]. Uit anoxisch zoetwaterslib is een bacterie geïsoleerd die toluueen produceert. Dit micro-organisme is gekarakteriseerd en opgenomen in de Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH als stam DSM 9187^T, ofwel *Tolomonas auensis*, ook wel strain TA 4^T genoemd. De vorming van toluueen met strain TA 4^T treedt op in aanwezigheid van algemeen voorkomende substraten, onder specifieke omstandigheden [2].

Strain TA 4^T is een vrij algemeen organisme met geen speciaal gen, geen bijzondere enzymen of bijzondere omzettingroutes. Er kan daarom vanuit worden gegaan dat biologische toluueenvorming een natuurlijke en veelvoorkomende omzetting is en dat er waarschijnlijk ook andere organismen zijn die op biologische wijze toluueen kunnen vormen [3].

3.2 MICROBIOLOGISCHE OMZETTINGEN

Toluueen kan door het organisme strain TA 4^T worden gevormd uit fenylalanine en zijn omzettingproducten fenylpyruvaat, fenyllactaat en fenylacetaat, met behulp van een koolstofbron. Fenylalanine is een aminozuur, die in vrijwel ieder eiwit (dierlijk of plantaardig) voorkomt.

Om te groeien heeft dit organisme een koolstofbron nodig, zoals cellobiose, fructose, glucose, glycogen, maltose, sucrose, etc (geen groei op cellulose, fucose, lactose en xylose). Van de geteste polyalcoholen, groeide het organisme alleen op mannitol en sorbitol. Overige geteste koolstofbronnen waarbij geen bacteriële groei (en dus ook geen toluueenvorming) optrad zijn thymine, vluchtige vetzuren en anorganische componenten.

Tijdens de laboratoriumtesten in de literatuur [2] stopte de toluueenproductie na circa 1 maand, doordat de voedingsbron uitgeput was. De uiteindelijke toluueenconcentratie in het water kwam hiermee op 41,4 g/l. Met deze hoge concentratie is productinhibitie door toluueen zelf onwaarschijnlijk.

3.3 TEMPERATUUR, ZUURSTOF EN PH EFFECTEN

Door middel van laboratoriumexperimenten zijn de optimale groeiomstandigheden voor strain TA 4^T bepaald. Groei trad op bij een pH tussen 6,0-7,5. Er trad geen groei op bij een pH kleiner dan 5,5 en groter dan 8,0. De benodigde temperatuur ligt tussen de 12 °C en 25 °C, met een optimum van 22 °C. Vanaf 5 °C treedt echter al groei op. De celgroei was relatief laag bij een temperatuur hoger dan 30 °C. Strain TA 4^T kan zowel onder aërobe als anaërobe condities groeien. Toluueenvorming vindt echter alleen plaats onder anaërobe en anoxische condities [2].

4

TOLUEEN OP RWZI'S

4.1 INLEIDING

Biologische tolueenvorming blijkt ook voor te komen in de sliblijn van rwzi's. In dit hoofdstuk worden de resultaten uit pilot testen in Polen en metingen van Nederlandse waterschappen besproken. Daarnaast wordt ingegaan op de condities voor groei en welke maatregelen getroffen kunnen worden om de tolueenproductie te stoppen of te verminderen.

In de Poolse literatuur zijn geen onderzoeken gedaan naar het type bacterie en dus is de aanwezigheid van strain TA 4^r in zuiveringsslib niet vastgesteld. Het is dus in principe mogelijk dat tolueen in zuiveringsslib wordt geproduceerd door een ander, wellicht nog niet getypeerd, micro-organisme. Dat betekent dus ook dat de condities voor optimale groei van de strain TA 4^r wellicht niet van toepassing zijn voor de tolueenvormende micro-organismen op rwzi's.

4.2 BIOLOGISCHE TOLUEENVORMING IN POLEN

In de periode 1997-2006 is op twee Poolse universiteiten (Gdansk en Bielsko-Biala) onderzoek uitgevoerd naar tolueenvorming in zuiveringsslib tijdens de slibgisting [4,5]. Op de universiteit van Bielsko-Biala is tolueenvorming tijdens slibgisting getest door middel van een pilotopstelling met een volume van 120 liter met primair en secundair slib [4]. De testen werden uitgevoerd bij 25 °C. Op verschillende momenten in het vergistingproces zijn oplopende tolueenconcentraties in het supernatant gemeten van 0,2 tot 20 mg/l en 42 mg/l in de acidogene fase. De daaropvolgende tolueenafbraak gedurende de methanogene fase varieerde van 0,4 tot 0,9 µg/l.dag [4]. Tijdens de eerste fase van de anaërobe gisting, de verzuring ofwel acidogene fase, neemt het tolueen-gehalte dus toe, terwijl in de methanogene fase de tolueenconcentratie weer afneemt [4,5].

Bij de Poolse pilotexperimenten nam de tolueenconcentratie sterk toe in de eerste 10 tot 20 dagen (piekconcentraties ongeveer 12-40 mg/l), tegelijk met een sterke toename van de vluchtige vetzuren (VFA = volatile fatty acids). De hoogte van de tolueenpiek is gerelateerd aan de hoeveelheid gevormd VFA en de slibverblijftijd (SRT, slibretentietijd) in de laboratoriumgistingstank. De laboratoriumtesten zijn uitgevoerd in drie series, A, B en C [4]. De resultaten staan in tabel 1.

Uit de resultaten blijkt dat hoe meer VFA gevormd wordt, hoe meer tolueen gevormd wordt. Het omslagpunt waarbij de tolueenconcentratie af begon te nemen lag gelijk met de afname van het VFA gehalte, na ongeveer 30 dagen. Echter, nadat vrijwel alle VFA is omgezet tussen de 60 en 80 dagen, is er nog steeds tolueen aanwezig (ongeveer 3-8 mg/l). De VFA concentratie kan daardoor dienen als indicatie van de aanwezigheid van tolueen, maar niet van de tolueenconcentratie. Het resterende tolueen neemt slechts langzaam af waardoor bij de testcondities van 25 °C het meer dan 100 dagen kan duren voordat tolueen in de pilot gistingstank volledig is omgezet [4,5].

TABEL 1 RESULTATEN TOLUEENVORMING IN PILOT GISTINGSTANK BIJ 25 °C [4]

Serie	SRT [dagen]	Testduur [dagen]	Tolueenpiek in eerste 20 dagen [mg/l]	Tolueenconcentratie op laatste testdag [mg/l]	Acetaat piek [mg/l]	Propionaat piek [mg/l]
A	30	81	20 (dag 14)	8	400 (dag 20)	700 (dag 50)
B	20	113	40 (dag 14)	8	1100 (dag 8)	1200 (dag 18)
C	10	100	12 (dag 20)	3	700 (dag 7)	700 (dag 16)

In paragraaf 4.4 wordt verder ingegaan op de risico's van toluueenvorming in Nederlandse gistingstanks.

4.3 GEMETEN TOLUEEN OP NEDERLANDSE RWZI'S

Bij het Wetterskip Fryslân is het overloopwater van slibbuffers op enkele rwzi's onderzocht in verband met het beoordelen van de risico's en te nemen maatregelen om te voldoen aan de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (= NRB). Bij de analyse van overloopwater en het filtraat van filterpersen zijn concentraties gemeten van 0,6 – 7,9 mg/l toluueen. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de analysesresultaten op enkele rwzi's van Wetterskip Fryslân. In het overloopwater van twee Poolse rwzi's zijn waarden aangetroffen, variërend van 0,6 – 24 mg/l [5]. Dat ligt dus ongeveer in dezelfde orde van grootte.

Analyses van het filtraat en centraat bij Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Aa en Maas en Waterschap Zeeuwse Eilanden gaven minder hoge toluueen waarden variërend van 0,005 – 0,11 mg/l toluueen. Zie bijlage 3. Uit onderzoek van deze waterschappen naar de herkomst van toluueen, bleek dat het toluueen in het filtraat en centraat niet afkomstig was van het influent of gevormd werd in de beluchtingstank. De gemeten toluueen concentraties in het influent en beluchtingstank varieerden van 0,0004 -0,009 mg/l.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de toluueengehalten in overloopwater, filtraat en centraat van een aantal Nederlandse rwzi's.

TABEL 2 RESULTATEN GEMETEN TOLUEENGEHALTEN IN OVERLOOPWATER, FILTRAAT VAN FILTERPERSEN EN CENTRAAT VAN SLIBCENTRIFUGES VAN EEN AANTAL NEDERLANDSE RWZI'S

Rwzi	Waterschap	Overloop water mg toluueen/l	Centraat mg toluueen/l	Filtraat mg toluueen/l	Filtraat of centraat mg toluueen/l
1	Heerenveen			2,0	
	Heerenveen			0,7	
	Heerenveen			6,2	
	Heerenveen			6,7	
2	Dokkum	1,5			
3	Grou	5,0			
	Grou	7,9			
4	Walcheren	0,005			
5	Willem Annapolder		0,11		
6	Aarle-Rixtel				0,015
7	Den Bosch				0,11
8	Dongemond			0,007	

Ook in slib zijn hoge toluleenconcentraties aangetroffen. De hoogst gemeten waarden zijn afkomstig van slibben uit de slibbufferbakken op rwzi's van Wetterskip Fryslân. Hier zijn waarden van 0-540 mg toluleen/kg droge stof ($\pm 5\%$ droge stof) gemeten (zie bijlage 4).

De opslagtijden van het slib in de bufferbakken van Wetterskip Fryslân variëren van 1-6 weken. Over het algemeen blijkt dat het toluengehalte in het slib uit een gistingstank zeer laag is.

4.4 TOLUEENVORMING IN SLIB

Rwzi's zonder gistingstank(s) die zuiveringsslib gedurende langere tijd opslaan, zijn gevoeliger voor toluueenvorming in het slib, dan wanneer het slib eerst vergist wordt. Dat er in de gistingstanks geen toluueen is aangetroffen, kan zowel zijn veroorzaakt door slechtere groei van toluueenvormende micro-organismen, door suboptimale groeicondities, als door afbraak in de methanogene fase.

Een gistingstank in Nederland wordt bedreven bij temperaturen tussen de 30 °C en 35 °C en een verblijftijd van 20 dagen of meer. Het is de vraag of onder deze condities in de acidogene fase net zoveel toluueen gevormd wordt als bij de Poolse pilotexperimenten [4]. Een temperatuur van meer dan 30 °C is voor strain TA 4^T (voor zover het dit organisme betreft) niet optimaal voor de groei (zie paragraaf 3.3). Bovendien zullen bij deze temperatuur ook de afbraaksnelheden hoger zijn. Uit metingen van waterschap Brabantse Delta (rwzi Dongemond) blijkt dat wanneer toluueenhoudend slib vergist wordt, er in het uitgegiste slib geen toluueen meer meetbaar is. Het toluueen wordt dus volledig in de gistingstank afgebroken.

Uit de beschikbare informatie kan geen eenduidig maximum worden gevonden voor het toluueengehalte dat in de waterfase van het slib kan ontstaan. Gehalten van enkele tientallen milligrammen per liter zijn theoretisch mogelijk. In hoofdstuk 5 wordt een beschouwing gegeven van de risico's die hierdoor kunnen ontstaan.

Omdat de processituatie per rwzi verschilt en omdat het toluueenvormingsproces in de tijd op rwzi's niet gemonitord wordt, kan er geen duidelijke uitspraak worden gedaan over het effect van verschillende opslagtijden en de concentraties in de afgezogen lucht.

4.5 MOGELIJKHEDEN OM TOLUEENOPHOPIING TE BEPERKEN

Als de toluueenvormende bacteriën groeien onder vergelijkbare condities als strain TA 4^T dan kunnen suboptimale condities (qua temperatuur, pH en substraat) de groei beperken. Op basis daarvan kunnen de volgende maatregelen worden bedacht:

- Een voldoende lange aërobe slibstabilisatie (daardoor is er wellicht minder koolstofbron voor de toluueenvormende bacterie aanwezig)
- Een vergaande slibontwatering tot hogere drogestofgehalten, waardoor de biologische processen minder snel verlopen
- pH verhogen tot boven 7,5 door kalk aan het slib toe te voegen
- Het beperken van de periode van slibopslag. De maximale duur is niet vast te stellen, maar bij opslag van een week zijn al toluueengehalten aangetroffen
- Batchgewijze slibindikking en buffering en periodiek reinigen van de opslag, zodat er minder toluueenvormende bacteriën aanwezig zullen zijn
- Beluchten van de slibopslag

Het zal echter niet altijd mogelijk zijn om deze zaken te beïnvloeden. Per locatie kan het slib anders van samenstelling zijn en bovendien varieert de temperatuur per seizoen. Ook de periode van slibopslag kan variëren, afhankelijk van transport (naar andere rwzi's), onderhoud en/of bouwactiviteiten op (andere) slibverwerkingslocaties.

4.6 MONITORING

De vorming van toluen kan direct worden gevolgd door het toluengehalte te monitoren. Dit kan worden uitgevoerd door het gehalte toluen in het slib en de waterfase te meten. Verder kan bij afgesloten slibopslag ook het toluengehalte in de bovenstaande lucht worden bepaald. Door de milieuomstandigheden te monitoren kan de vorming van toluen waarschijnlijk worden 'voorspeld'. Mogelijk aanvullende parameters om de waterfase te monitoren zijn naar verwachting de redoxpotentiaal, de VFA concentratie en de pH.

5

ARBO EN MILIEU

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de risico's van de toluleenproductie uit rwzi slib voor mens en milieu beschreven:

- Humane blootstelling
- Ophoping van een explosief gasmengsel in afgesloten buffers of tijdens het slibtransport
- Verontreiniging van grond en grondwater bij lekkage van opslagvoorzieningen

In de volgende paragrafen wordt deze aspecten verder besproken.

5.2 HUMANE BLOOTSTELLING

In de open lucht zal een medewerker van de rwzi in principe geen last hebben van toluleenvorming. Op rwzi's worden de installaties met mogelijke geuroverlast echter vaak afgedekt, waarbij de lucht meestal wordt afgezogen en behandeld. Bij een betreedbare slibverwerkingsruimte waarbij de lucht wordt afgezogen, ademt de medewerker mogelijk toluueendamp in. Er zijn geen meetwaarden bekend om te vergelijken met de toegestane blootstellingsgrenzen (MAC: 50 ppm, 190 mg/m³).

Uitgaande van een bepaalde toluleenconcentratie in de waterfase kan op basis van de wet van Henry de concentratie van toluueen in de luchtfase worden berekend. Er wordt daarbij uitgegaan van een evenwichtssituatie. Met andere woorden de lucht boven de waterfase wordt niet ververst. Er wordt uitgegaan van een afgesloten ruimte met een relatieve luchtvochtigheid van 100 %.

Hieronder staat een indicatieve worst case berekening:

Er wordt uitgegaan van een maximale toluueenconcentratie in het overloopwater van 50 mg/l. Hierbij is gebruik gemaakt van de Wet van Henry. Dit is een grove benadering. De interactie tussen de verschillende stoffen in het mengsel is niet meegenomen.

Voorbeeldberekening met de wet van Henry: $P_a = H \cdot C_w$

P_a = partiele druk van een stof in lucht [Pa]

H = Henry constante [Pa.m³/mol] (bij 25 °C = 660 Pa.m³/mol) [6]

C_w = concentratie van stof in water [mol/m³] (tolueengehalte in het overloopwater = 50 g/m³
= 50/(92,13 g/mol = molmassa C₆H₅CH₃) = 0,543 mol/m³)

De partiele druk voor toluueen is dan $P_a = 660 \cdot 0,543 = 358,4$ Pa

Uit de ideale gaswet blijkt dat de molfractie van een gas gelijk is aan de volumefractie van een gas. De totale druk van droge lucht is gelijk aan de luchtdruk minus de partiële druk van waterdamp (verzadigingsdampdruk, dus 100 % relatieve luchtvochtigheid).

Uitwerking:

$$P = \text{totale druk van droge lucht (in Pa)} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 3,17 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 98.130 \text{ Pa.}$$

$$\text{De molfractie van toluene in droge lucht } X \text{ (mol/mol)} = P_{\text{toluene}}/P_{\text{lucht}} = 358,4/98.130 = 0,003652 \text{ mol toluene/mol lucht.}$$

Omrekening van mol/mol naar ppm en g/m³.

Voor de gasfase geldt: 1ppm = 1 volumedeel (part) gas of damp per miljoen volumedelen verontreinigde lucht = 1 cm³ (ml) gas of damp per m³ verontreinigde lucht [7]. Aangezien de molfractie van een gas gelijk is aan de volumefractie van een gas (ideale gaswet) kunnen we hieruit het maximale gehalte toluene in de gasfase afleiden.

$$\text{De concentratie toluene in lucht [ppm] is dan: } 0,003652 \cdot 1.000.000 = 3.652 \text{ ppm.}$$

$$\text{De concentratie toluene in mg/m}^3 \text{ wordt berekend met: } 1 \text{ ppm} = 273 \cdot M/(V_m \cdot T)$$

M = molmassa van toluene C₆H₅CH₃ (92,13 g/mol)

V_m = Molair volume van een gas bij 0 °C en 1013 mbar (22,4 liter/mol)

T = Temperatuur [Kelvin] (25 °C = (273 + 25) = 298 K)

$$\text{Bij } 25 \text{ °C volgt hieruit een concentratie van } 3.652 \cdot 273 \cdot 92,13 / (22,4 \cdot 298) = 13.761 \text{ mg/m}^3.$$

Conclusie:

Bij een tolueneconcentratie in het overloopwater van 50 mg/l en een temperatuur van 25 °C, is de tolueneconcentratie in de lucht in een ongeventileerde ruimte bij een relatieve luchtvochtigheid van 100 % circa 3.652 ppm. Dit is een overschrijding van de MAC waarde van 50 ppm met een factor 73. Hierbij is het gebruik van ademhaling- (en huid)beschermingsmiddelen noodzakelijk.

Indien afzuiging of ventilatie aanwezig is, zal de situatie een stuk gunstiger zijn. De metingen op rwzi Grou (5 en 7,9 mg/l toluene in de waterfase), betreffen steekmonsters. Het is niet uitgesloten dat op andere momenten hogere waarden kunnen voorkomen. Daarom is het gebruik van ademhaling (en huid) beschermingsmiddelen op basis van deze gemeten waarden (zonder afzuiging) noodzakelijk.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het een worst case benadering betreft vanwege de volgende redenen: Er is uitgegaan van een hoge gemeten waarde, er is geen rekening gehouden met luchtverversing en ad/absorptie op van toluene aan organische stof. De mate waarin absorptie plaatsvindt en de invloed op de evenwichtssituatie is moeilijk in te schatten. Tevens wordt uitgegaan van 100 % relatieve luchtvochtigheid, zoals dit voorkomt in de kopruimtes van afgesloten slibtanks.

5.3 EXPLOSIEGEVAAR

Tolueen is ontvlambaar. Afhankelijk van de concentraties in de lucht zullen mogelijk preventieve maatregelen genomen moeten worden. Doordat er echter geen tolupeenconcentraties in de lucht op risicovolle plaatsen in rwzi's bekend zijn, kan hier geen duidelijke uitspraak over worden gedaan. Om de risico's te verkennen is een worst case berekening gemaakt. Hierbij wordt uitgegaan van een tolupeenconcentratie in de lucht van 3.652 ppm (in een ongeventileerde ruimte met 50 mg/l tolupeen in de waterfase, bij een relatieve luchtvochtigheid van 100%, zie vorige paragraaf).

Uit de ideale gaswet blijkt dat de molfractie van een gas gelijk is aan de volumefractie van een gas. Het tolueeengehalte in de lucht bij een tolupeenconcentratie in de waterfase van 50 g/m³ en 25 °C in een ongeventileerde ruimte is 3.652 ppm. 1 ppm komt overeen met 0,0001 vol % verontreinigde lucht [7]. Dat levert een volumepercentage van 0,37 %. De LEL norm voor tolupeen in lucht is 1,1 - 7,1 %. Hierbij is er dus nog geen explosiegevaar, maar er is wel sprake van ongeveer 33 % van de LEL (lower explosion level), waardoor er veiligheidseisen volgens de ATEX regelgeving gelden. Het alarmniveau voor ophoping van explosieve gassen is 10 % van de LEL. Omgerekend is dit 0,11 % tolupeen.

ATEX3 regelgeving (NPR 7910) beschrijft de indeling in gevarenczones en de mitigerende maatregelen met betrekking tot explosiegevaar. Voor de ATEX regelgeving zijn een aantal grenzen van belang voor de zonering. Zonder uitgebreid in te gaan op de ATEX regelgeving wordt aan de hand van de belangrijkste grenzen de eventuele relevantie van de regelgeving voor de tolupeenproblematiek verkend:

- 10 % van de LEL (= 0,11 % tolupeen) kan worden bereikt in een ongeventileerde ruimte bij een relatieve luchtvochtigheid van 100 % bij 15 mg/l tolupeen in de waterfase
- 25 % van de LEL (= 0,28 % tolupeen) kan worden bereikt in een ongeventileerde ruimte bij een relatieve luchtvochtigheid van 100 % bij 37 mg/l tolupeen in de waterfase
- 100 % van de LEL (= 1,1 % tolupeen) kan worden bereikt in een ongeventileerde ruimte bij een relatieve luchtvochtigheid van 100 % bij 149 mg/l tolupeen in de waterfase

Op basis van de nu bekende tolueegehalten in de waterfase, die zijn gemeten en op basis van literatuur van enige 10-tallen mg per liter slibwater, is het bereiken van belangrijke grenzen van de LEL voor tolupeen in afgedekte ongeventileerde slibbuffers mogelijk. Omdat er slechts weinig praktijkwaarnemingen zijn, wordt aanbevolen om in de praktijk meer metingen te verrichten en de risico's verder in kaart te brengen.

5.4 CONSEQUENTIE VOOR BODEMBESCHERMENDE VOORZIENINGEN TER VOORKOMING VAN BODEMVERONTREINIGING

De gemeten tolupeenconcentraties in de waterfase van enkele rwzi's overschrijden ruim de interventiewaarde voor grondwater (1000 µg/l). Om bodem- en grondwaterverontreiniging te voorkomen is het van belang om lekkage van overloopwater en filtraat en centraat te voorkomen. Dit kan worden gerealiseerd met behulp van lekdichte vloeren, lekdichte bakken en monitoring van het grondwater.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 CONCLUSIES

De vorming en afbraak van toluen in rwzi slib is een algemeen natuurlijk proces. Het treedt op in aanwezigheid van algemeen voorkomende substraten en onder verzurende omstandigheden. De toluenvorming vindt plaats gedurende de acidogene fase en de toluenaafbraak gedurende de methanogene fase.

Bij slibgistingstanks lijkt toluenvorming geen probleem te zijn, er wordt maar weinig toluen aangetroffen. Dit kan zowel zijn veroorzaakt door de niet optimale groeitemperaturen (>30 °C), als door de afbraak van toluen in de methanogene fase.

In slibopslagstanks kan toluenvorming problemen opleveren. Al bij opslagtijden van 1 - 2 weken is toluenvorming mogelijk. Het is echter afhankelijk van de temperatuur, gemineraliseerdheid en anoxisch zijn van het slib. Het is daarom moeilijk te voorspellen of in een specifieke situatie toluenvorming optreedt en hoe hoog het gehalte dan zal zijn. Wel is duidelijk dat hoe korter de tijdsduur van opslag hoe minder toluenvorming er optreedt. In ongeventileerde kopruimtes van slibbuffers kan de 10 % LEL voor toluen worden overschreden. Ook kan de MAC waarde worden overschreden, waardoor ARBO technische maatregelen noodzakelijk zijn.

6.2 AANBEVELINGEN

Praktijkonderzoek moet uitwijzen hoe groot het probleem nu werkelijk is. Omdat het toluengehalte bij slibopslag op rwzi's in het overloopwater hoge concentraties aan kan nemen, en de MAC waarde kan overschrijden in de omringende lucht, is het van belang om de risicovolle plaatsen, waar verzurende en anaërobe omstandigheden op kunnen optreden, te monitoren op het toluengehalte in de lucht en waterfase.

Doordat op elke rwzi locatie de omstandigheden qua temperatuur, soort slib, anaërobe, etc anders (kunnen) zijn, wordt aanbevolen om periodiek en per risicovolle plaats op de rwzi, lucht en water metingen uit te voeren en vast te stellen of toluenvorming plaatsvindt, hoe hoog de concentratie kan oplopen en vast te stellen of er ARBO- en/of explosietechnische risico's zijn.

7

LITERATUUROVERZICHT

- 1 F. Jüttner (1991), Formation of toluene by microorganisms from anoxic freshwater sediments, *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry* 339: 785-787
- 2 Institut für Pflanzenbiologie, Limnologische Station, Universität Zürich, 8802 Kilchberg, Switzerland, and Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, 38124 Braunschweig, Germany (1996), *Tolumonas auensis* gen. nov., sp. nov., a Toluene-Producing Bacterium from Anoxic Sediments of a Freshwater Lake, C. Fischer-Romero, B.J. Tindall and F. Jüttner, *International Journal of Systematic Bacteriology*, January 1996, volume 46 (1): 183-188
- 3 Mondelinge mededelingen van prof. Mark van Loosdrecht
- 4 B. Mrowiec, J. Suschka and T.C. Keener (2005), Formation and biodegradation of toluene in the anaerobic sludge digestion process, *Water Environment Research*, May/June 2005, volume 77 (3): 274-278
- 5 Department of Analytical Chemistry, Chemical Faculty, Gdansk University of Technology, 11/12 Narutowicza Str., 80 952 Gdansk, Poland (2006), Determination of toluene formed during fermentation of sewage sludge, M. Marczak, L. Wolska, J. Namiesnik, *International Journal of Environmental Studies*, April 2006, volume 63 (2): 171-178
- 6 Handbook of Chemistry and Physics, 83rd edition (2002-2003), page 8-101
- 7 Chemiekaarten, 6^e editie (1990)

BIJLAGE 1

INTERNATIONAL CHEMICAL SAFETY CARD

TOLUENE

TOLUEEN


ICSC: 0078



Methylbenzeen
Toluol
Fenylmethaan
 $C_6H_5CH_3$ / C_7H_8
Molecuulmassa: 92.1


ICSC nr: 0078
CAS nr: 108-88-3
RTECS nr: [XS5250000](#)
VN nr : 1294
EG nr : 601-021-00-3
10.10.2002 Goedgekeurd in vergadering van experts

SOORTEN GEVAAR/ BLOOTSTELLING	ONMIDDELLIJK GEVAAR/ SYMPTOMEN	VOORKOMEN	EERSTE HULP/ BRANDBLUSSEN
BRAND	Zeer ontvlambaar.	GEEN open vuur, GEEN vonken en NIET roken.	Poeder, AFFF, schuim, koolzuurgas.
ONTPLOFFING	Damp/lucht mengsels zijn ontplofbaar.	Gesloten systeem, verluchting en een elektrische uitrusting en verlichting die geen ontploffing kunnen teweeg brengen. Voorkom het opbouwen van elektrostatische ladingen (bijvoorbeeld door te aarden). Gebruik GEEN perslucht voor het vullen, aftappen of behandelen. Gebruik vonkvrij handgereedschap.	In geval van brand: vaten, enz., koel houden door te besproeien met water.

BLOOTSTELLING		STRIKTE HYGIËNE! VOORKOM BLOOTSTELLING VAN (ZWANGERE) VROUWEN!	
• Inademing	Hoesten. Keelpijn. Duizeligheid. Slaperigheid. Hoofdpijn. Misselijkheid. Bewusteloosheid.	Verluchting, plaatselijke afzuiging of ademhalingsbescherming.	Frisse lucht, rust. Raadpleeg een arts.
• Huid	Droge huid. Roodheid.	Beschermende handschoenen.	Verwijder besmette kledij. Spoel en was daarna de huid met water en zeep. Raadpleeg een arts.
• Ogen	Roodheid. Pijn.	Stof- of spatbril.	Eerst gedurende verschillende minuten spoelen met veel water (indien mogelijk contactlenzen wegnemen), dan naar een (oog)arts brengen.
• Inslikken	Brandend gevoel. Buikpijn. (Verder: Zie Inademing).	Niet eten, drinken of roken tijdens het werk.	Spoel de mond. NIET laten braken. Raadpleeg een arts.
OPRUIMEN VAN GEMORSTE STOF	OPSLAG	VERPAKKING & ETIKETTERING	
Ontruim de gevarezone in geval van een grote verontreiniging! Raadpleeg een deskundige in geval van een grote verontreiniging! Verwijder alle ontstekingsbronnen. Verluchting. Vang weglekkende vloeistof op in afsluitbare vaten. De overblijvende vloeistof in zand of inert materiaal laten	Brandveilig. Gescheiden van sterk oxiderende stoffen.	 Symbool F Symbool Xn R: 11-38- 48/20-63-65-67 S: 2-36/37-46-62 VN Gevarenklasse: 3 VN Verpakkingsgroep: II	

<p>opsorpen en naar een veilige plaats voeren. NIET in de riool spoelen. Deze stof NIET in het milieu laten terecht komen. (Bijkomende persoonlijke bescherming: onafhankelijk werkend ademhalingsapparaat in geval van een grote verontreiniging.)</p>		
LEES BELANGRIJKE INFORMATIE OP DE ACHTERZIJDE		
ICSC: 0078	Gemaakt binnen het kader van de samenwerking tussen het Internationaal Programma over Chemische Veiligheid en de Commissie van de Europese Gemeenschappen (C) IPCV, CEG 2002	

B E L A N G R I J K E G E G E V E N S	<p>FYSISCH TOESTAND; VOORKOMEN: KLEURLOZE VLOEISTOF, MET KENMERKENDE GEUR.</p> <p>FYSISCH GEVAREN: De damp vermengt zich goed met lucht, ontplofbare mengsels worden gemakkelijk gevormd. Ten gevolge van stroming, beweging, enz., kan elektrostatische lading worden opgewekt.</p> <p>CHEMISCHE GEVAREN: Reageert hevig met sterk oxiderende stoffen met kans op brand en ontploffing.</p> <p>BLOOTSTELLINGSGRENSZEN: TLV: 50 ppm, TWA; (huid); A4; BEI toegekend; (ACGIH 2004). MAK: 50 ppm, 190 mg/m³; H; Categorie begrenzing hoogste waarde: II(4); Risicogroep met betrekking tot de zwangerschap: C; (DFG 2004).</p>	<p>WIJZE VAN OPNAME: De stof kan in het lichaam worden opgenomen door inademing, doorheen de huid en door inslikken.</p> <p>INADEMINGSRISICO: Een voor de gezondheid schadelijke verontreiniging van de lucht, zal eerder snel worden bereikt bij verdamping van deze stof bij 20°C.</p> <p>EFFECTEN BIJ KORTSTONDIGE BLOOTSTELLING: De stof is irriterend voor de ogen en de luchtwegen. De stof kan effecten hebben op het centraal zenuwstelsel. Als deze vloeistof wordt ingeslikt en daarna in de luchtwegen terecht komt, kan chemische longontsteking ontstaan. Blootstelling aan een hoge dosis kan een onregelmatig hartritme en bewusteloosheid veroorzaken.</p> <p>EFFECTEN BIJ LANGDURIGE OF HERHAALDE</p>
---	---	--

	<p>BLOOTSTELLING: De vloeistof ontvet de huid. De stof kan effecten hebben op het centraal zenuwstelsel. Blootstelling aan de stof kan de schade aan het gehoor die veroorzaakt wordt door geluid versterken. Dierproeven tonen aan dat deze stof mogelijk schadelijk is voor de voortplanting of de ontwikkeling bij de mens.</p>	
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	<p>Kookpunt: 111°C Smeltpunt: -95°C Relatieve dichtheid (water = 1): 0.87 Oplosbaarheid in water: geen Dampspanning, kPa bij 25°C: 3.8 Relatieve dampdichtheid (lucht = 1): 3.1</p>	<p>Relatieve dampdichtheid van het damp/lucht-mengsel bij 20°C (lucht = 1): 1.01 Vlampunt: 4 °C (gesloten vat) Zelfontbrandingstemperatuur: 480°C Ontploffingsgrenzen, vol% in lucht: 1.1-7.1 Octanol/water verdelingscoëfficiënt als log Pow: 2.69</p>
MILIEUGEGEVENS		De stof is giftig voor waterorganismen.
NOTA'S		
<p>Afhankelijk van de mate van blootstelling, is regelmatig medisch onderzoek aangewezen. Gebruik van alcoholische dranken versterkt de schadelijke werking. Deze kaart werd gedeeltelijk aangepast in oktober 2004. Zie hoofdstukken: Blootstellingsgrenzen, EG classificatie, Noodgevallen.</p> <p style="text-align: right;">Kaart met gegevens voor noodgevallen tijdens het vervoer: TREMCARD (R)-30S1294 NFPA gevarencode: H2; F3; R0.</p>		
BIJKOMENDE INFORMATIE		
Grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling die in België van toepassing zijn		
ICSC: 0078		TOLUEEN
(e) IPCV, CEG 2002		
WETTELIJKE KENNISGEVING:	<p>Noch de CEG, noch het IPCV, noch de vertalers, noch enige persoon die optreedt voor de CEG of het IPCV zijn verantwoordelijk voor het gebruik dat van deze informatie zou kunnen worden gemaakt. Deze kaart geeft de visie</p>	

weer van de groep van experts die in het kader van het International Programme on Chemical Safety de kaarten samenstellen en evalueren en kan afwijken van de door nationale wetgeving gedane aanbevelingen of verplichtingen. De gebruiker wordt dus verzocht om de voorschriften in zijn land te raadplegen en op te volgen.
(c) IPCV, CEG 2002

BIJLAGE 2

ANALYSERESULTATEN TOLUEEN IN
WATERFASE BIJ RWZI GROU, RWZI
DOKKUM, RWZI HEERENVEEN VAN HET
WETTERSKIP FRYSLÂN



ANALYSCERTIFICAAT

Project 2006w/zuh00000 Diversen
Opdracht 46 Diversen 24-07-2006

Datum 14-08-2006
Pagina 1 van 3
Rapportcode 2006000991 (001)
Monitorcode 0401448

Aan: Watterskip Fryslân IIS
T.a.v. J. van Hulzen
Adres Postbus 36
Postcode/Plaats 8100 AA LEEUWARDEN

Projectleider: S. Bouma
Projectomschrijving: RWZI Diversen
Monitoromschrijving: Dioxaneester RWZI Gera (veldwerk + analyse gelijk aan grondwater, zelfde benodertingsprotocol)
Contarperioen: M. Mijcherson
Monitorring door: Opdrachtgever

Monitorstipe: Overige stipes
Monitorpunt: RWZI Gera Diversen
Datum monstername: 25-07-2006 8:30
Datum ontvangst: 25-07-2006
Opmerkingen Monitor: ja

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Eenheid	Voorschrift	Erk. Opg.	Bijbehoud
Benoemmering uitgevoerd door:	JJ				
Arsen	3.1	µg/l	RH 4364		
Cadmium	0.07	µg/l	RH 4364		
Chroom	1	µg/l	RH 4364		
koper	2.8	µg/l	RH 4364		
Swik	0.008	µg/l	SPV A057		
Leed	1	µg/l	RH 4364		
nikkel	1.2	µg/l	RH 4364		
Zink (ICP)	5	µg/l	RH 4420		
toebereiding nitraat alle OC	+				
nitraat alle OC	0.22	µg/l	SPV A061	1	
Vluchtige aromaten (VTEX)			SPV A063		
Benzien	0.3	µg/l			
Toluen	1900	µg/l			
Ethylbenzen	0.1	µg/l			
o-Xylen	0.3	µg/l			
m/p-Xylen	0.3	µg/l			
Styaleen	0.3	µg/l			
Vluchtige organohalogenverbindingen			SPV A068		
Trichlooretheen (Chloroform)	0.1	µg/l			
tetrachlooretheen	0.05	µg/l			
diklooretheen	0.1	µg/l			
1,1-dichlooretheen	0.1	µg/l			
1,2-dichlooretheen	0.05	µg/l			
1,1,1-Trichlooretheen	0.05	µg/l			
1,1,2-trichlooretheen	0.1	µg/l			
1,2-dichlooretheen	0.1	µg/l			
1,1-dichlooretheen	0.1	µg/l			
1,1,2-dichlooretheen	0.1	µg/l			
trans-1,2-dichlooretheen	0.1	µg/l			
Trichlooretheen	0.1	µg/l			
Tetrachlooretheen	0.1	µg/l			
Monochlooretheen	0.3	µg/l			

Opmerkingen Monitor:
- de rapportagegrenzen van alle componenten zijn verhoogd in verband met een moederlijke verduwing

Opg: (Opmerkingen Methode):
- 1 zie bijgevoegd chromatogram

De vermelde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. Op aanvraag is het document "Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven" met specificaties van de toegepaste analyses en benodertingsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Watterskip Fryslân
Postbus 36, 8100 AA Leeuwarden
Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
Telefoon: 058 - 292 21 32 - Fax: 058 - 292 29 77





ANALYSECERTIFICAAT

Project 2004wfsu0P0006 Diversen
Opdracht 57 Diversen 21-09-2006

Datum 29-05-2007
Pagina 1 van 2
Rapportcode 2004R01315 (301)
Monstercode 0608964

Aan : Wetterskip Fryslan IEM
T a v J. van Nuisen
Adres Postbus 36
Postcode/Plaats 8900 AA LEEUWARDEN

Projectleider : J. Bouma
Projectomschrijving : RWZI Diversen
Monstersomschrijving : Filtraat filterpers 1 uit slibbak 2
: (Birdgaard, Morkun, Gurreddijk, Warns,
: Kootstertille, Sneek)

Contactpersoon : M. Wijcherom
Opmerking : Bemonsterd slechtjende grondwater!!
Monsterneming door : Laboratorium

Monstertype Overige matrices
Monsterpost RWZI Heeserveen N diversen
Datum monsterneming 21-09-2006 9 15
Datum ontvangen 21-09-2006
Opmerkingen Monster :

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Reikwijdte	Voorschrift	Erk.	Opn.	Nutbestand
Bemonstering uitgevoerd door:	JJ					
Arsen	19	ug/l	NEN 6944			
Cadmium	0.11	ug/l	NEN 6944			
Chroom	1.2	ug/l	NEN 6944			
Koper	1.2	ug/l	NEN 6944			
Zink	0.03	ug/l	SPV A057			
Lood	2.6	ug/l	NEN 6944			
Nikkel	4.1	ug/l	NEN 6944			
Zink (ICP)	10	ug/l	NEN 6944			
Voorbewerking minerale olie OC	+					
Minerale olie OC	4.9	mg/l	SPV A061		1	
Vluchtige aromaten (BTEXO)			SPV A063			
Benzeen	0.260	ug/l			2	
Tolueen	6200	ug/l				
Ethylbenzeen	0.168	ug/l				
o-Xyleen	0.250	ug/l				
m/p-Xyleen	0.250	ug/l				
Naftaleen	0.250	ug/l				
Vluchtige organohalogenverbindingen			SPV A068			
Trichloormethaan (Chloroform)	0.1	ug/l			1	
Tetrachloormethaan	0.1	ug/l				
Dibroomdichloormethaan	0.1	ug/l				
1,1-Dichloorethaan	0.05	ug/l				
1,2-Dichloorethaan	0.1	ug/l				
1,1,1-Trichloorethaan	0.05	ug/l				
1,1,2-Trichloorethaan	0.1	ug/l				
1,2-Dichloorpropan	0.1	ug/l				
1,1-Dichlooretheen	0.1	ug/l				
cis-1,2-Dichlooretheen	0.1	ug/l				
trans-1,2-Dichlooretheen	0.1	ug/l				
Trichlooretheen	0.1	ug/l				
Tetrachlooretheen	0.1	ug/l				
Hexachloobenzeen	0.05	ug/l				

Opn. (Opmerkingen Methode):

- 1. Het monster bevat veel vluchtige verbindingen van minerale oorsprong. Deze vallen echter niet onder de definitie van minerale olie (C10-C40) en zijn dus niet meegenomen in de berekening.

De vermelde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. Op aanvraag is het document "Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven" met specificaties van de toegepaste analyses en bemonsteringsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Wetterskip Fryslân
Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden
Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
Telefoon: 058 292 21 32 - Fax: 058 292 29 77





ANALYSCERTIFICAAT

Datum 29-05-2007
 Pagina 1 van 2
 Rapportecode 2006R01316 (001)
 Monstercode 0000963

Project 2006wfrubP0006 Diverseen
 Opdracht 57 Diverseen 21-09-2006

Aan : Watterskip Fryslan BVB
 T a v J van Huizen
 Adres Postbus 36
 Postcode/Plaats 8900 AA LEEUWARDEN

Projectleider : S. Bouma
 Projectomschrijving : SM21 diverseen
 Monsteromschrijving : Filtraat filterpers 2 mit slibbak 4
 : (Biergaard, Warma, Suezek, Wolvega,
 : Ameland)
 Contactpersoon : M. Wijkersma
 Opmerking : Monsterd alexijnde grondwater!!
 Monsternameing door : Laboratorium

Monstertype Overige matrics
 Monsterpunt SM21 Heersveen W diverseen
 Datum monsternameing 21-09-2006 10:00
 Datum ontvangst 21-09-2006
 Opmerkingen Monster -

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Eenheid	Voorschrift	Evk.	Opm.	Githbestand
Monstering uitgevoerd door:	JJ					
Arseen	14	ug/l	NEN 6364			
Cadmium	0.13	ug/l	NEN 6364			
Chroom	1.3	ug/l	NEN 6364			
koper	5.2	ug/l	NEN 6364			
Kwik	< 0.03	ug/l	SPV A057			
Lood	4.2	ug/l	NEN 6364			
Nikkel	80	ug/l	NEN 6364			
Zink (ICP)	35	ug/l	NEN 6364		1	
Voorbewerking minerale olie GC	-					
Minerale olie GC	24	mg/l	SPV A081		2	
Vluchtige aromaten (BTEX)			SPV A043			
Benzeen	< 200	ug/l			3	
Toluene	6700	ug/l				
Ethylbenzeen	< 100	ug/l				
o-Xyleen	< 200	ug/l				
m/p-Xyleen	< 200	ug/l				
Naftaleen	< 200	ug/l				
Vluchtige organochloorverbindingen			SPV A044			
Trichloormethaan (Chloroform)	< 0.1	ug/l			4	
Tetrachloormethaan	< 0.1	ug/l				
Dibromochloormethaan	< 0.1	ug/l				
1,1-Dichloorethaan	< 0.05	ug/l				
1,2-Dichloorethaan	< 0.1	ug/l				
1,1,1-Trichloorethaan	< 0.05	ug/l				
1,1,2-Trichloorethaan	< 0.1	ug/l				
1,2-Dichloorpropaan	< 0.1	ug/l				
1,1-Dichlooretheen	< 0.1	ug/l				
cis-1,2-Dichlooretheen	< 0.1	ug/l				
trans-1,2-Dichlooretheen	< 0.1	ug/l				
Trichlooretheen	< 0.1	ug/l				
Tetrachlooretheen	< 0.1	ug/l				
Hexachloobenzeen	< 0.05	ug/l				

Opm. (Opmerkingen Methode):

- 1. Met resultaat wordt niet binnen de gestelde 10% bevestigd door een controlemeting bij een andere golflempie
- 2. Het monster bevat veel vluchtige verbindingen van minerale oorsprong. Deze vallen echter niet onder de definitie van

De vermelde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het ondervochte monster. Op aanvraag is het document "Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven" met specificaties van de toegepaste analyses en bemonsteringsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Watterskip Fryslân
 Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden
 Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
 Telefoon: 058 292 21 32 - Fax: 058 292 29 77





ANALYSECERTIFICAAT

Project 2006wfsubP0006 Diversen
Opdracht 58 Diversen 03-10-2006

Datum 29-01-2007
Pagina 1 van 3
Rapportcode 2006R01319 (001)
Monstercode 0609272

Aan : Wettership Fryslan EMB
T.A.V. J. van Nulken
Adres Postbus 36
Postcode/Plaats 8900 AA LEEUWARDEN

Projectleider : S. Bouma
Projectomschrijving : RWZI diversen
Monstersomschrijving : Zwaarteewater RWZI Dokkum (veldwerk en analyses gelijk als grondwater; zelfde bewaarderingsprotocol)

Contactpersoon : M. Wijcherson
Monsterneming door : Opdrachtgever

Monstertype Overige matrices
Monsterpunt RWZI Dokkum diversen
Datum monsterneming 03-10-2006 11:00
Datum ontvangen 03-10-2006
Opmerkingen Monster -

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Eenheid	Voorschrift	Erk. Opm.	Ditbesteed
Bemonstering uitgevoerd door:	JJ				
Arseen	3.4	µg/l	NEN 6964		
Cadmium	0.00	µg/l	NEN 6964		
Chroom	1.5	µg/l	NEN 6964		
Koper	<	1 µg/l	NEN 6964		
Kwik	<	0.03 µg/l	SPV A057		
Lood	1.3	µg/l	NEN 6964		
Nikkel	4.4	µg/l	NEN 6964		
Zink (ICP)	<	5 µg/l	NEN 6964		
Voorbewerking mineralen olie OC	*				
Mineralen olie OC	0.26	µg/l	SPV A081	1	
Vluchtige aromaten (STEXM)			SPV A063		
Benzeen	<	500 µg/l			
Tolueen	1500	µg/l			
Ethylbenzeen	<	200 µg/l			
o-Xyleen	<	500 µg/l			
m/p-Xyleen	<	500 µg/l			
Naftaleen	<	500 µg/l			
Vluchtige organochloorverbindingen			SPV A068		
Trichloormethaan (Chloroform)	<	0.1 µg/l		2	
Tetrachloormethaan	<	0.05 µg/l			
Dibromochloormethaan	<	0.1 µg/l			
1,1-Dichloorethaan	<	0.1 µg/l			
1,2-Dichloorethaan	<	0.05 µg/l			
1,1,1-Trichloorethaan	<	0.05 µg/l			
1,1,2-Trichloorethaan	<	0.1 µg/l			
1,2-Dichloorpropeen	<	0.1 µg/l			
1,1-Dichlooretheen	<	0.1 µg/l			
cis-1,2-Dichlooretheen	<	0.1 µg/l			
trans-1,2-Dichlooretheen	<	0.1 µg/l			
Trichlooretheen	<	0.1 µg/l			
Tetrachlooretheen	<	0.1 µg/l			
Mono-chloorbenzeen	<	0.2 µg/l			

Opm. (Opmerkingen Methode):
 - 1 Zie bijgevoegd chromatogram.
 - 2 De rapportagegrenzen van alle componenten zijn verhoogd in verband met een noodzakelijke verdunning.

De vermelde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. Op aanvraag is het document "Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven" met specificaties van de toegepaste analyses en bemonsteringsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Wettership Fryslân
 Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden
 Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
 Telefoon: 058 292 21 32 - Fax: 058 292 29 77





ANALYSECERTIFICAAT

Project 2004wfeub70006 Diversen
Opdracht 58 Diversen 03-10-2004

Datum 29-05-2007
Pagina 1 van 2
Rapportcode 2004R01317 (001)
Monstercode 0609269

Aan : Watterskip Fryslân B.V.
T a v J van Huizen
Adres Postbus 36
Postcode/Plaats 8900 AA LEEUWARDEN

Projectleider : S. Bouma
Projectomschrijving : RWZI diversen
Monstersomschrijving : Decaateerwater RWZI Groe (veldwerk en
: analyses gelijk als grondwater, zelfde
: bemosteringsprotocol)
Contactpersoon : M. Nijcheram
Monstersamenstelling door : Opdrachtgever

Monstertype Overige matrices
Monsterpunt RWZI Groe diversen
Datum monsterneming 03-10-2004 11.00
Datum ontvangst 03-10-2004
Opmerkingen Monster -

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Eenheid	Voorschrift	Exh. Opm.	Titbesteed
Bemosterings uitgevoerd door:	JJ				
Arsen	3.0	ug/l	NEN 4944		
Cadmium	0.06	ug/l	NEN 4944		
Chroom	1.8	ug/l	NEN 4944		
Koper	2.8	ug/l	NEN 4944		
Kwik	0.031	ug/l	SPV A057		
Iood	1.1	ug/l	NEN 4944		
Nikkel	5.5	ug/l	NEN 4944		
Zink (ICP)	+	5 ug/l	NEN 4944		
Voorbewerking minerale olie GC	+				
Minerale olie GC	0.14	mg/l	SPV A081		1
Vluchtige aromaten (STEKO)			SPV A063		
Benzeen	+	250 ug/l			2
Toluene	1000	ug/l			
Ethylbenzeen	+	100 ug/l			
o-Xyloen	+	250 ug/l			
m/p-Xyloen	+	250 ug/l			
Naftaleen	+	250 ug/l			
Vluchtige organohalogenverbindingen			SPV A048		
Trichloorethaan (Chloroform)	<	0.1 ug/l			3
Tetrachloorethaan	<	0.05 ug/l			
Dibromochloorethaan	<	0.1 ug/l			
1,1-Dichloorethaan	<	0.1 ug/l			
1,2-Dichloorethaan	<	0.05 ug/l			
1,1,1-Trichloorethaan	<	0.05 ug/l			
1,1,2-Trichloorethaan	<	0.1 ug/l			
1,2-Dichloorpropeen	<	0.1 ug/l			
1,1-Dichlooretheen	<	0.1 ug/l			
cis-1,2-Dichlooretheen	<	0.1 ug/l			
trans-1,2-Dichlooretheen	<	0.1 ug/l			
Trichlooretheen	<	0.1 ug/l			
Tetrachlooretheen	<	0.1 ug/l			
Monochloobenzeen	<	0.2 ug/l			

Opm. (Opmerkingen Methode):

- 1. Als bijgevoegd chromatogram
- 2. De rapportagegrenzen van alle componenten zijn verhoogd in verband met een noodzakelijke verdunning.
- 3. De rapportage grenzen van alle componenten zijn verhoogd i w n. een noodzakelijke verdunning.

De vermelde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. Op aanvraag is het document 'Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven' met specificaties van de toegepaste analyses en bemosteringsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Watterskip Fryslân
Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden
Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
Telefoon: 058 292 21 32 - Fax: 058 292 29 77





ANALYSECERTIFICAAT

Project 2007wfsu00006 Diverseen
Opdracht 19 Diverseen 02-05-2007

Datum 30-05-2007
Pagina 1 van 1
Rapportcode 2007R00448 (00
Monstercode 0704921

Aan : Watterskip Fryslân BSB
T a v J. van Nuisen
Adres Postbus 36
Postcode/Plaats 8900 AA LEEUWARDEN

Projectleider : S. Ruims
Projectomschrijving : RWZI Diverseen
Monsteromschrijving : Filtraatwater van B01-1.
Contactpersoon : Y. van der Kooij
Monstername door : Opdrachtgever

Monstertype Overige matrices
Monsterpunt Heereveens filterp. afvalw.
Datum monstername 02-05-2007 10:01
Datum ontvangst 02-05-2007
Opmerkingen Monster -

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Eenheid	Voorschrift	Erk. Opm.	Uitbesteed
Vluchtige aromaten (BTEXM) Tolueen	495	µg/l	SPV A063		

Hoofd laboratorium : Dr. Ir. B.A. van der Meer

Leeuwarden, 30-05-2007

Ing. A.W. Sib
Kwaliteitsfunctionaris

De vermelde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. Op aanvraag is het document "Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven" met specificaties van de toegepaste analyses en bemonsteringsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Watterskip Fryslân
Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden
Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
Telefoon: 058 292 21 32 - Fax: 058 292 29 77





**WETTERSKIP
FRYSLÂN**

ANALYSCERTIFICAAT

Datum 10-05-2007
Pagina 1 van 1
Rapportcode 2007R0049 (001)
Monstercode 070623

Project 2007wfsubP0006 Diversen
Opdracht 19 Diversen 02-05-2007

Aan : Watterskip Fryslan IIM
T a v J van Nuisen
Adres Postbus 36
Postcode/Plaats 8900 AA LEEUWARDEN

Projectleider : E Souma
Projectomschrijving : SM21 diversen
Monsteroomschrijving : Filtraatwater van SOI-2
Contactpersoon : Y. van der Kooij
Monsterneming door : Opdrachtgever

Monstertype Overige matrices
Monsterpunt Neersneeuw filterop. afvalw.
Datum monsterneming 02-05-2007 10.31
Datum ontvangen 02-05-2007
Opmerkingen Monster -

Omschrijving analysemethode	Resultaat	Eenheid	Voorvoorschrift	Erk. Opm.	Sitbesteed
Vluchtige aromaten (BYEM)	2000	µg/l	OPV A04		
Toluene					

Hoofd laboratorium : Dr Ir. R.A. van der Meer

Leeuwarden, 10-05-2007

 Ing. A.W. Slob
Kwaliteitsfunctionaris

De vermeldde analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. Op aanvraag is het document "Laboratoriumonderzoek Methoden en Tarieven" met specificaties van de toegepaste analyses en bemonsteringsmethoden verkrijgbaar. Zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium mag dit rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.



Laboratorium Watterskip Fryslân
Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden
Harlingerstraatweg 113, 8914 AZ Leeuwarden
Telefoon: 058 292 21 32 - Fax: 058 292 29 77



BIJLAGE 3

ANALYSERESULTATEN TOLUEEN IN INFLUENT, BELUCHTINGSTANK, FILTRAAT EN CENTRAAT VAN DIVERSE NEDERLANDSE WATERSCHAPPEN

Gefiltreerde influenten van Waterschap Zeeuwse Eilanden, Waterschap Aa en Maas en Waterschap Brabantse Delta									
	toetsingswaarde voor grondwater			Waterschap Zeeuwse Eilanden	Waterschap Zeeuwse Eilanden	Waterschap Aa en Maas	Waterschap Aa en Maas	Waterschap Brabantse Delta	
	S-waarde	(S+)/2	I-waarde						
rwzi				Walcheren	Will. Ann.polder	Aarle Rixtel	s-Hertogenbosch	rwzi Dongemond	
dwa/rwa				rwa	rwa	dwa	dwa	dwa	
wel/niet gefiltreerd				wel	wel	wel	wel	wel	
datum						15-01-07	15-01-07	10-1-2007	
CZV	mg/l			195	247	146	338	196	
N-kj	mg/l			44,7	46,5	26	39	36	
N-NO3	mg/l								
N-NO2	mg/l								
P-tot	mg/l			4,4	5,7		7,9	4,4	
SO4	mg/l					48	17	34	
Cl	mg/l					83	150	66	
pH	mg/l			7,8	7,5				
SO4	mg/l			100	110				
Cl	mg/l			810	770				
As	µg/l	10	35	60	10,1	4,1	1,4	1,6 <	3
Cd	µg/l	0,4	3,2	6 <	0,3 <	0,3 <	2,5 <	2,5 <	0,2
Cr	µg/l	1	15,5	30	1,5 <	1 <	10 <	10 <	2
Cu	µg/l	15	45	75	36,3	22,1	60	50	45
Hg	µg/l	0,05	0,18	0,3	0,14 <	0,1 <	0,1 <	0,1 <	0,1
Ni	µg/l	15	45	75	17,4	3,4 <	10 <	10 <	5
Pb	µg/l	15	45	75 <	5 <	5 <	15 <	15 <	5
Zn	µg/l	65	433	800	26,7	19,1	80	70	95
BTEX	µg/l				3,4	1,3			
Benzeen	µg/l	0,2	15	30	0,4 <	0,1 <	0,05 <	<	0,2
Toluene	µg/l	7	504	1000	2,7	0,97	0,43		1,2
Ethylbenzeen	µg/l	4	77	150 <	0,1	0,1	0,53	<	0,5
Xyleen	µg/l	0,2	35	70	0,3	0,3	0,31	<	1
anthraceen	µg/l	0,0007	2,5	5 <	0,011 <	0,01 <	0,01	0,02 <	0,02
benzo(a)antracene	µg/l	0,0001	0,25	0,5	0,012 <	0,02	0,02	0,01 <	0,02
benzo(a)pyreen	µg/l	0,0005	0,03	0,05 <	0,01 <	0,01	0,01 <	0,01 <	0,02
benzo(ghi)peryleen	µg/l	0,0003	0,03	0,05 <	0,01 <	0,01	0,02 <	0,01 <	0,02
benzo(k)fluorantheen	µg/l	0,0004	0,03	0,05 <	0,01 <	0,01	0,01 <	0,01 <	0,02
chryseen	µg/l	0,003	0,10	0,2	0,015 <	0,02	0,03	0,02 <	0,02
fenanthreen	µg/l	0,003	2,5	5	0,099	0,058	0,05	0,12 <	0,06
fluorantheen	µg/l	0,003	0,50	1	0,048	0,021	0,08	0,07	
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	µg/l	0,0004	0,03	0,05 <	0,01 <	0,01 <	0,01 <	0,01 <	0,02
naftaleen	µg/l	0,1	35	70	1,3	0,076	0,06	0,08	0,21
pyreen	µg/l								0,04
som 10 PAK's	µg/l	-		-	1,5	0,16	0,28	0,32	0,41

Tolueenanalyses influent en beluchtingsruimte rwzi Kaatsheuvel, Waterschap Brabantse Delta**Influent**

Omschrijving meetpunt	Datum meting	Code bem.wz	0020 Hoeveelheid m3	3320 tolueen ug/l	
INFLUENT TOTAAL	11-7-1997	VVP24	6902	2,5	normaal monsterapparaat
INFLUENT TOTAAL	11-7-1997	VVP24	6902	6	m.b.v speciaal monsterapparaat
INFLUENT TOTAAL	30-9-1998	VVP24	5963	9	

Beluchtingsruimte

Omschrijving meetpunt	Datum meting	Code bem.wz	3320 tolueen mg/kgds	3320 tolueen ug/l	
INHOUD BELUCHTINGSRUIMTE	11-7-1997	STM	< 5,1		
INHOUD BELUCHTINGSRUIMTE	30-9-1998	STM		< 2	

Filtraat en centraat van Waterschap Zeeuwse Eilanden, Waterskip Fryslân, Waterschap Aa en Maas en Waterschap Brabantse Delta														
waterschap	S-waarde	T-waarde	I-waarde	Waterschap Zeeuwse Eilanden	Waterschap Zeeuwse Eilanden	Waterskip Fryslân	Waterskip Fryslân	Waterskip Fryslân	Waterskip Fryslân	Waterskip Fryslân	Waterschap Aa en Maas	Waterschap Aa en Maas	Waterschap Brabantse Delta	
				Walcheren: filtraat gefiltreerd	Willem Annapolder: centraat gefiltreerd	Grou: ongefiltreerd decantaat	Grou: ongefiltreerd decantaat	Grou: gefiltreerd decantaat	Dokkum decantaat	Heerenveen: filtr filterpers 1, silbbak 2	Heerenveen: filtr filterpers 2, silbbak 4	Aarle-Rixtel	s-Hertogenbosch	rwzi Dongemond: filtraat zeebandpers gefiltreerd
monsternummer						24-04-08	9-05-06	25-07-06	3-10-06	3-10-06	21-09-06	15-01-07	15-01-07	10-01-07
CZV				217	364							2320	481	250
N-Hj				275	466							180	940	175
N-NO3				1.2	0.43							0.13	0.46	
N-NO2				0.22	0.24									
P-tot				3.2	138							24	220	1.2
pH				7.7	7.7	6.0	6.3							
SO4				100	65							29	33	40
Cl				680	710							130	150	50
As	10	35	60	15	12.8	15	4.7	3.1	3	19	14	1	2.2	4
Cd	0.4	3.2	6	0.3	0.3	2	2	0.07	0.06	0.06	0.11	0.13	2.5	0.2
Cr	1	15.5	30	1.2	3.4	50	50	1	1.8	1.5	1.2	1.3	10	2
Cu	15	45	75	6.3	67.7	50	50	2.8	2.8	1	1.2	5.2	40	30
Hg	0.05	0.18	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.088	0.031	0.03	0.03	0.03	0.1	0.1
Ni	15	45	75	21.5	339	50	50	1.2	5.5	4.4	6.3	80	10	5
Pb	15	45	75	5	5	5	50	1	1.1	1.2	2.6	4.2	15	5
Zn	65	433	800	21	7.9	100	100	5	5	5	10	35	90	38
BTEX				5.1	110									8
Benzene	0.2	15	30	0.1	0.1			0.3	250	500	250	0.5	0.1	0.2
Toluene	7	504	1000	5.1	110			7900	5000	1500	6200	15	110	7.2
Ethylbenzeen	4	77	150	0.1	0.1			0.1	100	200	100	1.1	0.1	0.5
Xyleen	0.2	35	70	0.1	0.1			0.6	500	1000	500	0.5	0.1	1
anthracen	0.0007	2.5	5	0.01	0.01	0.002	0.002					0.11	0.02	0.02
benzo(a)antraaceen	0.0001	0.25	0.5	0.01	0.01	0.005	0.0094					0.23	0.03	0.02
benzo(a)pyreen	0.0005	0.03	0.05	0.01	0.01	0.014	0.015					0.22	0.02	0.02
benzo(e)pyreen	0.0003	0.03	0.05	0.01	0.01	0.0069	0.015					0.21	0.08	0.02
benzo(k)fluorantheen	0.0004	0.03	0.05	0.01	0.01	0.0098	0.01					0.2	0.01	0.02
chryseen	0.003	0.10	0.2	0.016	0.016	0.022	0.017					0.3	0.05	0.02
fluoranthreen	0.003	2.5	5	0.094	0.094	0.063	0.014					0.25	0.17	0.06
fluoranthreen	0.003	0.50	1	0.043	0.043	0.033	0.053					0.3	0.11	0.06
Indeno(1,2,3-c-d)pyre	0.0004	0.03	0.05	0.01	0.01	0.0068	0.013					0.22	0.02	0.02
naftaleen	0.1	35	70	0.13	0.13	0.073	0.057	0.3	250	500	250	0.16	0.11	0.12
pyreen														0.02
som 10 PAK's	0.11	41.01	81.90	0.29	0.29	0.3	0.24					2.2	0.63	
som 16 PAK's EPA														

BIJLAGE 4

ANALYSERESULTATEN TOLUEEN IN SLIB
IN RWZI'S VAN HET WETTERSKIP FRYSLÂN
EN RWZI KAATSHEUVEL VAN WATERSCHAP
BRABANTSE DELTAWATERSCHAPPEN

ANALYSERESULTATEN TOLUEEN IN ZUIVERINGSSLIB MG/KG.DS UIT SLIBBUFFERBAKKEN BIJ RWZI'S WETTERSKIP FRYSLÂN

Het betreft slib dat ter ontwatering is opgeslagen in slibbufferbakken en afgevoerd wordt naar de centrale slibontwatering in Heerenveen.

Rwzi	Tolueengehalte (mg tolueen/kg d.s)						SGT Aanwezig?
	2002	2003	2004	2005	2006	% d.s. (2005)	
1	Akkrum	4,3	16	<0,05	77	4,1	
2	Ameland	96	<1,35	15		4,2	
3	St, Anna Parochie	<3	<0,99	<1,3		3,9	
4	Bergum/Suameer	<1	<0,05	<0,05		3,7	ja
5	Birdaard	18	3,1	6,3		4,1	
6	Bolsward	<1,29	2,7	<0,05	<3,2	4,6	
7	Damwoude	5,9	<1,1	3,6		3,4	
8	Dokkum	60	150	13	33	4,1	
9	Drachten	<1,83	1,8	<0,05	380 ^A	3,0	ja
10	Franeker	<0,5	<1	<0,05		6,5	ja
11	Gorredijk	250	45	<2	62	3,9	
12	Grouw	5,5	<0,95	1,7	<0,05	<3,8	3,7
13	Harlingen	330	99	25		4,2	
14	Haulerwijk	3,7	6,6	<0,05	<5,2	4,2	
15	Heerenveen	11	170	84	<4,5	3,0	
16	Joure	<0,90	<1,1	0,61	<9,9	4,0	
17	Kootstertille	17	34	2,5		4,4	
18	Leeuwarden	<2	<0,36	<0,05		3,9	ja
19	Lemmer	<1,15	160	<0,05	<5,2	4,1	
20	Oosterwolde	<1,42	6,5	21	28	3,4	
21	Schiermonnikoog	37	350	420		3,7	
22	Sloten	57	410	83	24	4,5	
23	Sneek	14	5,1	<0,05	<2,2	3,5	
24	Terschelling	92	520	4,9		3,6	
25	Vlieland	310	9,5	540		5,3	
26	Warns	<1,84	4,7	<0,05	<3,6	5,4	
27	Wolvega	19	3,4	<0,05	<4,4	3,9	
28	Workum	8,5	<1,6	38	<2,3	4,8	
29	Wijnjewoude	2,3	1,7	<0,05	<3,0	4,2	

^A Bijzondere omstandigheden in de bedrijfsvoering. Gistingstank tijdelijk uit bedrijf.



Memo

Van : Frans Schouwenaars
 Via : Jack Jonk
 Aan : Cora Uijterlinde
 Betreft: Tolueen in zuiveringsslib
 Kopie :
 Datum : 10 juli 2007

In 1997 is bij het waterschap geconstateerd dat het tolueengehalte in het slib van de rwzi Kaatsheuvel vanaf februari 1996 opgelopen was tot ca 200 à 300 mg/kg d.s.

Hierop zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar de mogelijke herkomst/oorzaak.

Influent onderzoek

Het tolueen gehalte is 2 maal bepaald in het influent van de installatie.

De aangetroffen concentraties waren dermate laag dat niet aannemelijk was dat de hoge concentraties in het slib veroorzaakt werden door de aanvoer. (voor analyse resultaten zie bijlage)

Monsternamen en analyse onderzoek

Hiervoor zijn, naast slibmonsters van Kaatsheuvel, ook slibmonsters van Waalwijk genomen en door verschillende laboratoria geanalyseerd. Hierbij zijn geen significante en/of onverklaarbare verschillen gevonden.

Divers onderzoek

Diverse (slib)stromen op de rwzi Kaatsheuvel zijn bemonsterd en geanalyseerd. Ook is een eenvoudige standproef uitgevoerd. Hierbij is, gelijktijdig met het vullen van de slibbufferput, ook een monstervat met 15 liter ingedikt slib gevuld. Na 10 dagen is opnieuw slib toegevoegd aan het monstervat.

Na 12 dagen vanaf de eerste vulling (verblijftijd in slibbufferput is ca. 14 dagen) is het slib in het monstervat en de slibbufferput opnieuw geanalyseerd. De resultaten waren als volgt:

Datum	Ingedikt slib	Inhoud monstervat	Inhoud slibbufferput
1 februari 1999	1,2	2,4	1,7
11 februari 1999		7,1	15
12 februari 1999			24

Tolueengehalten in mg/kg ds

Conclusie: Uit de resultaten lijkt het tolueengehalte in het slib na verloop van tijd toe te nemen. De toename is echter minder groot dan uit de eerdere bemonstering en analyse van de slibbufferput bleek.

Uiteindelijk is het onderzoek naar de oorzaak gestopt.

Bijlage: analysesresultaten van diverse bemonsteringen (Excel bestand)

Tolueenanalyses in slib van rwzi Kaatsheuvel, Waterschap Brabantse Delta

Slibbufferputten 1+2

Omschrijving meetpunt	Datum meting	Code bem.wz	3320 toluen mg/kgds	indamprest %	omgerekend toluen mg/kg
INHOUD SLIBBUFFERPUT 1	11-7-1997	STM	450	0,45	2,0
INHOUD SLIBBUFFERPUT 1	7-10-1998	STM	0,6	3,3	0,02
INHOUD SLIBBUFFERPUT 1	14-10-1998	STM	140	5,5	7,7
INHOUD SLIBBUFFERPUT 1	21-10-1998	STM	320	4,8	15,4
INHOUD SLIBBUFFERPUT 1	27-10-1998	STM	190	4,6	8,7
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	14-5-1997	STM	37	4,2	1,55
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	30-9-1998	STM	4,1	4,4	0,2
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	7-10-1998	STM	300	5,1	15,3
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	14-10-1998	STM	200	4	8,0
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	21-10-1998	STM	8,9	2,9	0,3
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	27-10-1998	STM	240	5,5	13,2
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	1-2-1999	STM	1,7	3,8	0,1
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	11-2-1999	STM	15	4,5	0,7
INHOUD SLIBBUFFERPUT 2	12-2-1999	STM	24	4,5	1,1

code bem: STM = Steekmonster

Slibafvoer voorindikker

Omschrijving meetpunt	Datum meting	Code bem.wz	3320 toluen mg/kgds	indamprest %	omgerekend toluen mg/kg
SLIB AFVOER VOORINDIKKER	11-7-1997	STM	< 1,3	2,3	0,03
SLIB AFVOER VOORINDIKKER	30-9-1998	STM	0,2	3,2	0,01

Slibafvoer slibbufferput

Omschrijving meetpunt	Datum meting	Code bem.wz	3320 toluen mg/kgds	1205 indamprest %	omgerekend toluen mg/kg
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-6-1995	VTP720	190	3,9	7,4
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-8-1995	VTP720	150	4,7	7,1
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-9-1995	VTP720	130	4,3	5,6
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-10-1995	VTP720	160	5,2	8,3
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-11-1995	VTP720	80	4,9	3,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-12-1995	VTP720	160	4,4	7,0
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-1-1996	VTP720	140	3,9	5,5
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	29-2-1996	VTP720	300	3,8	11,4
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-3-1996	VTP720	320	4,0	12,8
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-4-1996	VTP720	340	3,9	13,3
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-5-1996	VTP720	290	4,0	11,6
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-6-1996	VTP720	170	3,6	6,1
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-7-1996	VTP720	300	4,3	12,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-8-1996	VTP720	230	5,2	12,0
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-9-1996	VTP720	190	4,3	8,2
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-10-1996	VTP720	270	4,3	11,6
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-11-1996	VTP720	240	4,1	9,8
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-12-1996	VTP720	260	3,7	9,6
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-1-1997	VTP720	21	3,8	0,8
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	28-2-1997	VTP720	250	3,9	9,8
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-3-1997	VTP720	300	3,7	11,1
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-4-1997	VTP720	92	3,7	3,4
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-5-1997	VTP720	310	3,9	12,1
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-6-1997	VTP720	220	3,9	8,6
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-7-1997	VTP720	280	3,1	8,7
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-8-1997	VTP720	260	3,8	9,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-9-1997	VTP720	220	4,0	8,8
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-10-1997	VTP720	280	4,4	12,3
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-11-1997	VTP720	240	3,7	8,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-12-1997	VTP720	310	3,7	11,5
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-1-1998	VTP720	260	4,0	10,4
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	28-2-1998	VTP720	330	4,2	13,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-3-1998	VTP720	330	4,0	13,2
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-4-1998	VTP720	660	4,4	29,0
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-5-1998	VTP720	340	4,4	15,0

Tolueenanalyses in slib van rwzi Kaatsheuvel, Waterschap Brabantse Delta

Slibafvoer slibbufferput

Omschrijving meetpunt	Datum meting	Code bem.wz	3320 toluen mg/kgds	1205 indamprest %	omgerekend toluen mg/kg
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-6-1998	VTP720	420	3,9	16,4
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-7-1998	VTP720	360	4,3	15,5
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-8-1998	VTP720	130	2,7	3,5
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-9-1998	VTP720	280	3,3	9,2
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-10-1998	VTP720	220	4,4	9,7
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-11-1998	VTP720	250	4,5	11,3
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-12-1998	VTP720	360	4,2	15,1
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-1-1999	VTP720	370	4,3	15,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	28-2-1999	VTP720	140	5,0	7,0
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-3-1999	VTP720	310	6,1	18,9
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-4-1999	VTP720	450	6,1	27,5
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-5-1999	VTP720	580	6,0	34,8
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-6-1999	VTP720	520	5,6	29,1
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-7-1999	VTP720	370	5,6	20,7
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-8-1999	VTP720	400	5,9	23,6
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-9-1999	VTP720	440	4,7	20,7
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-10-1999	VTP720	350	4,9	17,2
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	30-11-1999	VTP720	310	4,2	13,0
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-12-1999	VTP720	410	4,0	16,4
SLIB AFVOER SLIBBUFFERPUT	31-1-2000	VTP720	120	4,2	5,0

code bem: VTP720 = verzameltijdproportioneel maandmengmonster

BIJLAGE 2

KINETIEK EN ACHTERGRONDEN VAN BIOCHEMISCHE TOLUEENVORMING

MILIEUONDITIES VOOR TOLUEENVORMING

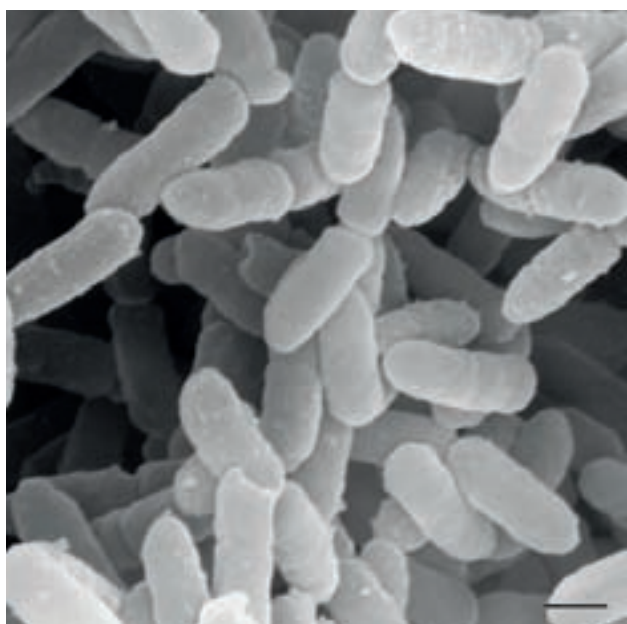
Tolueenvorming treedt op tijdens de acidogenese maar waarschijnlijk niet tijdens de methanogenese. Dit laatste is echter niet aangetoond! Tijdens de methanogenese worden vluchtige vetzuren afgebroken met andere woorden er is dus sprake van een substraatlimitatie. Dit kan tot gevolg hebben dat de afbraak van toluen sneller loopt dan de vorming. Het is dus niet zeker dat persé een lage redox (< -200 mV) nodig is voor afbraak van toluen. Wel kan gesteld worden dat in de methanogenese de afbraak van toluen sneller is dan de vorming.

De vraag is dan ook hoe vastgesteld kan worden of er sprake is van een acidogenese of methanogenese fase. Een vluchtige vetzuren-analyse uitkomst kan bieden. De verhouding azijn-, propion- en boterzuur indiceert de voortgang van het proces.

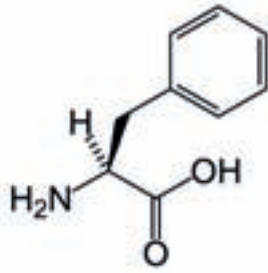
TOLUMONAS AUENSIS

- optimale temperatuur voor groei is 22°C
- pH: 7,2
- facultatief anaëroob
- tolueenvorming is mogelijk uit de volgende substraten phenylalanine, phenylpyruvate, phenyllactate, and phenylacetate
- fenol-vorming uit tyrosine.

EM-foto *Tolumonas auensis*

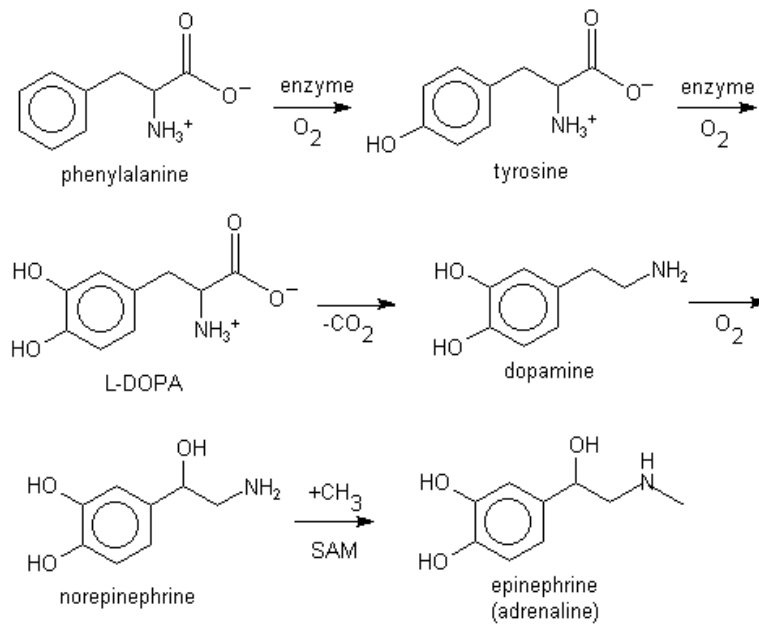


lengte zwarte balk = 1 μ m

FENYLALANINE

Fenylalanine is een van de twintig natuurlijk voorkomende aminozuren. Fenylalanine is een essentieel aminozuur dat nodig is voor diverse biochemische processen. Fenylalanine is onder andere nodig voor de aanmaak van neurotransmitters in de hersenen.

Belangrijke bronnen van fenylalanine zijn producten die aspartaam bevatten zoals kauwgom en «Light» dranken maar ook kaas, amandelen, pinda's, sesamzaad, sojabonen en eiwitten in het algemeen zijn goede bronnen van fenylalanine.

CONVERSIE ROUTES MET ALS SUBSTRAAT FENYLALANINE

Veel micro-organismen gebruiken fenylalanine als substraat voor de vorming van bepaalde stoffen.

Samengevat

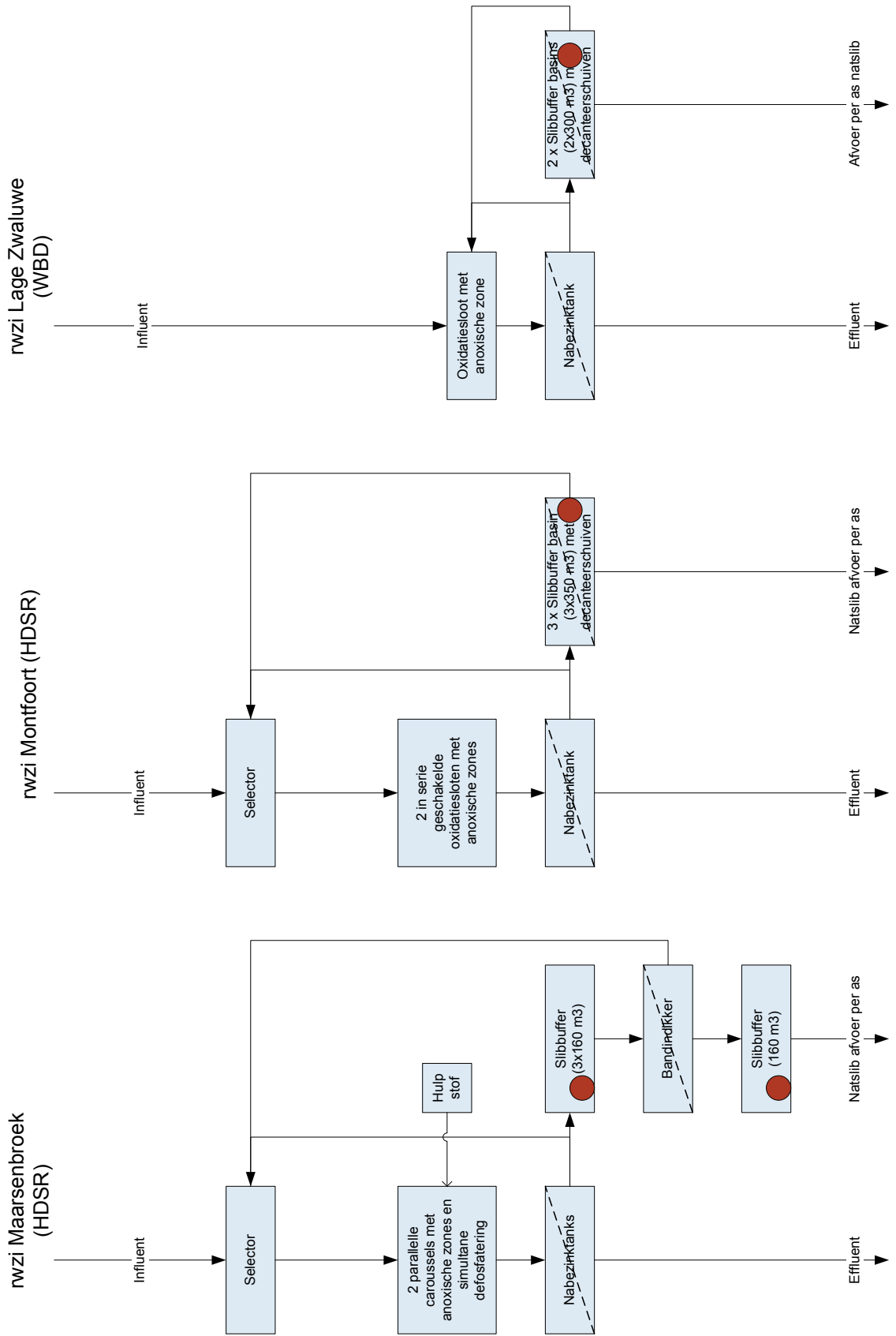
- fenylalanine komt algemeen voor en is nodig voor de vorming van essentiële stoffen
- (de meeste) mensen en dieren kunnen niet zonder fenylalanine
- planten en micro-organismen kunnen fenylalanine produceren uit bepaalde carboxylzuren

Relevante procescondities voor toluueenvorming zijn:

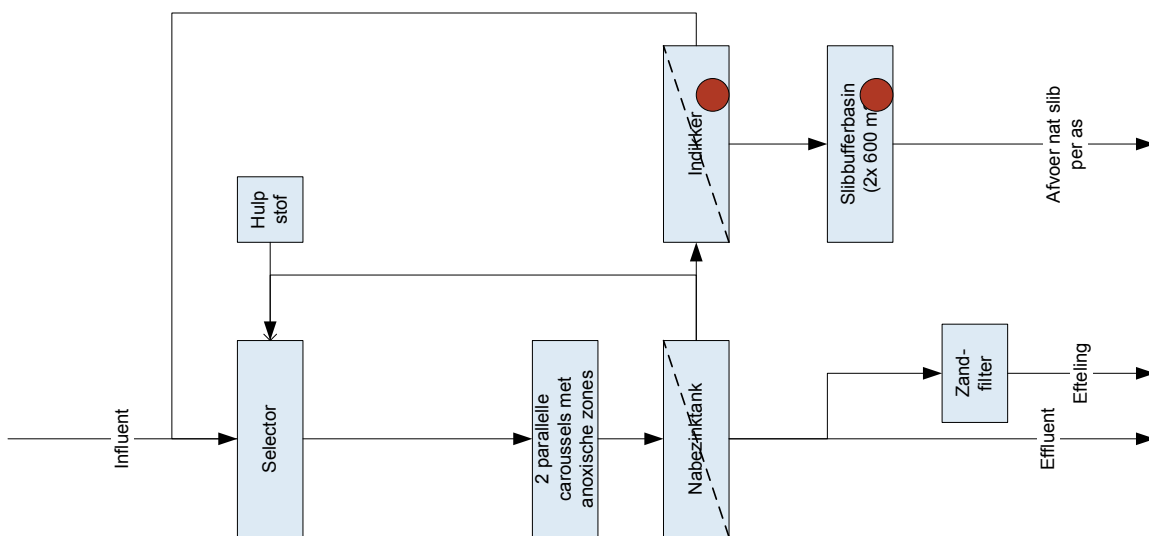
- temperatuur
- genese-stadium (vast te stellen aan de hand van azijn-, propion- en boterzuurgehaltes)
- pH en redoxpotentiaal.

BIJLAGE 3

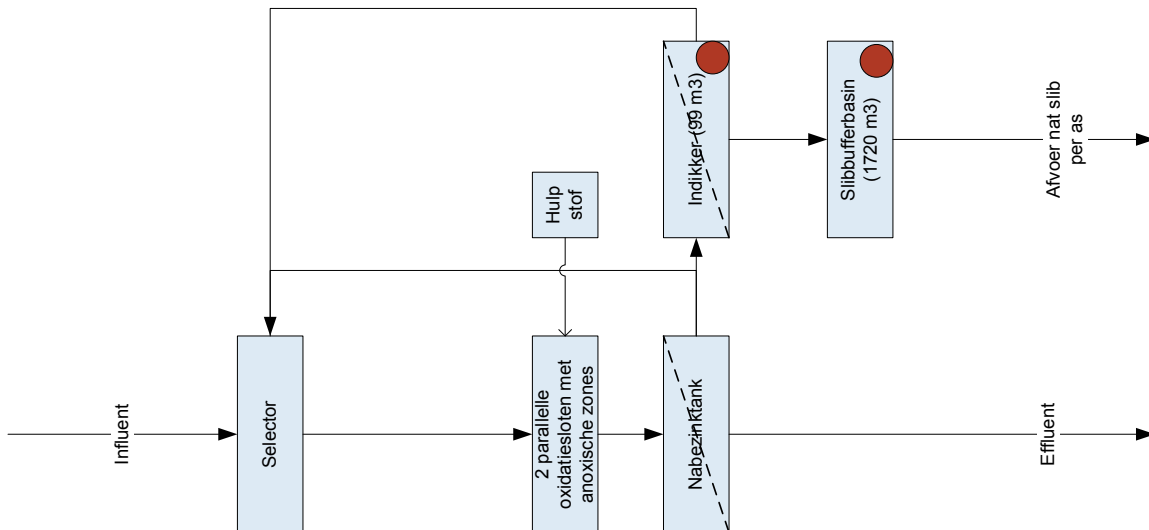
BLOKSCHEMA'S EN KENMERKEN ONDERZOCHE TE RWZI'S



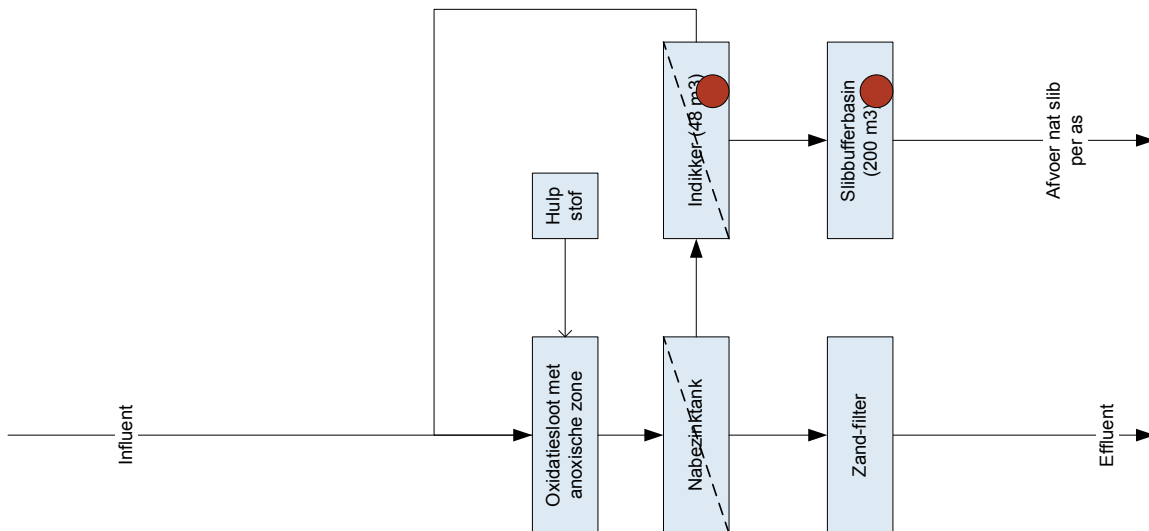
rwzi Kaatsheuvel (WBD)



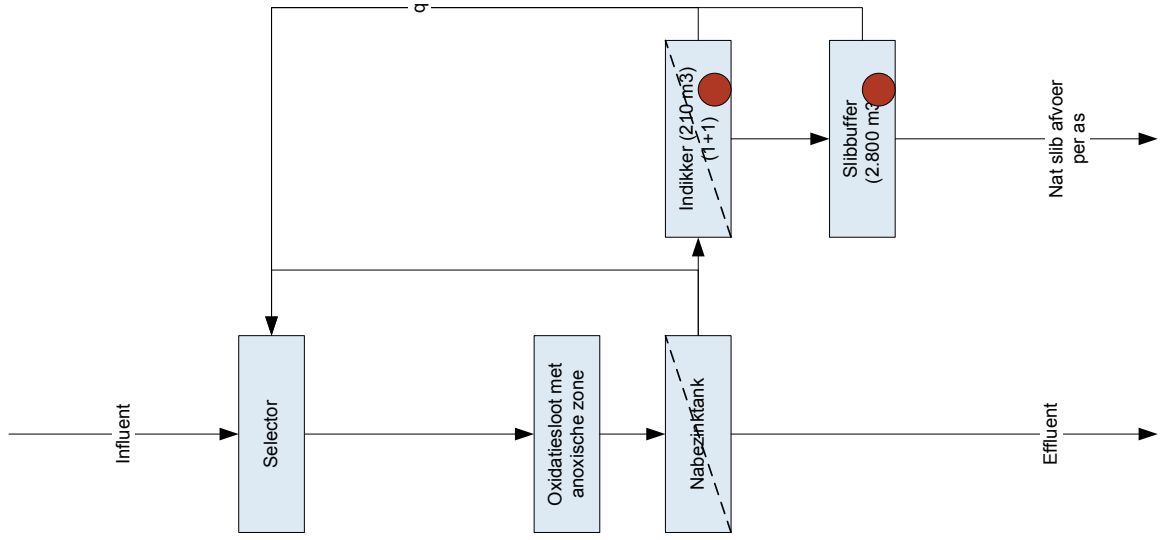
rwzi Aalten (WRIJ)



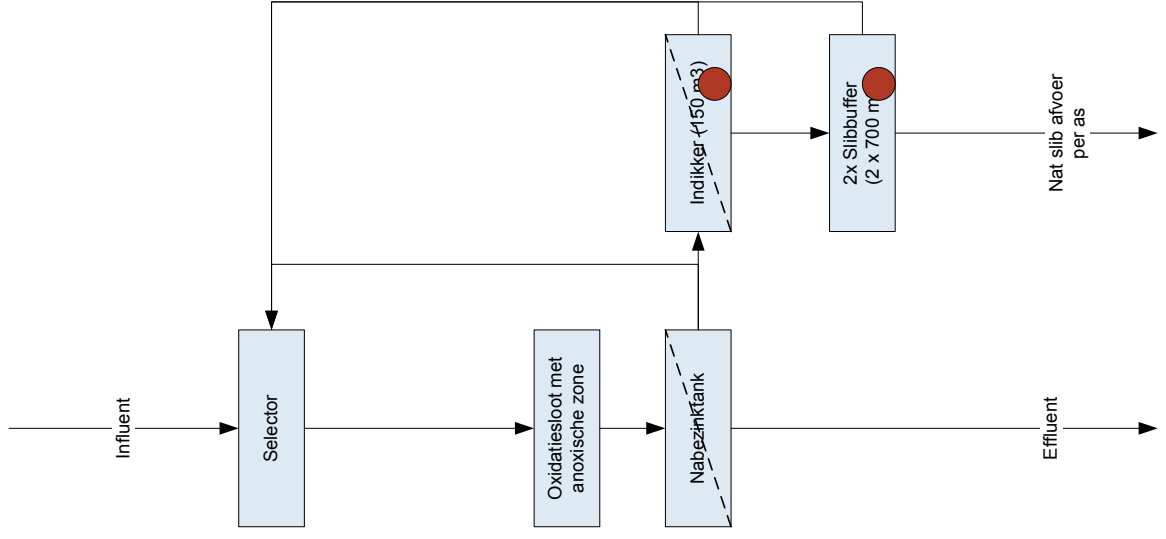
rwzi Wehl (WRIJ)



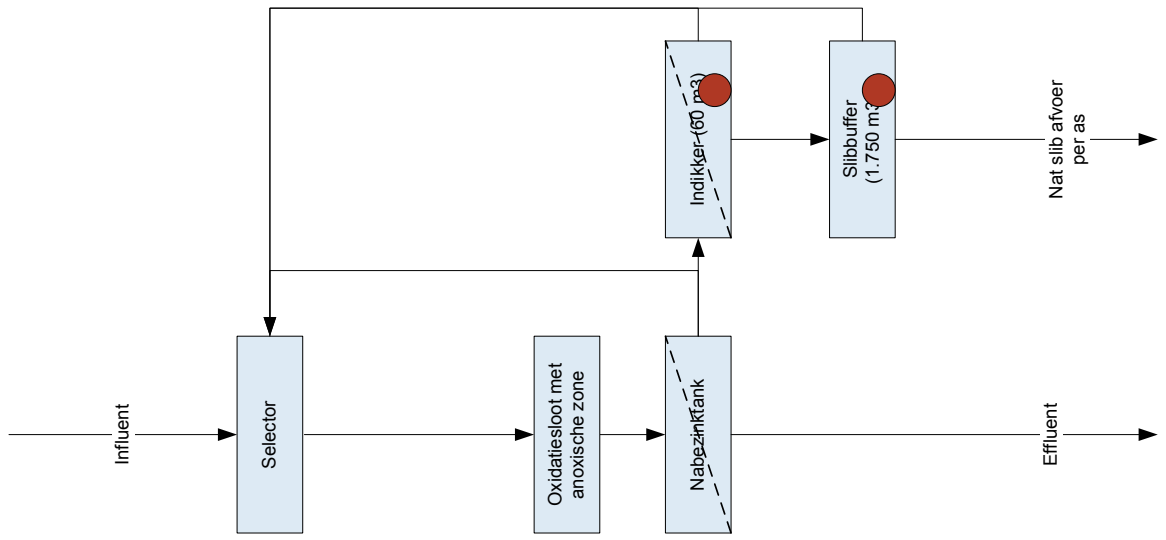
rwzi Westerschouwen (WZE)



rwzi Waarde (WZE)



rwzi Tholen (WZE)



	Rwzi	Maarsenbroek	Montfoort	Lage Zwaluwe	Kaatsheuvel	Aalten	Wehl	Tholen	Waarde	Wester-schouwen
Parameter	Beheerder	HDSR	HDSR	WBD	WBD	WRIJ	WRIJ	WZE	WZE	WZE
Peiljaar	Eenheid	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Ontwerpcapaciteit in IE's	IE ₁₃₆	60.000	19.000	63.240	8.090	33.000	12.000	10.000	87.000	87.700
Type proces		2 carrousel	2 serie geschakelde oxidatietanks	oxidatiesloot	carrousel	oxidatiesloot	oxidatiesloot	carrousel	Schreiber	propstroom AT
Influent										
jaardebiet	m3/j	2.127.910	1.428.910	726.429	3.801.986	1.760.000	662.800	1.008.005	2.893.940	1.656.036
onopgeloste bestanddelen	mg/l	325	206	149	223	400	400	160	142	186
CZV	mg/l	712	394	334	573	1.100	667	424	373	455
BZV	mg/l	303	151	117	235	480	252	140	132	153
N-kj	mg/l	73	40	30	50	84	50	45	38	51
P-totaal	mg/l	13	7	4,8	7,6	12	8	7	6	8
Gemiddelde Belasting IE ₁₃₆	IE ₁₃₆	42.372		8.144	52.934	40.540	10.936	14.806	33.742	23.757
Effluent										
onopgeloste bestanddelen	mg/l	3	2,8	7	7	4	4	5,9	13,4	3,7
CZV	mg/l	29	25	39	29	42	24	36,9	52,7	42,7
BZV	mg/l	1,8	1,9	3	2	3	1,5	3	3,4	1,8
N-totaal	mg/l	5	5,7	6,5	4,2	6,1	7,3	9,5	7,9	10,6
N-kj	mg/l	2,5	2,8	3,2	1,9	4	1,9	3,8	3,3	2,6
P-totaal	mg/l	3,8	2	1,9	0,78	1	0,9	1,4	1,1	3,7
Gemiddelde Belasting IE ₁₃₆	IE ₁₃₆	1.882	1.399	438	967	1.636	400	1.359	4.112	1.875
Actiefilbinstallatie										
Slibbelasting	kg CZV/kg ds*d	0,111	0,13	0,13	0,1	0,20	0,15	0,168	0,144	0,091
	kg BZV/kg ds*d	0,046	0,049	0,05	0,03	0,087	0,057	0,055	0,051	0,031
	kg Kj-N/kg ds*d	0,011	0,013	0,011	0,008	0,015	0,011	0,018	0,015	0,010
Slibconcentratie	g/l	3,2	4,1	4,1	3,1	3,4	3,2	3,8	3,1	3,9
Gloeirest	% van ds	33	31	37	35	23	30	35,8	45,3	30,0
Slibvolume index	ml/g	235	128	114	99	135	140	129	134	95
Slibleeftijd	d	22	20	20	27	13	18	16	13	23
Surpluslibproductie	kg ds/d	1640	750	315	1992	1.600	414	492	1.735	1.016
Specifieke surpluslibproductie	g ds/IE ₁₃₆ .verw*d	41	39	41	38	41	39	33	51	43
	kg ds/kg BZV-verw	1,01	1,05	1,18	0,95	0,9	1,0	1,1	1,6	1,4

Deelstudie: Biochemische toluueenvorming op rwzi's

Bijlagen

	Rwzi	Maarsen- broek	Montfoort	Lage Zwaluwe	Kaats- heuvel	Aalten	Wehl	Tholen	Waarde	Wester- schouwen
Chemicalien verbruik										
soort		PAX14 (AlCl ₃ SO ₄)	nvt	geen, in winter mogelijk PAC voor licht silb bestrijding	FeSO ₄ ·7H ₂ O	FeClSO ₄	FeClSO ₄	nvt	nvt	nvt
hoeveelheid	ton/j	8,91			60,7 ton/j Fe	114,3	29,6			
Totaal metalen	tonmol	<30			1,09	0,25	0,06			
Dagen gedoseerd	n/j				365	248				
Me/P	mol/mol	0,7			1,34	0,5	0,7			
Azijnzuur	ton/j	0				8,9				
Silb-be/verwerking karakteristieken										
Type buffer/indikker		bandfilter + 3x buffer	3x buffers met schuifjes	silbbuffer	voorindikker+ silbbuffer	doorstroomde indikker	doorstroomde indikker	doorstroomde indikker, hierna naar buffer	doorstroomde indikker, hierna naar buffer	doorstroomde indikker, hierna naar buffer
Indikker: natte inhoud	m3			2*300 m3 (totale inhoud)	silbbuffer: 2*600 m3 in houd	99	48	60	150	213
afgedekt en afgezogen ?		ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Buffer: natte inhoud	m3	3x60	3x350	2x300	2x600	1.720	200	1.750	2.000	2.800
frequentie silbtransporten	n/jr	doorlopend: 450	doorlopend: 250	1x/maand ca 300 m3	1x/1,5 week ca 500 m3	700	150	146	555	258
is buffer/indikker afgedekt	ja/nee	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
wordt buffer/indikker afgezogen	ja/nee	bandindikker: nee; buffers: ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
is eerder toluueen gemeten, zo ja toelichting	ja/nee	nee	nee	ja, zie toegestuurde resultaten	nee	nee	nee	ja	ja	ja
bestemming en verwerking afgevoerd natte silb		centrale gisting rwzi Utrecht	centrale gisting rwzi Nieuwegein	gisting rwzi Dongemond aldaar ontwaterd	gisting rwzi Dongemond en vervolgens aldaar ontwaterd	ontwatering op rwzi Lichtenvoorde	gisting rwzi Nieuwgraaf en vervolgens aldaar ontwaterd	rwzi Sint Maartensdijk en ontwaterd (centrifuge)	rwzi Willem Annapolder en ontwaterd (centrifuge)	gisting rwzi Walcheren en vervolgens aldaar ontwaterd (zeefbandpers)
Silbproductie	m ³ /j	13.682	7.576	4.391	16.975	23.700	5.211	5.204	19.784	9.135
Drogstofgehalte	%	4,4%	3,5%	2,8	4,3	2,5%	2,9%	3,5%	3,2%	3,9%
Drogstof	ton	602	265	115	727	584	151	180	633	371
g ds/IE ₁₃₈ verw*d		41	39	41	38	41	39,0	33,3	51	43
Specifieke silbproductie	kg ds/kg BZV-verw	1,01	1,05	1,18	0,95	0,9	1,0	1,1	1,6	1,4

BIJLAGE 4

MEETPROGRAMMA TOLUEEN IN SLIB

1. INLEIDING

Uit analyses en nader literatuuronderzoek is gebleken dat onder bepaalde milieumomstandigheden toluueenvorming optreedt in slibindikers en buffers. Vervolgens is besloten om een inventariserend onderzoek uit te voeren. Deelnemers aan dit onderzoek zijn een viertal waterschappen.

Op basis van indicatie factoren zijn door de vier waterschappen een aantal zuiveringen geselecteerd waar een redelijke kans is dat toluueenvorming optreedt. In totaal zijn voor het onderzoek negen rwzi's gekozen.

2. DOEL

Aan de hand van een inventariserend onderzoek bepalen:

- of toluueenvorming op rwzi's op brede schaal voorkomt;
- de range van toluueenconcentraties onderscheiden naar slibindikers en slibbuffers.

3. UITVOERING METINGEN

Het voorstel is om op drie plaatsen op een rwzi monsters te nemen voor een toluueenbepaling.

- 1 afloop indikker (slibzijdige kant);
- 2 afloop indikker (overloop overstortrand);
- 3 afvoer uit slibbuffer (tijdens overslag).

4. TE METEN PARAMETERS:

Voorgesteld wordt om de volgende parameters te meten:

- 1 pH, redoxpotentiaal en temperatuur van de inhoud van indikker en buffer (meten in het veld);
- 2 indamprest;
- 3 toluueengehalte.

5. WIJZE VAN MONSTERNAME

Toluueen lost op tot 470 mg/l in water (onder andere afhankelijk van temperatuur). Vanwege de lage dampdruk gaat de stof snel over van waterfase naar de luchtfase. Overigens is toluueendamp zwaarder dan lucht.

Derhalve is het van belang dat bij het nemen van de monsters (vullen van flessen en dergelijke) zo min mogelijk turbulentie optreedt om te voorkomen dat toluueen gestript wordt. Monsterflessen en dergelijke dienen helemaal gevuld te worden. Voor wat betreft het overloopwater van indikers is het belang om het monster niet te nemen uit de goot (dus nadat het gevallen is) maar aan het vloeistofoppervlakte van de indikker.

6. REGISTREREN GEGEVENS

Het betreft een voorstel voor het vastleggen van gegevens tijdens het monsternemen. Daarnaast wordt voorgesteld om een logboek bij te houden per rwzi van relevante gebeurtenissen die betrekking hebben op dit onderzoek.

REGISTRATIEFORMULIER TOLUEENVORMING RWZI

	eenheid	indikker		slibbuffer
		afloop slib	afloop waterfase	
monsternemer		initialen	initialen	initialen
datum, tijd		ja	ja	ja
hydraulisch belasting:				
- aanvoer	m3/wk	ja		ja
- afvoer	m3/wk	ja	ja	ja
vulgraad	%	nvt	nvt	ja
verblijftijd slib in buffer 1	dgn	nvt	nvt	ja
buffer 2		nvt	nvt	ja
buffer 3		nvt	nvt	ja
buffer 4		nvt	nvt	ja
temperatuur	°C	ja	ja	ja
pH	-	ja	ja	ja
redioxpotentiaal	mV	ja	ja	ja
indamprest	g/kg	ja	nee	ja
tolueengehalte	mg/l	ja	ja	ja
opmerkingen:		eventueel	eventueel	eventueel

7. TOELICHTING TEN AANZIEN VAN MONSTERNAME, ANALYSERING EN WAARNEMINGEN/REGISTRATIE:

- 1 In zijn algemeenheid gaat het erom dat zoveel mogelijk monsters worden genomen en geanalyseerd. Zowel tussentijdse slibmonsters als monsters genomen van het afgevoerde slib zijn van belang. Beiden geven namelijk inzicht in de toename van toluen als de eindconcentratie. Met andere woorden hoe meer monsters hoe beter;
- 2 Hydraulische belasting: gevraagd is om deze in te vullen in 'm3/wk'. Uiteraard kan zelf voor een andere eenheid worden gekozen. Het gaat erom dat een goed beeld wordt verkregen over de belasting van indikker cq slibbuffer;
- 3 Voor wat betreft de slibverblijftijd in de buffer het volgende. De slibverblijftijd in een slibbuffer is moeilijk vast te stellen. De datum van vullen en leegmaken zijn daarbij het belangrijkste. Wel graag aangeven of er al een 'startvoorraad' slib in de buffer aanwezig was. Uiteraard kan daartoe zelf het registratieformulier worden aangepast;
- 4 De parameters temperatuur, redox en pH dienen tijdens de monstername te worden bepaald. Tussentijds mag ook, wel graag de bijbehorende datum vastleggen;
- 5 Logboek. Gezien de variabelen die per slibbuffer moeten worden vastgelegd is het wellicht goed om een logboekje aan te leggen waarin chronologisch wordt vastgelegd welke operationele handelingen wanneer met welke slibindikker/slibbuffer zijn uitgevoerd/gebeurd;
- 6 Omdat toluen vluchtig is, is een monster van slib uit een vacuümtankauto geen goed idee. Monsters dienen dus zorgvuldig genomen te worden waarbij de vluchtigheid van toluen in acht moet worden genomen;
- 7 Analyse. Omdat het een inventariserend onderzoek betreft, is bepaald dat de huismethodes voor analysering van de verschillende laboratoria gebruikt mogen worden.

8. DOORLOOPTIJD

Het voorstel is om circa 2 maanden te meten. Na 2 maanden kunnen de resultaten worden verwerkt en wordt bezien of het doorzetten van het programma zinvol is (omdat bijvoorbeeld ook in een warme periode te meten).

9. VRAGEN EN/OF OPMERKINGEN?

Neem contact op.

BIJLAGE 5

OVERZICHTEN ANALYSERESULTATEN EN WAARNEMINGEN PER RWZI

Legenda:

1	monster genomen uit <u>slibindikker</u> met een volgnummer
19	monster genomen uit een <u>slibbuffer</u> met een volgnummer

Resultaten rwzi's Maarsenbroek en Montfoort

volgno.	Maarsenbroek				Montfoort			
	spuislib uit buffer				spuislib uit buffer			
datum	1	2	3	4	5	6	7	8
hydraulische verblijftijd	14-01-08	21-01-08	28-01-08	4-02-08	14-01-08	21-01-08	28-01-08	4-02-08
redoxpotentiaal	12	12	12	12	4,5	4,5	4,5	4,5
temperatuur	13,1	14,6	14,5	12,5	13,5	15,1	14,8	12,8
pH	6,2	6,5	6,2	6,2	6	6	6	6
indamprest	10	10	10	10	40	40	40	40
gloeirest van de idr								
tolueen	0,015	0,04	4,5	4,3	4,95	9	0,279	0,3
benzeen	<	<	<	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	<	<	<	<	<	<	<	<
o-Xyleen	<	<	<	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	<	<	<	<	<	<	<	<
naftaleen	<	<	<	<	<	<	<	<
azijnzuur	40	59	230	310	342	675	49,5	1890
boterzuur	6,9	<	28	66	85,5	135	<	288
propionzuur	25	30	110	120	193,5	391,5	<	900
valeriaanzuur	1,6	<	9	15	25,65	25,65	<	63
iso-boterzuur	4,7	9,1	22	18	43,65	72	<	90
iso-valeriaanzuur	7,9	15	40	40	94,5	144	<	189

volgno.	Maarsenbroek				Montfoort			
	spuislib uit buffer				spuislib uit buffer			
datum	9	10	11	12	13			
hydraulische verblijftijd	28-01-08	3-02-08	11-02-08	17-02-08	25-02-08			
redoxpotentiaal	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3			
temperatuur		7,4	7,5	9,2	7,5			
pH		6,6	6,8	6,5	6,9			
indamprest	37	37	37	37	37			
gloeirest van de idr								
tolueen	10,4	8,9	7,8	< 0,044	0,7			
benzeen	<	<	<	<	<			
ethylbenzeen	<	<	<	<	<			
o-Xyleen	<	<	<	<	<			
m- en p-xyleen	<	<	<	<	<			
naftaleen	<	<	<	<	<			
azijnzuur	144	263	<	<	<			
boterzuur	<	18,1	<	<	<			
propionzuur	56	167	<	<	<			
valeriaanzuur	<	6,66	<	<	<			
iso-boterzuur	10,7	21,5	<	<	<			
iso-valeriaanzuur	22,2	40,7	<	<	<			

< : waarde kleiner dan de rapportagegrens

Resultaten rwzi's Lage Zwaluwe en Kaatsheuvel

Lage Zwaluwe	Slibbufferput 1				Slibbufferput 2				
	14	15	16		17	18	19	20	21
datum	14-02-08	21-02-08	28-02-08		31-01-08	07-02-08	14-02-08	21-02-08	28-02-08
vulgraad tank	m3	100	150	200	100	240	280	280	280
hydraulische verblijftijd	dgn	6	13	20	13	20	27	34	41
redoxpotential	mV	-130	-170	-120	-141	-100	-100	-130	-120
temperatuur	oC	10	8	10		8	10	7	10
pH (gemeten in lab.)	-	6,5	7,2	6,6	6,5	6,6	7,4	6,6	6,5
indamprest	^g ds/kg	31,2	16,7	37,2	34,2	33,1	3,6	35,5	31,1
gloeirest van de idr	%								
tolueen	mg/l	12,1	< 0,02	7,4	19,1	15,2	< 0,01	15,3	12,1
vluchtige vezturen	mg/l	450	220	1200	770	840	2100	900	1100
alkaliteit	meq/l	9	9	10	11	9	12	13	12
azijnzuur	mg/l	<	<	<			<	<	<
propion	mg/l	<	<	<			<	<	<
boterzuur	mg/l	<	<	<			<	<	<

Kaatsheuvel	Voorindikker				
	1	2	3	4	5
datum	31-01-08	07-02-08	14-02-08	21-02-08	28-02-08
vulgraad	%	100	100	100	100
hoeveelheid aanvoer slib	m3/wk	4070	3911	4130	3948
hoeveelheid afvoer slib	m3/wk	576	568	555	508
verblijftijd slib	dgn				
redox	mV	-201	-180	-190	-220
temperatuur	oC	11	9	10	10
pH (gemeten in lab.)	-	7,4	7,2	7,3	6,9
indamprest	g/kg	27,5	29,7	30,9	29,1
gloeirest van de idr	%				
tolueen	mg/l	0,13	0,09	0,03	< 0,02
vluchtige vezturen	mg/l	190	210	870	240
alkaliteit	meq/l	8	7	11	9
azijnzuur	mg/l		<	<	<
propion	mg/l		<	<	<
boterzuur	mg/l		<	<	<
isoboter	mg/l		<	<	<
valeriaanzuur	mg/l		<	<	<
iso-valeriaanzuur	mg/l		<	<	<

Slibbufferput 1					Slibbufferput 2		
22	23	24	25	26	25	26	
07-02-08	14-02-08	28-02-08	31-01-08	21-02-08	90	75	
85	85	75					
10	17	10	14	12			
-170	-140	-210	-150	-220			
9	10	10	10	9,5			
7	6,6	7,4	6,7	6,9			
46,2	49,2	23,1	39,5	30,2			
2,5	14,7	0,2	5,5	0,2			
1600	15	630	1300	870			
13	6	13	15	12			
785	1181	<		<			
323	640	<		<			
21	54	<		<			
46	64	<		<			
<	21	<		<			
92	118	<		<			

Resultaten rwzi's Tholen en Waarden

Tholen	indikker															
	6	7	8	9	10	11	12	13	slibbuffer					34		
datum	21-01-08	28-01-08	08-02-08	13-02-08	18-02-08	25-02-08	03-03-08	10-03-08	21-01-08	28-01-08	08-02-08	13-02-08	18-02-08	25-02-08	03-03-08	10-03-08
vulgraad	%	45	50	46	48	47	42	46	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
hoeveelheid aanvoer slib	m ³ /wk	??	??	??	??	??	??	??	190	93	107	43	54	59	128	139
hoeveelheid afvoer slib	m ³ /wk	190	93	107	43	54	59	139	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
verblijftijd slib	dgn	1,0	2,3	1,8	4,5	3,7	3,3	1,4	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
temperatuur	°C	10,5	8,5	9	9	8,5	9,9	11,5	9,5	8,5	7	7	8,5	7	10,5	9,5
pH	-	6,42	6,48	6,2	6,2	6,39	6,33	6,37	6,58	6,11	5,92	5,79	6,11	5,68	5,74	6,55
redoxpotentiaal	mV	-110	-166	-194	-172	-181	-280	-286	-286	-155	-174	-200	-158,1	-153	-257	-290
indamprest	g/kg	27	37	31	33	30	30	33	35	70	69	73	79	70	79	74
gloeirest van de idr	%	28,3	29,4	28,4	32,8	27,1	24	30	25,6	35,1	27,3	29,3	37,8	36,1	26,9	29,6
tolueengehalte	mg/l	<0,15	<0,17	<0,05	<0,002	<0,04	0,19	0,33	<0,04	3,5	22,8	8,8	19,8	15,4	17,4	38,9
benzeen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
o-Xyleen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Waarde	indikker															
	14	15	16	17	18	19	20	21	slibbuffer					42		
datum	21-01-08	29-01-08	4-02-08	11-02-08	18-02-08	25-02-08	3-03-08	10-03-08	21-01-08	29-01-08	4-02-08	11-02-08	18-02-08	25-02-08	3-03-08	10-03-08
vulgraad	%	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
hoeveelheid aanvoer slib	m ³ /wk	560	557	560	560	499	472	538	240	227	507	421	356	433	516	497
hoeveelheid afvoer slib	m ³ /wk	240	227	507	421	356	433	516	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
verblijftijd slib	dgn								nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
temperatuur	°C	12	10,5	9	10	10,5	11,5	15	9,5	8,5	7	7	1,5	7	10,5	8,5
pH	-	6,23	6,36	6,64	6,18	6,35	6,26	6,18	6,59	6,1	5,92	5,79	6,11	5,68	5,7	5,84
redoxpotentiaal	mV	-175	-210	-220	-178,3	-194	-304	-329	-212	-230	-230	-226,4	-173	-295	-281	-339
indamprest	g/kg	22	32	27	34	34	32	31	40	38	49	46	40	42	44	47
gloeirest van de idr	%	38,7	36,6	41,6	35,3	43,9	36,9	43,7	44,9	38,1	46,4	37	38,5	37,3	33,8	33,7
tolueengehalte	mg/l	<0,12	<0,18	<0,04	<0,03	<0,002	0,12	0,19	18	19,8	4,6	17,5	20,8	18,5	3,8	9,9
benzeen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
o-Xyleen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
azijnzuur	mg/l								<0,20	<1,9	931	<23	<40	13,9	1188	1175
boterzuur	mg/l								<0,20	<1,9	88,2	<23	<8	<12,6	660	705
propionzuur	mg/l								<0,20	<1,9	372,4	<23	<8	<12,6	440	517
valeriaanzuur	mg/l								<0,20	<1,9	132,3	<23	<8	<12,6	110	127
iso-boterzuur	mg/l								<0,20	<1,9	588	<23	<8	<12,6	141	188
iso-valeriaanzuur	mg/l								<0,20	<1,9	191,1	<23	<8	<12,6	229	315

Resultaten rwzi Westerschouwen

Westerschouwen	indikker										silibuffer									
	22	23	24	25	26	27	28	29	43	44	45	46	47	48	49	50				
datum	21-01-08	28-01-08	4-02-08	12-02-08	20-02-08	25-02-08	3-03-08	10-03-08	21-01-08	28-01-08	4-02-08	12-02-08	20-02-08	25-02-08	3-03-08	10-03-08				
vulgraad	52	55	52	36	33	41	35	47	1740	1625	1650	1900	1875	1680	1680	1680				
hoeveelheid aanvoer silb	272	579	1387	1389	306	306	1	0	52	169	459	289	76	2	62	145				
hoeveelheid afvoer silb	52	169	459	289	76	76	2	62	145	72	72	108	0	72	0	144				
verblijftijd silb	9,3	3,0	1,1	1,2	4,0	190,9	5,3	3,0	181	169	115	> 100	195	> 100	> 100	88				
temperatuur	12	9	8,5	10	11	11,5	10,5	10	10	9	7,5	10	8	8	9	8,5				
pH	7,18	6,8	6,8	6,64	6,33	6,32	6,7	6,5	6,76	6,76	6,72	6,72	6,63	6,66	6,9	6,56				
redoxpotentiaal	-99	-140	-247	-203	-176	-293	-290	-285	-139	-177	-257	-210	-183	-302	-298	-238				
indamprest	22	27	32	28	32	33	32	29	24	46	50	28	29	33	49	45				
tolueengehalte	0,26	<0,18	<0,04	<0,03	0,06	0,21	0,42	0,04	<0,03	<0,14	1,1	<0,03	0,41	0,16	4,9	5,4				
benzeen	<	<	<	<	<	<	<	<												
ethylbenzeen	<	<	<	<	<	<	<	<												
o-xyleen	<	<	<	<	<	<	<	<												
m- en p-xyleen	<	<	<	<	<	<	<	<												
azijnzuur																				
boterzuur									<0,12	<2,3	<10	<14	<8,7	9,9	15,2	<13,5				
propionzuur									<0,12	<2,3	<10	<14	<8,7	<6,6	<9,8	<13,5				
valeriaanzuur									<0,12	<2,3	<10	<14	<8,7	<6,6	<9,8	<13,5				
iso-boterzuur									<0,12	<2,3	<10	<14	<8,7	<6,6	<9,8	<13,5				
iso-valeriaanzuur									<0,12	<2,3	<10	<14	<8,7	<6,6	<9,8	<13,5				

	slibbuffer					
	51	52	53	54	55	56
datum	13-03-08	19-03-08	31-03-08	10-04-08	15-04-08	24-04-08
pH	6,6	6,3	6,2	6,3	6,7	6,8
redoxpotential	256	286	-188	-102	-141	-116
indamprest	21,5	31,3	33,2	26,7	15,4	20,8
tolueengehalte	0,37	4,4	1,7	10,9	< 0,08	< 0,2
benzeen	<	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	<	<	<	<	<	<
o-Xyleen	<	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	<	<	<	<	<	<
azijnzuur	28	470	398	<	<	<
boterzuur	<	47	66	<	<	<
propionzuur	<	210	219	37	<	<
valeriaanzuur	<	14	12	<	<	<
iso-boterzuur	<	30	18	27	<	<
iso-valeriaanzuur	15,9	59,5	46	56	<	<

	indikker					
	30	31	32	33	34	35
datum	13-03-08	19-03-08	31-03-08	10-04-08	15-04-08	24-04-08
pH	-	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8
redoxpotential	mV	238	283	-142	-57	-119
indamprest	g/kg	18,7	17,9	17,8	18,6	19,2
tolueengehalte	mg/l	< 0,08	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,1
benzeen	mg/l	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	mg/l	<	<	<	<	<
o-Xyleen	mg/l	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	mg/l	<	<	<	<	<
azijnzuur	mg/l	<	196,9	<	<	557
boterzuur	mg/l	<	10	<	<	99,8
propionzuur	mg/l	<	73,4	<	<	249,6
valeriaanzuur	mg/l	<	<	<	<	17,1
iso-boterzuur	mg/l	<	9,8	<	<	36,5
iso-valeriaanzuur	mg/l	<	19,7	<	<	69,1

	slibbuffer					
	57	58	59	60	61	62
datum	13-03-08	19-03-08	31-03-08	10-04-08	17-04-08	22-04-08
pH	6,2	6,2	6	6	5,9	6
redoxpotential	261	126	-110	-114	-246	-173
indamprest	28,3	13,8	23,8	24,6	30,7	31,8
tolueengehalte	0,8	0,8	1,1	0,76	12,9	12,1
benzeen	<	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	<	<	<	<	<	<
o-Xyleen	<	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	<	<	<	<	<	<
azijnzuur	14	<14	452	25	399	350
boterzuur	< 14	<14	50	20	52	41
propionzuur	< 14	<14	119	170	200	229
valeriaanzuur	< 14	<14	< 12	< 12	17	13
iso-boterzuur	< 14	<14	31	27	30	32
iso-valeriaanzuur	< 14	<14	62	49	61	60

	indikker					
	36	37	38	39	40	41
datum	13-03-08	19-03-08	31-03-08	10-04-08	17-04-08	22-04-08
pH	-	6,3	6,4	6,3	6,3	6,7
redoxpotential	mV	288	272	-135	-134	-191
indamprest	g/kg	26,5	18,9	27,5	26	24,6
gloeirest van de idr	%	<	<	<	<	<
tolueengehalte	mg/l	< 0,1	< 0,04	< 0,04	< 0,005	< 0,123
benzeen	mg/l	<	<	<	<	<
ethylbenzeen	mg/l	<	<	<	<	<
o-Xyleen	mg/l	<	<	<	<	<
m- en p-xyleen	mg/l	<	<	<	<	<
azijnzuur	mg/l	<	149,3	<	<	<
boterzuur	mg/l	<	<	<	<	<
propionzuur	mg/l	<	64,3	<	<	<
valeriaanzuur	mg/l	<	<	<	<	<
iso-boterzuur	mg/l	<	<	<	<	<
iso-valeriaanzuur	mg/l	<	18	<	<	<

VLOEISTOFDICHTHEID BASSINS EN GRONDWATER- MONITORING OP EEN RWZI

INHOUD

1	INLEIDING	141
2	DOELSTELLING	142
3	WERKWIJZE	143
4	INSPECTIE OP BASIS VAN DE CUR/PBV-AANBEVELING 44	145
4.1	Uitvoering	145
4.2	Resultaat demo-inspectie	145
4.3	Kosten CPA44-inspectie	147
5	GRONDWATERMONITORINGSSYSTEMEN	148
5.1	Varianten monitoringssystemen	148
5.2	Bemonsteren en analyseren van grondwatermonsters	148
5.3	Gebruik van gidsparameters	148
5.4	Overzicht kosten monitoringssystemen en analysepakketen	149

6	GEO-ELECTRISCHE METINGEN	150
6.1	Erkenning van de methode	150
6.2	Betrouwbaarheid	150
6.3	Offerte geo-electrische metingen	150
6.4	Uitvoering	151
6.5	Doorlooptijd	152
6.6	Kosten	152
7	KOSTEN OVERZICHT	154
8	VERGELIJKING BEHEERSMAATREGELEN	155
9	CONCLUSIES	157
	BIJLAGEN	
1	BOVENAANZICHT EN DIMENSIES RWZI SUSTEREN	159
2	WERKZAAMHEDEN EN KOSTEN INZAKE LEEGZETTEN, REINIGEN EN INSPECTEREN AÉRATIETANK 3 VAN RWZI SUSTEREN	162
3	VARIANTEN EN KOSTEN GRONDWATERMONITORINGSSYSTEMEN	165

1

INLEIDING

Als onderdeel van het STOWA-project 'Bodembescherming op rwzi's' is besloten om voor rwzi's de verschillende mogelijkheden voor bodembescherming uit te werken en te vergelijken.

Deze studie gaat in op een aantal aspecten van bodembescherming. Een daarvan is het vaststellen van de vloeistofdichtheid van bassins en leidingen op rwzi's door middel van visuele inspectie. Als alternatief is de mogelijkheid van geo-electrische metingen beoordeeld. Daarnaast worden in deze studie ook grondwatermonitoringsystemen behandeld.

Het vaststellen van vloeistofdichtheid van bassins en leidingen op een rwzi's is niet eenvoudig. Wanneer de buitenzijde van bassins en leidingen niet visueel geïnspecteerd kan worden, zoals het geval is op rwzi's, dan dient de binnenzijde een nauwgezette keuring te ondergaan. De basis voor een dergelijke keuring is de CUR/PBV-Aanbeveling 44 (afgekort tot CPA44). De bassins moeten voor een dergelijke keuring wel leeg en schoongemaakt worden. Vervolgens kan een inspecteur de keuring uitvoeren. Om ervaring met een dergelijke keuring op te doen is op de rwzi Susteren een demo-inspectie uitgevoerd.

Met een grondwatermonitoringssysteem wordt aan de hand van een verandering van de grondwaterkwaliteit vastgesteld of een emissie is opgetreden vanuit bassins of leidingen. In de praktijk gebeurt dit door in de bodem peilbuizen aan te brengen tot in het grondwater. Dit wordt ook wel een verticaal monitoringssysteem genoemd. Door regelmatig grondwatermonsters te analyseren kan worden bepaald of er verontreinigingen uit bassins en leidingen gelekt zijn.

Ook geo-electrische metingen kunnen gebruikt worden om de vloeistofdichtheid van vloeren en wanden vast te stellen.

De bovengenoemde drie systemen zijn met elkaar vergeleken waarvoor de rwzi Susteren als platform heeft gediend.

De resultaten van deze studie zijn door de IPO/STOWA-werkgroep gebruikt om bodembeschermende maatregelen te bepalen die redelijkerwijs van zuiveringbeheerders geëist kunnen worden.

2

DOELSTELLING

De doelstellingen van deze studie zijn:

- 1 het vaststellen of de vloeistofdichtheid van een bassin cq aëratietank vastgesteld kan worden, gelet op de eisen en randvoorwaarden van de CPA44;
- 2 het vaststellen van de inspanningen die verricht moeten worden op een rwzi om een CPA44-inspectie mogelijk te maken alsmede de kosten daarvan;
- 3 het vaststellen van de voor- en nadelen alsmede de kosten van een verschillende grondwater-monitoringsystemen;
- 4 zo mogelijk de toepasbaarheid van een geo-electrisch meetsysteem na te gaan alsmede het vaststellen van de voor- en nadelen en kosten;
- 5 het vergelijken van de verschillende beheersmaatregelen te weten CPA44, grondwater-monitoringsysteem (al dan niet NRB-proof) en geo-electrische metingen.

3

WERKWIJZE

Uit praktische overwegingen is gekozen om deze studie uit te voeren aan de hand van de rwzi Susteren, beheerd door waterschapsbedrijf Limburg (WBL). Een bovenaanzicht van deze rwzi is gegeven in bijlage 1. In deze bijlage zijn ook de dimensies van de bassins vermeld.

Omdat op deze rwzi binnen afzienbare tijd een aëratietank leeggezet zou worden voor het vernieuwen van beluchtingselementen, vormde dit een goede gelegenheid om een demo-inspectie uit te voeren. Uitgangspunt hierbij is dat de onderzochte aëratietank 3 (AT3) wordt verondersteld representatief te zijn voor tanks/bassins die op rwzi's veel worden toegepast in de water- en sliblijn.

Het betrof een inspectie zoals bedoeld in de CPA44. Voor een dergelijke inspectie is het inwendig kunnen inspecteren van een leeg en gereinigd bassin een belangrijke voorwaarde. Op 10 juni 2008 heeft ABV Haukes Inspectiediensten BV (hierna te noemen Haukes) in opdracht van STOWA een inspectie uitgevoerd waarbij de CPA44 is gevolgd. Het betrof een zogenaamde demo-inspectie. Deelnemers van de IPO/STOWA-werkgroep en WBL waren daarbij aanwezig.

Op grond van de inspectie bevindingen is door de inspecteur besloten om een aanvullend dossieronderzoek uit te voeren. Het dossier over toegepaste materialen, constructie en uitvoeringsdetails is door WBL ter beschikking gesteld.

Op basis van de uitgevoerde inspectie en het dossieronderzoek heeft de inspecteur het rapport 'Beoordeling vloeistofdichtheid van vloeistofdichte voorzieningen' opgesteld.

Opgemerkt dient te worden dat een CPA44-inspectie op grond van de Wm-vergunning van de rwzi Susteren formeel niet vereist is.

Voorts is de casus 'rwzi Susteren' gebruikt om de CPA44-methodiek te vergelijken maken met andere systemen voor het detecteren van lekken in bassins en leidingen. Een gangbaar systeem is grondwatermonitoring. Rwzi Susteren is uitgerust met een goed gedocumenteerd verticaal grondwatermonitoringssysteem. Informatie betreffende dit systeem, alsmede de bevindingen en kosten zijn verwerkt in dit rapport. Strikt genomen voldoet het gepraktiseerde monitoringssysteem niet aan de officiële eisen zoals geformuleerd in deel B1 van de NRB 2001/2003. Om deze reden is in deze studie een fictief verticaal monitoringssysteem toegevoegd dat wel voldoet aan de NRB 2001/2003.

Als derde systeem is gekeken naar geo-electrische metingen. In hoofdstuk 6 is enige uitleg gegeven over dit systeem. De IPO/STOWA-werkgroep heeft zich voor laten lichten over geo-electrische meetsystemen. Vervolgens is een offerte gevraagd voor het uitvoeren van dergelijke metingen op de rwzi Susteren.

Een inspectie voor vloeistofdichtheid, een verticaal monitoringssysteem en geo-electrische metingen zijn in de zin van de NRB beheersmaatregelen. De beheersmaatregelen zijn eenieder uitgewerkt voor toepassing op de rwzi Susteren en heeft een beoordeling plaatsgevonden op basis van de volgende criteria, te weten:

- het al dan niet kunnen voldoen aan de NRB2001/2003-criteria;
- uitvoeringsaspecten;
- effecten op het zuiveringsproces;
- ARBO-, en milieuaspecten;
- kosten.

De kosten zijn zodanig uitgewerkt dat deze geëxtrapoleerd kunnen worden naar het Nederlandse rwzi-bestand.

4

INSPECTIE OP BASIS VAN DE CUR/ PBV-AANBEVELING 44

4.1 UITVOERING

Met de door Haukes uitgevoerde demo-inspectie is bepaald in hoeverre het mogelijk is om de nitrificatietank van AT3, met een nat oppervlak van 1.600 m², vloeistofdicht te verklaren op basis van de CPA44.

Een te inspecteren tank/bassin moet leeg en schoon zijn om een inspectie mogelijk te maken. In het geval van een rwzi betekent dat een deel van de rwzi uit bedrijf genomen moet worden. Het uit bedrijf nemen (van een deel van een rwzi) is een omvangrijke en ingrijpende operatie die zorgvuldig voorbereid moet worden. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de activiteiten/werkzaamheden die daarmee gemoeid zijn. Ook de kosten voor het ledigen en reinigen van het betreffende bassin zijn gegeven.

Het is evident dat het uit bedrijf nemen van een deel van de rwzi nadelen met zich meebrengt voor het zuiveringsproces. Het zuiveringsproces moet immers (voor een deel) worden stopgezet. Het kan zijn dat daardoor minder schoon of ongezuiverd influent geloosd moet worden. In hoofdstuk 8 zijn deze aspecten uitgewerkt.

4.2 RESULTAAT DEMO-INSPECTIE

De bevindingen van de inspectie zijn vastgelegd in een rapport dat te downloaden is vanaf de volgende weblink www.stowa.nl/hydrotheek.

De onderhavige inspectie heeft plaatsgevonden in de nitrificatietank die een onderdeel vormt van AT3. De rest van de AT3 was niet leeg en dus niet toegankelijk voor een visuele inspectie van de vloer en wanden. Overigens bevatte een klein deel van de geïnspecteerde nitrificatietank nog een laagje slib (ca 10 cm over een oppervlak van ca 100 m²).

De nitrificatietank staat via verbindend leidingwerk in verbinding met andere delen van de voorziening (facultatieve denitrificatietank). Een inspectie dient zich te richten op het samenhangend geheel van leidingen en tanks die met elkaar in verbinding staan. Voor de rwzi betekent dit dat niet alleen de betreffende aëratietank geïnspecteerd moet worden maar ook de daarbij horende leidingen en eventueel andere tanks.

De bevindingen van de inspecteur zijn samengevat in onderstaande tabel.

TABEL 1

RESULTATEN INSPECTIE CPA44

Beoordeelde aspecten:	Voldoet:
constructie/materiaaltoepassing	ja
bestandheid tegen chemicaliën	ja
indringing verontreinigingen	ja
doorvoeren en bevestigingspunten	ja
afschot en vloeistofkeringen	nee
voegvullingsmassa/afdichtingsprofielen	ja

De nitrificatietank (als onderdeel van AT3) staat, al dan niet via leidingwerk, in verbinding met andere tanks en vormt daarmee een samenhangend geheel. Deze tanks waren echter niet leeg en konden niet worden geïnspecteerd.

Doordat alleen de nitrificatietank is geïnspecteerd is er sprake van een beperkte inspectie. In paragraaf 4.4 van de CPA 44 is gesteld dat wanneer bij een inspectie geen duidelijkheid wordt verkregen over de vloeistofdichtheid van (delen van) de voorziening en/of andere aspecten, door de inspecteur tot het uitvoeren van nader onderzoek kan worden besloten. De inspecteur dient aan te geven welke vormen van nader onderzoek noodzakelijk en/of mogelijk zijn. Het nader onderzoek kan bestaan uit bestudering van aanvullende dossierstukken en/of het uitvoeren van gericht materieelkundig onderzoek (paragrafen 4.4.1 en 4.4.2. van de CPA44).

In het geval van de onderhavige demo-inspectie heeft de inspecteur besloten tot aanvullend dossieronderzoek (bouw- en constructietekeningen) waarbij de aandacht gericht was op (het ontwerp van) de voegafwerking van de dilatatievoegen.

Samengevat komt het erop neer dat in het geval van de rwzi Susteren middels de CPA44-inspectie (paragraaf 4.2) geen duidelijkheid te verkrijgen is over de vloeistofdichtheid van de gehele AT3 (totaal oppervlak: 6.336 m²). De geconstateerde vloeistofdichtheid beperkt zich tot die delen van de aëratietank die visueel geïnspecteerd zijn. De inspecteur heeft geen oordeel gegeven over het samenhangend geheel van tanks en leidingen.

In het hoofdstuk 'Professionele mening' van het Inspectierapport heeft de inspecteur aanbevelingen gedaan hoe met deze situatie omgesprongen kan worden.

In de aanbevelingen wordt geadviseerd om:

- het niet geïnspecteerde deel te reinigen en alsnog te inspecteren;
- te overwegen om geo-electrische metingen uit te voeren als reinigings- en stagnatiekosten te hoog oplopen.

Tot slot heeft de inspecteur een hersteltermijn van een half jaar opgenomen.

4.3 KOSTEN CPA44-INSPECTIE

In bijlage 2 zijn de kosten voor een CPA-44-inspectie uitgewerkt. Hieruit blijkt dat de kosten voor het voorbereiden, leegmaken, reinigen en weer in bedrijf nemen van de AT ruim € 82.000,- betreffen. Het grootste deel hiervan heeft te maken met het reinigen van de aëratietank. De inspectie zelf vormt daar met € 1.000,- een relatief gering deel van.

Per m² oppervlak van de aëratietank bedragen de kosten € 52,- (incl BTW).

In dit bedrag is geen rekening gehouden met het verwijderen, opslaan en weer aanbrengen van eventuele afdekkingen. Deze kosten zijn op voorhand moeilijk in te schatten. Ook eventuele ARBO-technische kosten zijn niet verdisconteerd.

Voor de influent- en sliblijn, waarvan vrijwel alle onderdelen overkapt zijn, wordt daarom gerekend met een toeslag van 100%. Wanneer de aëratietanks geïnspecteerd moeten worden, wordt gerekend met een toeslag van 50%. Deze toeslagen zijn arbitrair. Het verdient aanbeveling in geval van een CPA44-keuring aan de hand van een plan van aanpak na te gaan welke ARBO-technische maatregelen nodig zijn en daarvan de kosten te bepalen.

Op basis van de toeslagen worden de specifieke bedragen dan als volgt:

- voor de influent en sliblijn: € 104,- per m² tankoppervlak;
- voor de aëratietanks inclusief selector, anaerobe tanks, enz: € 78,- per m² tankoppervlak.

Voor de rwzi Susteren komen de kosten dan neer op de volgende bedragen:

- voor de influent en sliblijn: € 153.000,- per inspectie;
- voor de aëratietanks inclusief selector, anaerobe tanks: € 988.000 per inspectie.

In totaal is dit € 1.141.000,-.

5

GRONDWATERMONITORINGSSYSTEMEN

5.1 VARIANTEN MONITORINGSSYSTEMEN

Rwzi Susteren is uitgerust met een grondwatermonitoringssysteem gebaseerd op peilbuizen. Dit systeem voldoet, qua omvang, niet aan deel B1 van de NRB2001/2003. In het kader van de onderhavige studie is voor de rwzi een systeem uitgewerkt dat wel voldoet aan de NRB2001/2003, een zogenaamd NRB-proof systeem. Voorts is gekeken naar een NRB-proof monitoringssysteem ter plaatse van de influent- en sliblijn. Het zal duidelijk zijn dat het monitoren van deze procesonderdelen ten opzichte de gehele rwzi een groot verschil maakt voor de omvang van het peilbuizenet en dus uit oogpunt van exploitatie veel gunstiger is. Met de 'gehele' rwzi wordt bedoeld dat deel van het perceel dat bebouwd is met bassins en leidingen voor de water- en sliblijn. De regenwaterbuffers en nabezinktanks worden niet hier toe gerekend.

Aldus kan gesproken worden over drie verschillende grondwatermonitoringssystemen, samengevat:

- het huidige grondwatermonitoringssysteem;
- een NRB-proof grondwatermonitoringssysteem voor de gehele rwzi;
- een NRB-proof grondwatermonitoringssysteem dat beperkt wordt tot de influent- en sliblijn.

5.2 BEMONSTEREN EN ANALYSEREN VAN GRONDWATERMONSTERS

Het bemonsteren van grondwater uit peilbuizen dient zorgvuldig te gebeuren. Hiervoor gelden protocollen om ervoor te zorgen dat representatieve monsters worden genomen.

Grondwatermonsters worden normaliter geanalyseerd op een groot aantal parameters. Dit pakket is voorgeschreven in NEN-voorschrift 5740. Het betreffen de volgende parameters Cd, Cu, Hg, Pb, Mo, Ni Zn, minerale olie, vluchtige aromatische koolwaterstoffen en vluchtige gehalogeneerde koolwaterstoffen. Het analyseren van een dergelijk pakket is voorbehouden aan gespecialiseerde laboratoria en is kostbaar.

5.3 GEBRUIK VAN GIDSPARAMETERS

Uit STOWA-onderzoek 2007-W-04 en 2007-W-05 is naar voren gekomen dat met de parameters CZV en N-NH₄ een goed beeld wordt verkregen van eventuele verontreinigingen in grondwater door eventueel weglekkend stedelijk afvalwater. Dat komt omdat de waterfase van ongezuiverd stedelijk afvalwater relatief hoge concentraties CZV en N-NH₄ bevat ten opzichte van grondwater. CZV en N-NH₄ zijn mobiel en verspreiden zich makkelijk met het grondwater. Beide parameters zijn eenvoudig te analyseren zonder dat het veel kost.

Om deze redenen ligt het voor de hand om voor de monitoring van grondwater ter plaatse van procesonderdelen die influent en/of slib bevatten uit te gaan van de gidsparameters CZV en N-NH₄ en niet het NEN5740-analysepakket. Bijkomend voordeel is dat zuiveringbeheer-

ders zelf aan de hand van grondwatermonsters een beeld kunnen krijgen van de grondwaterkwaliteit en dus van eventueel lekkende bassins /leidingen.

Bij een afwijkend beeld kan, zonder dat kosten hoog oplopen, intensiever worden bemonsterd. Mocht voor wat betreft de grondwaterkwaliteit een afwijking worden geconstateerd dan kan alsnog worden geanalyseerd op basis van het NEN5740-analysepakket om de ernst van een verontreiniging vast te stellen.

5.4 OVERZICHT KOSTEN MONITORINGSSYSTEMEN EN ANALYSEPAKKETEN

De drie verschillende monitoringssystemen in combinatie met een standaardpakket óf gidsparameters leiden tot zes varianten.

In bijlage 3 zijn deze varianten op detailniveau uitgewerkt voor de rwzi Susteren. Ook de investeringen voor deze systemen en de exploitatiekosten zijn gegeven.

In de volgende tabel zijn de kenmerken en de (afgeronde) kosten van de verschillende systemen samengevat.

TABEL 2 KOSTENOVERZICHT GRONDWATERMONITORINGSSYSTEEM

	Huidig in gebruik zijnde monitorings-systeem	Monitoringssysteem gebaseerd op deel B1 van de NRB	Monitoringssysteem ter plaatse van de slib- en influentlijn
Status monitoringssysteem	bestaand	fictief	fictief
Deel van het terrein dat gemonitord wordt	geheel rwzi terrein	geheel rwzi terrein	terrein ter plaatse van influent en sliblijn
Kenmerken			
- aantal peilbuizen (n)	15	46	7
- gemonitord oppervlak (ha)	13	8	2
- ontwerpcapaciteit rwzi Susteren (IE ₁₃₆)	322.500	322.500	322.500
Kosten			
Totale investering (eenmalige aanlegkosten in €)	13.400	36.000	6.800
Exploitatiekosten gebaseerd op analyse pakket NEN5740(€/jr)	8.300	25.000	6.100
Exploitatiekosten gebaseerd op gidsparameters (€/jr)	7.300	21.000	5.500
Specifieke kosten			
Kosten per hectare rwzi per jaar (€/ha) op basis van:			
analysepakket NEN5740	13 hectare	8 hectare	2 hectare
analysepakket gidsparameters	800	3.100	3.100
	700	2.600	2.800
Kosten per IE ₁₃₆ per jaar (€/IE) op basis van:			
analysepakket NEN5740	0,032	0,077	0,019
analysepakket gidsparameters	0,028	0,065	0,017

De gehanteerde financiële uitgangspunten zijn als volgt:

- afschrijvingstermijn: 10 jaar
- rente: 5%
- onderhoudskosten 5% van de investering.

Alle genoemde bedragen zijn inclusief 19% BTW. De nauwkeurigheid van de kostenramingen wordt geschat op plus minus 20%.

6

GEO-ELECTRISCHE METINGEN

Op 10 juni 2008 heeft het Duitse bedrijf Texplor in samenwerking met Haukes, in aansluiting op de uitgevoerde inspectie, voor de IPO/STOWA-werkgroep een presentatie gehouden over (mobiele) geo-electrische metingen, waarmee lekken gedetecteerd kunnen worden.

Het principe van ECR komt erop neer dat een kunstmatig elektrisch ladingtransport wordt aangelegd. Veranderingen in de ondergrond, bijvoorbeeld door hindernissen, veroorzaken potentieelverschillen. Door deze te meten en te interpreteren kan de doorlatendheid van de ondergrond bepaald en gelocaliseerd worden.

Met een elektrische flux tracking (EFT)-meting wordt een homogeen elektrisch veld aangelegd over de te meten tank en de nabije omgeving (cq ondergrond). Lekken van de tank naar de omgeving laten een verdichting zien van veldlijnen. Deze kunnen een aanwijzing zijn voor een lek. Op de website www.texplor-benelux.nl wordt meer informatie verstrekt.

6.1 ERKENNING VAN DE METHODE

Als alternatief voor de CPA44-inspectie heeft de inspecteur voorgesteld om de vloeistofdichtheid van de gehele AT3 vast te stellen middels geo-electrische metingen. Daarbij rijst de vraag of geo-electrische metingen een erkende methode zijn als het gaat om de vaststelling van vloeistofdichtheid. Geo-electrische metingen worden namelijk niet als standaard genoemd in de Aanbeveling. In paragraaf 4.4.2. van de CPA44 staat dat alternatieve methoden toch gebruikt mogen worden, als wordt aangetoond dat een betrouwbaar beeld van de vloeistofdichtheid van de voorziening kan worden verkregen. Hiertoe behoren, met accoord van de Raad van Accreditatie, ook geo-electrische metingen mits dit gebeurt onder toezicht van een daartoe erkende inspecteur.

6.2 BETROUWBAARHEID

Om er zeker van te zijn dat een meting goed wordt uitgevoerd dient deze onder toezicht van de inspecteur te gebeuren. Een inspecteur moet deskundig zijn om toezicht te mogen houden. De inspecteur heeft daartoe cursussen gevolgd en voldoet hiermee op dit punt aan ISO-IEC-17020. Tevens wordt vooraf aan de meting een proefmeting uitgevoerd om de apparatuur te testen.

Overigens mag een inspecteur alleen meetgegevens/resultaten overnemen van een meetbedrijf (bv Texplor) als de kwaliteit geborgd is. Dit is het geval omdat het uitvoerende bedrijf Texplor Tüv-gecertificeerd is.

6.3 OFFERTE GEO-ELECTRISCHE METINGEN

Tijdens de informatieve bijeenkomst op 10 juni 2008 inzake geo-electrische metingen zijn door de werkgroep drie bedrijfsonderdelen van de inrichting aangegeven die in aanmerking zouden kunnen komen voor een geo-electrische meting.

Dit zijn de volgende bedrijfsonderdelen:

- 1 het influentwerk;
- 2 de sliblijn bestaande uit voor-, naindikker en slibgisting;
- 3 aeratietank 2 en 3.

Op verzoek van de IPO/STOWA-werkgroep zijn door Haukes/Texplor voor deze drie onderdelen offertes opgesteld. Deze offertes zijn aldus gebaseerd op de situatie van de rwzi Susteren. Informatie uit deze offertes is vervolgens gebruikt voor het opstellen van kostenoverzichten.

Opgemerkt wordt dat de offertes van 2008 zijn. Sindsdien hebben zich ontwikkelingen voorgedaan op het gebied van geo-electrische metingen. Voor een actuele prijsstelling wordt aanbevolen om nieuwe offertes op te vragen. De gehanteerde prijzen hebben een nauwkeurigheid van plus minus 30%.

De voorwaarden waaronder geo-electrische metingen kunnen worden uitgevoerd zijn uitgewerkt in de volgende paragraaf.

6.4 UITVOERING

Voor het uitvoeren van de metingen dienen twee peilbuizen ter beschikking te staan aan weerszijden van de te meten locatie. In deze peilbuizen worden electrodes aangebracht. Als rondom de te meten bassins/tanks nog geen peilbuizen aangebracht zijn, dan dienen deze alsnog aangebracht te worden.

Om elektrische spanningsveld/lijnen te meten, moeten sensoren worden aangebracht op het te monitoren oppervlak. Voor een tank met bijvoorbeeld slib of actiefslib/watermengsel betekent dit dat sensoren met ballast afgezonken moeten worden. Het plaatsen van de sensoren is niet willekeurig maar geschiedt in een bepaald raster. Tijdens de meting mogen de sensoren niet bewegen.

De vraag is in hoeverre stroming mag voorkomen en welke vloeistofsnelheid nog getolereerd kan worden. Doorgaans is de vloeistofsnelheid 30 – 50 cm/s in een actiefslibtank. Het is onduidelijk of de beluchting uitgeschakeld moet worden en zo ja, hoe lang.

In hoeverre spinsels en dergelijke het positioneren alsmede het weer naar het oppervlakte halen van de sensoren (met bekabeling) bemoeilijken is niet bekend.

Het aanbrengen van de sensoren in de te meten tank impliceert dat eventuele overkappingen verwijderd moeten worden. Voor een slibgistingstank is dit extra problematisch omdat, vanwege het anaëroobe karakter, deze tank in principe hermetisch gesloten is.

De volgende werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd (in chronologische volgorde):

- a. aan de hand van de tekeningen wordt bezien waar en hoeveel sensoren en electrodes aangebracht dienen te worden alsmede de positionering ten opzichte van elkaar;
- b. daar waar nodig worden onderdelen van het zuiveringsproces uitgeschakeld om de vloeistof tot rust te laten komen (in feite betekent dit dat voortstuwers, beluchters e.d. uitgeschakeld dienen te worden);
- c. de sensoren en electrodes worden aangebracht. Indien noodzakelijk dienen daarbij eventuele overkappingen verwijderd te worden;
- d. vervolgens wordt de metingen uitgevoerd. Hier is enkele uren mee gemoeid;

- e. wanneer uit de metingen eenduidig blijkt dat een bassin een lek bevat worden de metingen uitgebreid om de locatie van het lek te kunnen vaststellen;
- f. de sensoren en electrodes worden verwijderd;
- g. de overkappingen worden weer aangebracht;
- h. het procesonderdeel wordt weer in werking gesteld;
- i. het meetbedrijf interpreteert de metingen en verwerkt dit in een rapportage.

6.5 DOORLOOPTIJD

Door Texplor wordt ingeschat dat per deel van het bassin ca 1,5 dag nodig is. Het door middel van de rode ovaal aangegeven deel van de rwzi (bijlage 1) omvat twee delen van een bassin. Per AT zijn aldus 9 meetdagen nodig. De metingen van AT's vergen dus 18 dagen meetinspanningen waarbij de metingen door een inspecteur worden begeleid.

Voor de interpretatie van de gegevens en het samenstellen van het rapport wordt gerekend op een doorlooptijd van drie weken.

6.6 KOSTEN

Absoluut gezien zijn de kosten van de geo-electrische metingen hoog. Per bedrijfsonderdeel kunnen deze sterk verschillen omdat:

- sommige tanks voor het plaatsen van sensoren moeilijk toegankelijk zijn;
- tanks met grote oppervlaktes een schaalvoordeel hebben.

Tabel 3 bevat een overzicht van de prijsstelling.

De beschrijving van de werkzaamheden en de kosten zijn overgenomen van de offertes. Alle genoemde bedragen zijn inclusief BTW. Voor extrapolatie doeleinden zijn de bedragen gegeven in € per m² tankoppervlak.

TABEL 3 KOSTENOVERZICHT GEO-ELECTRISCHE METINGEN

	Kosten geo-electrische metingen door Haukes/ Texplor in €	Toeslag kosten in € ivm verwijderen/aanbrengen afdekkingen ARBO-technische maatregelen	Oppervlakte betreffende procesonderdeel in m ²	Specifieke kosten in €/m ²
Influentlijn	11.000	11.000	525	42
Sliblijn	31.000	31.000	943	66
Aeratie tanks 2 en 3	125.000	62.500	12.670	15

De volgende werkzaamheden worden door Haukes/ Texplor uitgevoerd:

- uitvoeren dossieronderzoek;
- uitvoeren eindinspecties van de totale constructies;
- uitvoeren geo-electrische metingen inclusief exacte plaatsbepaling lekkage indien dit binnen de aangegeven meetperiode kan gebeuren;
- aansturen, toezicht houden op uitvoering geo-electrische metingen en samenstellen eindrapport door Haukes.

In de offerte is aangegeven dat wanneer tijdens de meetperiode een lek wordt geconstateerd, de exacte locatie van het lek wordt bepaald indien dit qua planning en hoeveelheid werk binnen de aangegeven meetperiode past. Wanneer extra tijd nodig is om de locatie vast te stellen (en indien de opdrachtgever dat wenst) dan wordt de extra bestede tijd verrekend tegen het

dagtarief (€ 5.000,- per dag incl. BTW). Lopen de metingen vlotter dan geraamd dan wordt alleen de werkelijk bestede tijd in rekening gebracht.

Kosten voor het verwijderen, opslaan en weer aanbrengen van eventuele afdekkingen (voor zover dit technisch mogelijk is) alsmede ARBO-technische maatregelen zijn locatie specifiek en op voorhand moeilijk in te schatten.

Voor de influent- en sliblijn, waarvan vrijwel alle onderdelen overkapt zijn, wordt daarom gerekend met een toeslag van 100%. Wanneer de aëratietanks inclusief de bijbehorende tanks doorgemeten moeten worden, wordt gerekend met een toeslag van 50%. Deze toeslagen zijn arbitrair. Het verdient aanbeveling in geval van een geo-electrische meting aan de hand van een plan van aanpak na te gaan welke ARBO-technische maatregelen nodig zijn en daarvan de kosten te bepalen.

7

KOSTEN OVERZICHT

Van de volgende beheerssystemen bevat tabellen 4 en 5 een kostenoverzicht:

- 1 CPA44 toegepast op alle tanks en bassins van de rwzi met uitzondering van de regenwaterbuffers en nabezinktanks;
- 2 een grondwatermonitoringssysteem gebaseerd op deel B1 van de NRB;
- 3 geo-electrische metingen op alle tanks en bassins met uitzondering van regenwaterbuffers en nabezinktanks

TABEL 4 KOSTEN VERSCHILLENDE BEHEERSMAATREGELN RWZI SUSTEREN

	Inspectie op basis van CPA44	Grondwatermonitoringssysteem		Geo-electrische meting
		NEN5740	Gidsparameters	
Kosten in €	1.141.000	25.000	21.000	282.000
Herhalingsfrequentie inspectie	1 x per 6 jaar	jaarlijks meten; twee jaarlijks rapporteren		1 x per 6 jaar
Jaarlijkse kosten in €/jr	190.000	25.000	21.000	47.000
Kosten per IE (322.500 IE ₁₃₆) in €/IE ₁₃₆	0,59	0,077	0,065	0,15

In tabel 5 is een kostenoverzicht opgenomen van dezelfde beheerssystemen echter dan toegepast op de influent- en sliblijn.

TABEL 5 KOSTEN VERSCHILLENDE BEHEERSMAATREGELN VOOR DE INFLUENT- EN DE SLIBLIJN

	Inspectie op basis van CPA44	Grondwatermonitoringssysteem ter plaatse van de influent en sliblijn		Geo-electrische meting
		NEN5740	Gidsparameters	
Kosten in €	153.000	6.100	5.500	84.300
Herhalingsfrequentie inspectie	1 x per 6 jaar	jaarlijks meten; twee jaarlijks rapporteren		1 x per 6 jaar
Jaarlijkse kosten in €/jr	25.500	6.100	5.500	14.000
Kosten per IE (322.500 IE ₁₃₆) in €/IE ₁₃₆	0,08	0,019	0,017	0,043

8

VERGELIJKING BEHEERSMAATREGELEN

In dit hoofdstuk is een vergelijking gemaakt tussen de verschillende beheersmaatregelen.

De specifieke kosten zijn op een dusdanige wijze uitgedrukt dat deze ook gebruikt kunnen worden voor andere rwzi's. Het vertalen van de kosten uit deze studie naar andere rwzi's is mogelijk wanneer het rwzi's betreft van ongeveer dezelfde omvang of groter (dat wil zeggen groter dan 200.000 IE).

Voor kleine rwzi's (dat wil zeggen kleiner dan 50.000 IE₁₃₆) liggen de specifieke kosten waarschijnlijk hoger omdat dan niet geprofiteerd kan worden van de schaalgrootte, de infrastructuur en voorzieningen die vaak wel aanwezig is op grote rwzi's. Voorsnog worden de meerkosten voor kleine rwzi's geschat op ca 50%. Voor zuiveringen tussen de 50.000 en 200.000 IE worden de meerkosten geschat op circa 25%.

TABEL 6 OVERZICHT BEHEERSMAATREGELEN

Beoordelings-criteria	Inspectie op basis van CUR/PBV-Aanbeveling 44	Monitoring-systeem verticaal	Geo-electrische meting
Toepasbaar op bestaande tanks en leidingen?	In principe ja, echter onder voorwaarde.	Ja, alleen als grondslag en grondwaterpeil dit toelaat .	Ja
Kan vloeistof-dichtheid onomstotelijk worden bewezen?	In principe alleen als verbindend leidingwerk en tanks ook leeg en schoon zijn (zie voorwaarden van CUR/PBV 44).	Nee	Ja
Kan verwaarloosbaar bodemrisico worden gehaald?	Ja, indien verbindend leidingwerk en bassins ook gekeurd kunnen worden.	Nee. Uitgaande van een emissiescore van '3' kan de emissie score door een NRB-proof monitoringssysteem met '1' worden gereduceerd tot '2'. Wanneer de aanvangs emissiescore '2' is kan met een NRB-proof monitoringssysteem de score met '1' worden gereduceerd. Het risiconiveau is dan 'aanvaardbaar' en niet 'verwaarloosbaar'.	Ja
Doorlooptijd	2 weken	Is niet van belang. De monitoring staat los van de bedrijfsvoering.	1,5 dag per te inspecteren onderdeel; eea afhankelijk van oppervlakte tank en wel/niet aanwezigheid afdekking cq overkapping
Effect op zuiveringsproces	Zuiveringsproces stagneert; influentkwaliteit kan verslechteren.	Heeft geen invloed op de bedrijfsactiviteiten	Tanks hoeven niet leeg en gereinigd te worden. Wel moet vloeistof in rust zijn. Beluchting en voortstuwing moeten gedurende 6 uren (schatting) worden uitgeschakeld. Dit kan een ongunstig effect hebben op de effluentkwaliteit.
Milieu-effect	Gedurende 2 weken kan influent niet of maar gedeeltelijk worden gezuiverd; riool-overstorten kunnen geactiveerd worden.	Geen	Geen
ARBO-aspect	Verwijderen van stilstaand slib en reiniging tanks vereist specifieke maatregelen. Afdgedekte tanks moeten geventileerd worden.	Geen	Grote tanks moeten met behulp van een bootje worden bemeten; afdgedekte en/of afgesloten tanks moeten toegankelijk worden gemaakt. Tpv gistingtanks bestaan H2S-risico's e.d.
Kosten in € per jaar voor de onderhavige rwzi	€ 25.500 (influent- en sliblijn) € 190.000 (gehele rwzi met uitzondering van de NBT's)	€ 5.500 – tot € 28.000 afhankelijk van: oppervlak te monitoren (geheel terrein of influent- en sliblijn) wel/niet NRB-proof systeem soort analysepakket	€ 14.000 (influent- en sliblijn) € 47.000 (gehele rwzi)
Kosten specifiek voor de gehele rwzi (€ per IE ₁₃₆)	€ 0,59	€ 0,065 (gidsparements) € 0,077 (NEN5740)	€ 0,15
Kosten specifiek voor de influent en sliblijn (€ per IE ₁₃₆)	€ 0,08	€ 0,017 (gidsparements) € 0,019 (NEN5740)	€ 0,043

9

CONCLUSIES

- 1 Het uitvoeren van een CPA44-inspectie om de vloeistofdichtheid vast te stellen van bassins en leidingwerk van rwzi's biedt geen soelaas. De reden daarvoor is dat door het verbindend leidingwerk een rwzi gezien moet worden als één geheel. Bovendien kan door de omvang van de tanks een onomstotelijke vloeistofdichtheid moeilijk, zo niet onmogelijk, vastgesteld worden.
- 2 Door het uitvoeren van een CPA44-inspectie dient een bassin twee weken uit bedrijf genomen te worden. Alleen in geval van grote rwzi's die beschikken over meerdere zuiveringsstraten (drie of meer) is dit acceptabel omdat tijdelijk het zuiveringsproces door de andere zuiveringsstraten overgenomen kan worden. Voor kleinere rwzi's (die beschikken over één zuiveringsstraat) betekent dat het zuiveringsproces minimaal twee weken stil komt te liggen, waardoor de effluentkwaliteit in het geding komt en waarschijnlijk ongezuiverd stedelijk afvalwater geloosd moet worden.
- 3 De voorbereidingen voor een CPA44-inspectie vergen een substantiële inspanning van de zuiveringsbeheerder voor wat betreft menskracht, (ARBO-technische) voorzieningen en kosten (€ 52,- per m² tankoppervlak exclusief kosten voor ARBO-technische voorzieningen en het verwijderen en aanbrengen van afdekkingen).
- 4 Geo-electrische metingen lijken een alternatief te zijn om de vloeistofdichtheid van bassins en wellicht ook leidingen vast te stellen. Voor zover bekend zijn er geen ervaringen met geo-electrische metingen op Nederlandse rwzi's. Om deze reden kan de toepassing van geo-electrische metingen om de lekdichtheid van tanks en bassins te bepalen (nog) niet worden beschouwd als Best Beschikbare Techniek.
- 5 Voor het uitvoeren van geo-electrische metingen hoeven (delen van) rwzi's niet uit bedrijf. Wel moeten vloeistoffen in bassins stilstaan en mogen er geen obstakels voorkomen. Dit in verband met het neerlaten en ophalen van sensoren. Bovendien moeten afdekkingen en overkappingen worden verwijderd voor zover zij het neerlaten en ophalen van sensoren bemoeilijken.
- 6 De voorbereidingen voor een geo-electrische meting vergen een inspanning van de zuiveringsbeheerder voor wat betreft menskracht, (ARBO-technische) voorzieningen en kosten. De kosten hiervan zijn vooralsnog onduidelijk maar kunnen substantieel zijn. Deze meerkosten worden ingeschat op 50% wanneer een geo-electrische meting op de aëratietanks uitgevoerd moet worden en 100% wanneer deze alleen betrekking hebben op de influent en sliblijn.
- 7 Met een verticaal monitoringssysteem kan de NRB-emissiescore met 1 punt worden gereduceerd. Formeel kan daarmee een aanvaardbaar bodemrisico (risiconiveau A*) niet worden gehaald omdat met technische maatregelen een emissiecore van '2' niet gehaald kan worden.
- 8 Een verticaal monitoringssysteem kan aangelegd en bemonsterd worden zonder dat er effecten zijn op het zuiveringsproces.
- 9 Een verticaal monitoringssysteem heeft alleen zin als het bevoegd gezag accepteert dat daarmee het bodemrisico voldoende wordt gereduceerd.
- 10 De exploitatiekosten van een verticaal monitoringssysteem, wanneer toegepast op het hele terrein van een rwzi zijn substantieel, maar kunnen in de hand worden gehouden als het systeem beperkt wordt tot de influent- en de sliblijn. De kosten liggen dan op € 0,017 per IE₁₃₆

wanneer gidsparameters toegepast mogen worden en € 0,019 per IE_{136} wanneer een NEN5740-analysepakket wordt toegepast. De kosten voor een dergelijk systeem toegepast op de gehele rwzi bedragen respectievelijk € 0,065 en € 0,077 per IE_{136} .

- 11 Voor kleine rwzi's (< 50.000 IE_{136}) liggen de kosten van de verschillende beheersmaatregelen naar schatting 50% hoger omdat geen gebruik kan worden gemaakt van de schaalgrootte. Voor rwzi's tussen de 50.000 en 200.000 IE_{136} is voor de kostenbepaling een toeslag van 25% gerechtvaardigd.
- 12 Met een verticaal monitoringssysteem ter plaatse van de influent- en sliblijn en gebruikmaking van gidsparameters kunnen de risico's gereduceerd worden tegen acceptabele (beheers-) kosten. Bovendien heeft dit als voordeel dat zuiveringsprocessen niet uit bedrijf hoeven of stagneren.

BIJLAGE 1

BOVENAANZICHT EN DIMENSIES RWZI SUSTEREN



WATERLIJN: DIMENSIES

AT-onderdeel		waarden AT1	waarden AT2/AT3 (waarden gegeven per AT)
Selector	inhoud (m ³)	460	810
	oppervlak (m ²)	100	203
	diepte (m)	4,6	4,0
Anaërobe tank	inhoud (m ³)	2517	4460
	oppervlak (m ²)	547	1117
	diepte (m)	4,6	4,0
Denitrificatie	inhoud (m ³)	3385	6375
	oppervlak (m ²)	736	1594
	diepte (m)	4,6	4,0
Facultatieve tank	inhoud (m ³)	1565	3170
	oppervlak (m ²)	340	793
	diepte (m)	4,6	4,0
Nitrificatie	inhoud (m ³)	4070	6354
	oppervlak (m ²)	885	1589
	diepte (m)	4,6	4,0
Totale natte inhoud	AT1, 2 en 3 (m³)	11.997	2x21.169
Totaal nat oppervlak	AT1, 2 en 3 (m²)	2.608	2x5.296
Totale natte inhoud	AT1, 2 en 3 (m³)		54.335
Totaal nat oppervlak	AT1, 2 en 3 (m²)		13.200

Nabezinktanks	afmeting	waarde
Nabezinktank 1 en 2	inhoud (m ³)	5.475
	nat oppervlak (m ²)	2.190
	doorsnede nat (m)	52,8
	doorsnede totaal (m)	53,3
Nabezinktank 3, 4 en 5	inhoud (m ³)	3.900
	nat oppervlak (m ²)	1.950
	doorsnede nat (m)	50
	doorsnede totaal (m)	50,5
Totale natte inhoud	NB 1, 2, 3, 4 en 5 (m³)	22.650
Totaal nat oppervlak	NB 1, 2, 3, 4 en 5 (m²)	10.230

SLIBLIJN: DIMENSIES

	afmeting	waarde per tank
voor- en naindikker	inhoud (m ³)	910
	oppervlak (m ²)	260
	doorsnede nat (m)	23,2
	doorsnede totaal (m)	23,6
gisting	inhoud (m ³)	5.600
	oppervlak (m ²)	423
	doorsnede nat (m)	23,2
	doorsnede totaal (m)	23,6

WATER- EN SLIBLIJN: DIMENSIES

Bedrijfsonderdeel	nat oppervlak (m²)	natte inhoud (m³)
watertijn exclusief nabezinktanks en regenwater-buffer	13.200	54.335
sliblijn	943	7.420

Opmerking:

Rwzi Susteren is uitgerust met een tweetal influentbuffers/vijvers (20.000 m³).
Alleen tijdens langdurige rwa worden deze in bedrijf genomen.

BIJLAGE 2

WERKZAAMHEDEN EN KOSTEN INZAKE LEEGZETTEN, REINIGEN EN INSPECTEREN AËRATIETANK 3 VAN RWZI SUSTEREN

1. WERKZAAMHEDEN

Onderstaande lijst betreft een chronologische weergave van werkzaamheden die uitgevoerd zijn voor het vernieuwen van beluchtingselementen van aëratietank 3 (AT3):

- 1 bewaken grondwaterniveau te plaatse van de AT3 om opdrijven van de onderhavige tank te voorkomen;
- 2 op voorhand zoveel mogelijk spuien en verwerken van (retour)slib van de rwzi in de sliblijn;
- 3 afsluiters/schuiven van communicerende vaten en leidingen van AT3 afsluiten;
- 4 bassin leegpompen (actief slibwater mengsel naar de andere AT waarvan het actiefslibgehalte inmiddels ook verlaagd was);
- 5 tijdens het leegpompen de beluchting op een laag niveau bijgezet om een goede menging te bewerkstelligen en bezinking van slib te voorkomen;
- 6 bij een waterniveau tot op de beluchtingselementen de beluchting stopgezet;
- 7 bak verder leeggepompt (zover mogelijk) tot onder de bestaande beluchtingselementen;
- 8 spoelen en reinigen AT3, vloeistoffen zoveel mogelijk wegpompen naar andere AT;
- 9 demonteren beluchtingselementen;
- 10 daar waar nodig de AT3 gebonden constructies aanpassen/aanbrengen/herstellen;
- 11 aanbrengen nieuwe beluchtingselementen;
- 12 het opvullen tot 50 cm met effluent;
- 13 testen beluchtingselementen;
- 14 opvullen tot 1,50 m met entslib (vanuit AT2);
- 15 opvullen met entslib en influent tot AT3 vol is
- 16 volledig in bedrijf stellen.

Wanneer een AT speciaal voor een NRB –inspectie leeggezet en gereinigd moet worden dan moeten de werkzaamheden 1 tot en met 8, 14, 15 en 16 worden uitgevoerd.

Het leegmaken van een AT heeft in het geval van de rwzi Susteren niet gezorgd voor extra slibverwerkingskosten. Waterschapsbedrijf Limburg is circa zes weken van tevoren bezig geweest om het slibgehalte in alle AT's te verlagen. Tijdens het leegmaken van AT3 is het actief slib/watermengsel van AT3 overgepompt worden naar de andere AT's die inmiddels een verlaagd slibgehalte hadden. Door de invoer van actiefslib/watermengsel van AT3 werd het slibgehalte in de andere AT's vervolgens weer op het oorspronkelijke niveau gebracht. Om de effluentkwaliteit zeker te stellen is FeCl_3 gedoseerd. De technische voorzieningen daarvoor waren reeds aanwezig.

2. DOORLOOPTIJD:

Inclusief voorbereidingen en tijdelijke aanpassingen in het proces bedraagt de gehele doorlooptijd circa 2 maanden. De te inspecteren aeratietank heeft twee weken geen bijdrage kunnen leveren aan het zuiveren van afvalwater.

3. KOSTENOVERZICHT

Activiteit	Kosten in €
Leegmaken aëratietank	7.616,-
Reinigen aëratietank	56.000,-
In bedrijf nemen aëratietank	4.200,-
Tijdelijke technische voorzieningen tbv koelsysteem drooginstallatie	8.100,-
Dosering FeCl ₃ in waterlijn	3.000,-
Inspectiekosten (voorbereiding, uitvoeren inspectie en rapportage door Haukes)	1.000,-
Extra tijdsbesteding (65 uren) door operators van Waterschapsbedrijf Limburg	3.250,-
Totaal	83.166,-

Uitgedrukt in specifieke kosten is dit een bedrag van € 52 - per m² tankoppervlakte (uitgaande van 1.600 m² nat oppervlak van de nitrificatie tank). Genoemde bedragen zijn inclusief BTW.

BIJLAGE 3

VARIANTEN EN KOSTEN

GRONDWATERMONITORINGSSYSTEMEN

1. BESCHRIJVING

Op grond van de Wm-vergunning (2005) is Waterschapsbedrijf Limburg verplicht om de kwaliteit van het grondwater te monitoren op de rwzi Susteren. Het daartoe aangelegde grondwatermonitoringssysteem heeft als doel het tijdig opsporen van eventuele lekkages van de watervoerende bassins of verbindend leidingwerk. Hierdoor kunnen maatregelen genomen worden ten aanzien aan de emissiebron (bijvoorbeeld reparatie van een lekkage) en eventueel de veroorzaakte verontreiniging.

Het huidig ontwerp en het voorgestelde gebruik van het grondwatermonitorningsnetwerk heeft de instemming van het bevoegd gezag. In het ontwerp is rekening gehouden met lokale omstandigheden met betrekking tot grondwaterstand, stromingsrichting grondwater, ligging leidingen en bassins.

In hoofdstuk 2 wordt het thans in gebruik zijnde grondwatermonitoringssysteem beschreven. Een bovenaanzicht van de rwzi en het monitoringssysteem is op de volgende bladzijde weergegeven.

Het aangelegde systeem voldoet strikt genomen niet aan de eisen zoals gesteld in deel B1 van de NRB en is daarom niet NRB-proof.

De reden daarvoor is dat in de NRB wordt gesteld dat de onderlinge afstand tussen de bemonsteringspunten 5-20 meter moet zijn. Op de rwzi Susteren zijn deze afstanden groter. In totaal zijn 15 peilbuizen aangelegd verspreid over een oppervlakte van 13 ha (perceelsoppervlakte rwzi Susteren).

In hoofdstuk 3 is een NRB-proof monitoringssysteem uitgewerkt. Het toe te passen analysepakket op de grondwatermonsters is uitgewerkt in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 zijn de kosten gegeven van de verschillende monitoringsvarianten. Daarbij is uitgegaan van een drietal systemen:

- 1 het Susteren systeem;
- 2 een monitoringssysteem gebaseerd op deel B1 van de NRB;
- 3 een monitoringssysteem ter plaats van de influent- en sliblijn.

Alle varianten zijn uitgewerkt op basis van een NEN5740 analysepakket en een pakket gebaseerd op basis van gidsparameters.

Door voor eenzelfde situatie een bestaand monitoringssysteem te vergelijken met een NRB-proof systeem kunnen de kosten onderling worden vergeleken.

Waarna in hoofdstuk 6 en 7 de conclusies en de beschouwing zijn gegeven.

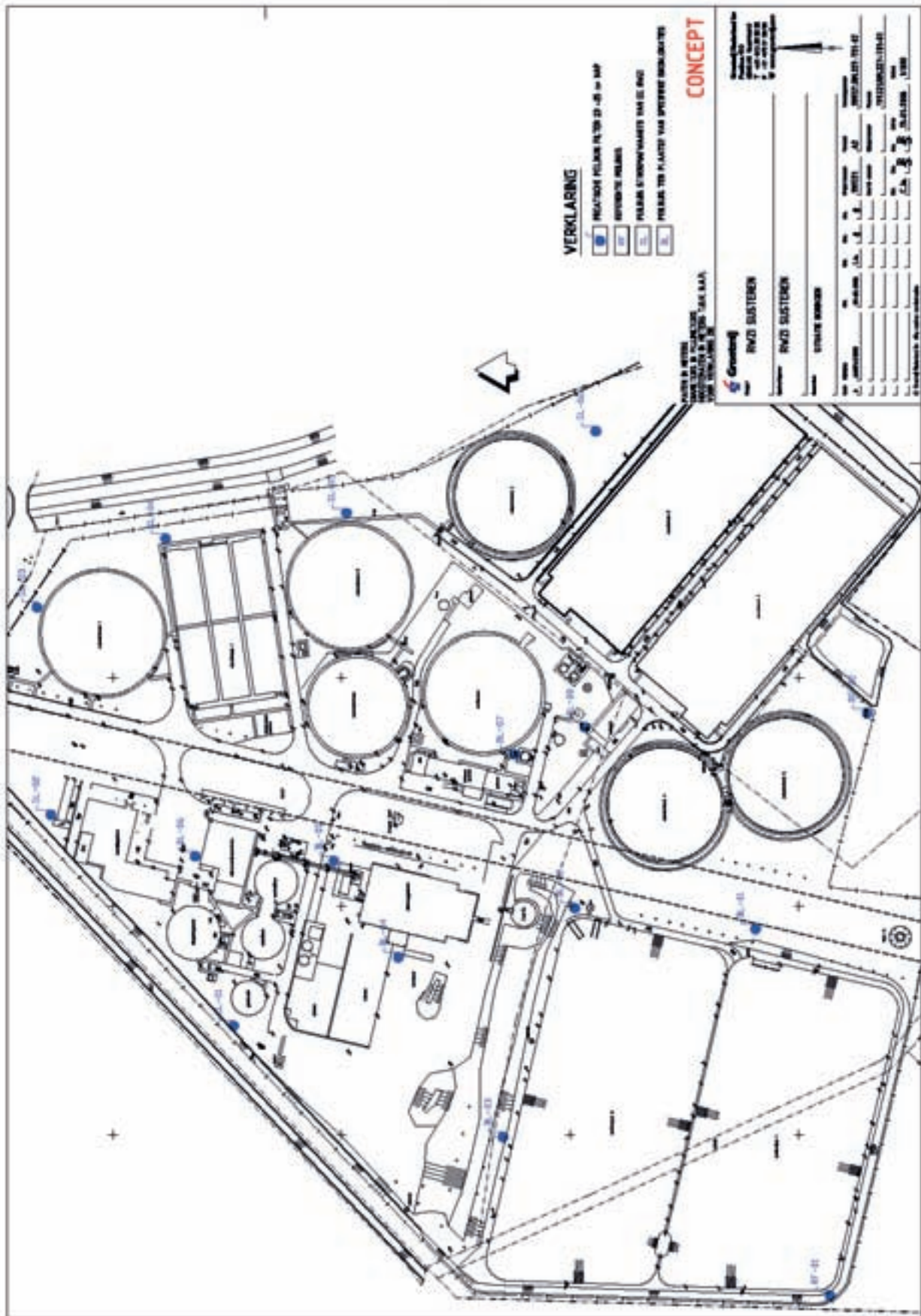
2. GRONDWATERMONITORINGSSYSTEEM RWZI SUSTEREN

In 2006 is voor de rwzi Susteren een grondwatermonitoringsprogramma uitgewerkt en gerealiseerd. Dit systeem is gebaseerd op de voorschriften van de Wm-vergunning en heeft de instemming van de provincie Limburg. Na realisatie is een zogenaamde nulmeting uitgevoerd (Grontmij rapport 'Grondwatermonitoringsprogramma Rwzi Susteren: aanleg grondwatermonitoringssysteem en resultaten nulmeting', projectnummer: 211730, datum: 23-10-2006).

Het grondwatermonitoringsysteem is gebaseerd op een netwerk van 15 verticale peilbuizen:

- 2 stroomopwaartse peilbuizen (RF-01 en RF-02) voor het vaststellen van de kwaliteit van het instromende grondwater;
- 6 stroomafwaartse peilbuizen (SL-01 t/m SL05) voor het vaststellen van de grondwaterkwaliteit ter plaatse van de rwzi;
- 7 peilbuizen in het plangebied zelf (BL-01 t/m BL-08), voor het bepalen van de kwaliteit stroomafwaarts van de specifieke bronlocaties. BL05 is uiteindelijk niet geplaatst in verband met de ligging van diverse kabels en leidingen alsmede beton in de ondergrond.

De kwaliteit van het grondwater wordt jaarlijks vastgesteld, middels het bemonsteren en analyseren van de peilbuizen. Tweejaarlijks worden de resultaten gerapporteerd. Najaar 2006 heeft de eerste rapportage van de monitoringsresultaten plaatsgevonden.



3. NRB-PROOF GRONDWATERMONITORINGSSYSTEEM RWZI SUSTEREN

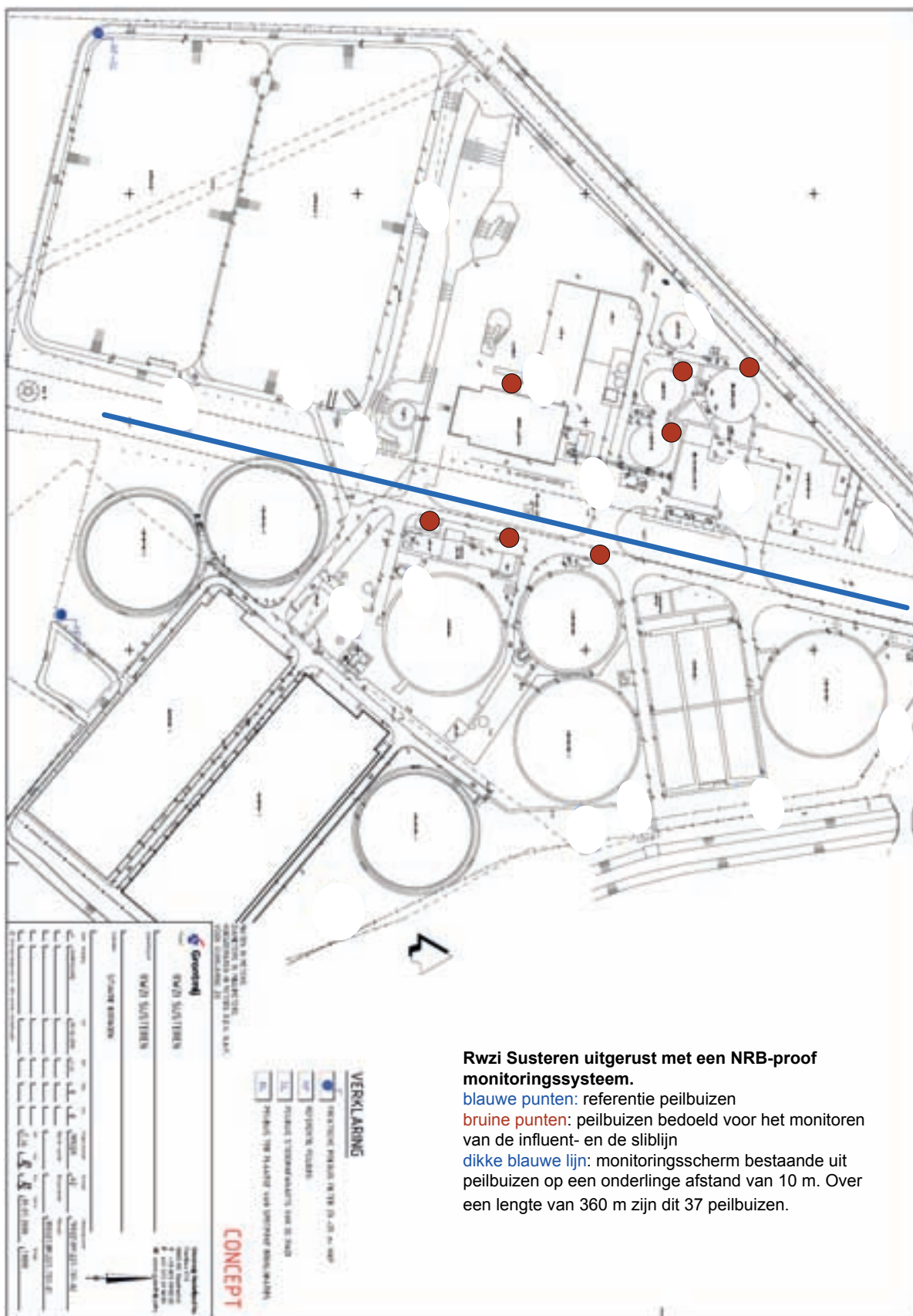
Om te komen tot een NRB-proof monitoringssysteem voor de rwzi Susteren, is gekozen voor de volgende opzet. Er is, conform deel B1 van de NRB, uitgegaan van punt- en lijnbronnen. De installatieonderdelen die betrekking hebben op de influent- en sliblijn zijn beschouwd als puntbron. De overige onderdelen (aëratietanks en nabezinktanks) zijn beschouwd als lijnbron.

Voor de puntbronnen is dezelfde opzet gekozen als de thans in gebruik zijnde opzet. Voor de situering van het monitoringssysteem bij de aëratie- en nabezinktanks is gekozen voor een onderlinge afstand van 10 m geplaatst benedenstrooms de grondwaterstroming. Omdat het stroming noordwestelijk is, is het scherm direct aan de westzijde van de waterlijn geplaatst. De regenwaterbuffers zijn niet meegenomen in het grondwatermonitoringssysteem. Redenen daarvoor zijn dat de buffers maar een beperkte tijd in bedrijf zijn en verdund voorbezonken influent opgeslagen wordt dat een lage verontreinigingsgraad bevat.

De volgende bladzijde bevat een bovenaanzicht van de rwzi Susteren waarop de bemonsteringspunten ter plaatse van de puntbronnen zijn aangegeven. Ter plaatse van de influent- en sliblijn is dit weergegeven met bruine punten.

De doorgetrokken blauwe lijn symboliseert de bemonsteringspunten ten behoeve van de monitoring van de lijnbronnen. De lengte van de blauwe lijn is circa 360 meter. Dit betekent dat op deze lijn 37 peilbuizen geplaatst moeten worden. Inclusief de twee referentiepeilbuizen en zeven peilbuizen ter plaatse van de puntbronnen gaat het in totaal om 46 bemonsteringspunten.

Voor het bepalen van de kosten is gebruik gemaakt van de prijzen zoals door de Grontmij geoffreerd voor het thans in gebruik zijnde systeem. Omdat de offerte van 2006 is, is een prijscorrectie doorgevoerd van 10% om de kosten op het prijsniveau van 2009 te brengen.



4. ANALYSE GRONDWATER OP BASIS VAN GIDSPARAMETERS OF NEN5740

Uit het kostenoverzicht komt naar voren dat de grootste kostenpost betrekking heeft op het bemonsteren en analyseren van de peilbuizen.

Uit STOWA-onderzoek (2007-W-05) blijkt dat gidsparameters gebruikt kunnen worden voor het vaststellen van lekken uit leidingen en bassins. Als gidsparameters worden aangemerkt CZV en N-NH_4 . Het is daarbij wel belangrijk dat de achtergrondwaarde in het grondwater bekend is. Het gebruik van de gidsparameter N-NH_4 is alleen mogelijk bij de influent- en sliblijn. Het N-NH_4 gehalte van influenten schommelt rond de 50 mg/l en in de sliblijn (primair of vergist slib) 500 – 2.000 mg/l.

Omdat het N-NH_4 -gehalte in het actiefslib-watmengsel en effluent meestal lager is dan 5 mg/l

is op die plaatsen de bruikbaarheid van N-NH_4 als gidsparameter niet geschikt.

Kortom gidsparameters hebben alleen zin als de concentratie in de waterfractie van het medium substantieel hoger is dan in het grondwater. Gebaseerd op deze redenering hebben de gidsparameters CZV en N-NH_4 alleen zin voor een monitoringssysteem ter plaatse van een influent- en sliblijn.

Een andere relevante parameter is toluen. Het is bekend dat onder bepaalde condities in de sliblijn toluen wordt gevormd op rwzi's. Uit inventariserend onderzoek is gebleken dat in slibbuffers concentraties zijn gevonden tot enige tientallen milligrammen per liter. De tolueneenvorming in slibindickers is echter beperkt. De maximale concentratie is lager dan 0,5 mg/l (I-waarde). Onder anaërobe omstandigheden wordt toluen afgebroken. De hier bedoelde slibbuffers worden meestal toegepast op de kleinere rwzi's. De slibbuffers hebben daar de functie van slibopslag en afscheiding van water door middel van decantatie vóórdat het slib per as wordt getransporteerd naar grotere rwzi's. Op grote rwzi's wordt dit slib verder behandeld (vergist en/of ontwaterd). Slibbuffers hebben een inhoud van enkele honderden tot duizenden kubieke meters. Slibbuffers kennen geen strikt anaëroob regiem. Het vermoeden bestaat dat door een anoxisch milieu, vorming van toluen plaats kan vinden.

Het gebruik van toluen als gidsparameter in grondwatermonitoringssystemen ligt minder voor de hand. Waarschijnlijk is de toluen allang vervluchtigd voordat deze een peilbuis heeft bereikt en dus gesignaleerd kan worden. Bovendien kan aan de hand van de parameters CZV en N-NH_4 dezelfde informatie kan worden verkregen over het detecteren van lekken in de sliblijn.

Gezien het voorgaande lijkt de inzet van toluen als gidsparameter vooralsnog niet gerechtvaardigd en wordt geopteerd voor de parameters CZV en N-NH_4 .

Een voordeel van CZV en N-NH_4 is dat deze parameters door zuiveringbeheerders veel worden toegepast. Veel zuiveringbeheerders gebruiken zogenaamde testkits om snel de CZV en N-NH_4 te bepalen. Weliswaar is de nauwkeurigheid minder dan een analyse uitgevoerd door een gecertificeerd laboratorium echter, maar deze is wel voldoende om snel een indicatie te krijgen van de kwaliteit van een grondwatermonster.

Met andere woorden: CZV- en N-NH_4 -onderzoek van grondwatermonsters past goed binnen de bedrijfsvoering van zuiveringbeheerders en de kosten zijn gering.

Ook wanneer een CZV- en N-NH₄-analyse worden uitgevoerd door een gecertificeerd laboratorium dan zijn de kosten substantieel minder (circa € 65,- inclusief BTW) in vergelijking met een analysepakket gebaseerd op de NEN5740 (circa € 150,- inclusief BTW) waarbij rekening is gehouden met een voorbehandeling op basis van AS3000. Uitgaande van monsternamekosten van € 120,- (inclusief BTW) per peilbuis laten de variabele monitoringskosten zich daardoor makkelijk berekenen.

5. KOSTENOVERZICHT VARIANTEN MONITORINGSSYSTEMEN

In dit hoofdstuk is een kostenoverzicht opgenomen van de verschillende monitoringssystemen zoals besproken in de voorgaande hoofdstukken.

De hierin opgenomen prijzen zijn afkomstig van WBL en op basis van ingewonnen informatie van laboratoria.

TABEL KOSTENOVERZICHT MONITORINGSSYSTEMEN

	Huidig in gebruik zijnde monitoringssysteem	Monitoringssysteem gebaseerd op deel B1 van de NRB	Monitoringssysteem ter plaatse van de slib- en influentlijn
Deel van het terrein dat gemonitord wordt	geheel rwzi-terrein	geheel rwzi terrein	terrein ter plaatse van influent- en sliblijn
Kenmerken			
- aantal peilbuizen (n)	15	46	7
- gemonitord oppervlak (ha)	13	8	2
- ontwerpcapaciteit rwzi Susteren	322.500 IE ₁₃₆	322.500 IE ₁₃₆	322.500 IE ₁₃₆
Investerings en kosten			
1. Eenmalige kosten			
- advisering (kosten adviesbureau)	3.000	4.000	2.000
- aanleg peilbuizen (à €690,-)	<u>10.400</u>	<u>32.000</u>	<u>4.800</u>
Investing:	13.400	36.000	6.800
2. Exploitiatiekosten			
- afschrijving + rente	1.700	4.600	880
- onderhoud	700	1.700	340
3. Monstername (à €120,-)			
	1.800	5.500	840
4. Analysering obv			
- NEN5740 + lokale parameters (à €150,-)	2.300	6.900	1.050
- gidsparementen CZV, NH ₄ (à €65,-)	1.000	3.000	460
5. Rapportagekosten (eenmaal per 2 jaar)			
	4.000	6.000	3.000
Totale investering (1.)	13.400	46.000	6.800
Exploitiatiekosten (all-in) per jaar (2 t/m 5)			
(analyse pakket obv NEN5740)	10.500	24.900	6.100
Exploitiatiekosten per jaar (2 t/m 5)			
(analyse pakket obv gidsparementen)	9.200	21.000	5.500
Specifieke kosten			
Kosten per gemonitord hectare rwzi per jaar (posten 2 t/m 5) op basis van:			
analysepakket NEN5740	800	3.100	3.100
analysepakket gidsparementen	710	2.600	2.800
Kosten per IE ₁₃₆ per jaar (2 t/m 5) obv			
analysepakket NEN5740	0,032	0,077	0,019
analysepakket gidsparementen	0,028	0,065	0,017

Alle bedragen zijn uitgedrukt in Euro's en inclusief BTW.

De gehanteerde financiële uitgangspunten zijn als volgt:

- afschrijvingstermijn: 10 jaar
- rente: 5%
- onderhoudskosten: 5% van de investering.

Voor de kosten van 'advisering', 'aanleg peilbuizen' en 'rapportage' is gebruik gemaakt van de door WBL verstrekte informatie. Omdat deze gegevens van 2006 waren zijn de prijzen verhoogd met 10% om te komen tot een prijspeil van 2009. Stelposten, bijvoorbeeld voor het verwijderen van verhardingen e.d. ten behoeve van het aanbrengen van peilbuizen, zijn niet opgenomen. De kosten van adviserings- en rapportage voor een NRB-proof systeem en een systeem ten behoeve van monitoring van de influent- en sliblijn zijn gebaseerd op extrapolatie.

De nauwkeurigheid van de kostenramingen wordt ingeschat op plus minus 20%.

6. CONCLUSIE

Het thans in gebruik zijnde grondwatermonitoringssysteem kost 3,2 Eurocent per IE_{136} (ontwerpcapaciteit). Wanneer een dergelijk systeem wordt gebaseerd op deel B1 van de NRB zijn de kosten 7,7 Eurocent per IE_{136} .

De meerkosten worden veroorzaakt doordat een groter aantal peilbuizen geplaatst moeten worden om eventuele emissies vanuit de lijnbronnen te kunnen vaststellen. Het goedkoopst is een monitoringssysteem gesitueerd ter plaatse van de influent en sliblijn waarbij uitgegaan wordt van gidsparameters CZV en $N-NH_4$. De kosten hiervan bedragen 1,7 Eurocent per IE_{136} .

7. BESCHOUWING

De berekende monitoringssystemen zijn gebaseerd op de rwzi Susteren. Het betreft een grote rwzi. Wanneer deze informatie wordt gebruikt voor de kostenbepaling van grondwatermonitoring op kleine rwzi's, dient de nodige voorzichtigheid betracht te worden. Ingeschat wordt dat de specifieke bedragen aanzienlijk hoger kunnen liggen. Geadviseerd wordt om in die gevallen uit te gaan van offertes die specifiek voor die situaties worden aangevraagd.

Een grondwatermonitoringssysteem, zoals bedoeld in deel B1 van de NRB, is niet op alle rwzi's mogelijk. De reden daarvoor is dat niet altijd aan alle randvoorwaarden voldaan kan worden. De (on-)mogelijkheden van een monitoringssysteem hangen onder andere samen met de grondslag en het grondwaterpeil.

Met een grondwatermonitoringssysteem is een verwaarloosbaar bodemrisico in principe niet haalbaar. Immers wanneer een verontreiniging wordt geconstateerd aan de hand van het monitoringssysteem is de verontreiniging van de bodem reeds geschied. Wel kan dan sprake zijn van een aanvaardbaar bodemrisico.

KWALITEIT ONTWERP EN AANLEGPROCES BASSINS EN LEIDINGEN OP RWZI'S

INHOUD

1	INLEIDING	175
2	CUR/PBV-AANBEVELINGEN	176
3	OPZET ENQUÊTE EN INVULINSTRUCTIE	177
4	ENQUÊTERESULTATEN GEBASEERD OP CUR/PBV-AANBEVELING 51 EN 65	178
4.1	Enquête CUR/PBV-aanbeveling 51	178
4.2	Enquete CUR/PBV-aanbeveling 65	182
4.3	Toepassing op rwzi's	185
5	TOELICHTING	187
5.1	Waterschap Brabantse Delta	187
5.2	Waterschap Rijn en IJssel	187
5.3	Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden	187
5.4	Waterschapsbedrijf Limburg	187
6	CONCLUSIE	188

LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

- CUR: Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR)
- CPA: afkorting die in de onderhavige notitie is gebruikt voor CUR/PBV-Aanbeveling
- HDSR: hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden
- mWk: meter waterkolom
- PBV: Plan Bodembeschermende voorzieningen
- RAW: alle als zodanig gekenmerkte door of vanwege CROW (het Kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte) opgestelde of uitgegeven geschriften en andere (elektronische) dragers, zoals handleidingen, catalogi, standaardbepalingen, standaardindelingen, standaardcoderingen en systeembeschrijvingen, alles op het terrein van een rationele voorbereiding en begeleiding van het bouwproces in de grond-, water- en wegenbouw.
- WBD: waterschap Brabantse Delta
- WRIJ: waterschap Rijn en IJssel
- WBL: waterschapsbedrijf Limburg

1

INLEIDING

Het transport en de zuivering van stedelijk afvalwater op rwzi's gebeurt in bassins/tanks en verbindend leidingwerk. De wanden hiervan vormen een barrière die voorkomt dat verontreinigingen in de bodem treden.

Voor bescherming van de bodem is de kwaliteit van deze barrière dus van belang. Voor het beoordelen van het kwaliteit moet onderscheid gemaakt worden tussen de ontwerp- en aanlegfase gevolgd door de gebruiksfase.

De NRB2001/2003 verwijst voor het aanleg- en ontwerpproces naar de CUR/PBV-Aanbevelingen (CPA) 51 en 65. Wanneer hieraan wordt voldaan, bestaat er maximale zekerheid dat de gerealiseerde technische voorzieningen vloeistofdicht zijn in ontwerp en realisatie. Het is niet geheel duidelijk in hoeverre waterschappen de eerdergenoemde CPA toepassen. Om deze reden zijn een viertal waterschappen over het gebruik van deze CPA geënquêteerd.

Daartoe zijn de CPA-51 en 65 omgezet in vragenlijsten die makkelijker door waterschappen beantwoord konden worden. Deze lijsten en de antwoorden zijn integraal overgenomen in het onderhavige rapport. Uit deze enquête komt naar voren in hoeverre relevante werkprocessen bij waterschappen voldoen aan CPA-51 en 65. Bovendien is nagegaan welk deel van het rwzi-bestand voldoet aan de CPA-51 en 65.

2

CUR/PBV-AANBEVELINGEN

De CPA-51 behandelt 'Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen'. De CPA-65 betreft over 'Ontwerp, aanleg en herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton'.

Wanneer een vloeistofdichte voorziening in gebruik is dan dient deze regelmatig geïnspecteerd te worden. Hiervoor kan een geaccrediteerde inspecteur worden ingeschakeld die aan de hand van de CPA-44 de vloeistofdichtheid bepaalt. Op de rwzi Susteren heeft in juni 2008 een inspectie plaatsgevonden op basis van de CPA-44. Deze inspectie alsmede het alternatief geo-electrische metingen worden in de deelstudie 'Vloeistofdichtheid bassins en grondwatermonitoring op een rwzi' behandeld. In deze studie komen alleen de CPA-51 en 65 aan de orde.

3

OPZET ENQUÊTE EN INVULINSTRUCTIE

De CPA-51 en 65 zijn verwerkt tot vragen in de vorm van tabellen die in de vorm van een enquête zijn voorgelegd aan de verschillende waterschappen. De ingevulde tabellen zijn opgenomen in het volgende hoofdstuk.

Met name CPA-65 bevat erg veel details. Er is gekozen om deze niet allemaal op te nemen maar in de vraagstelling de strekking weer te geven en een paragraafverwijzing naar de CPA-65. Aan de hand van deze paragraafverwijzing kan in de CPA-65 de achtergrond van de gestelde vraag opgezocht worden.

De enquête is voorgelegd aan een viertal waterschappen, te weten hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR), waterschap Brabantse Delta (WBD), waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) en waterschapsbedrijf Limburg (WBL). Veelal zijn door de waterschapsafdeling 'Nieuwbouw' of 'Projecten' de vragen beantwoord.

Aan de waterschappen is ook gevraagd om aan te geven:

- het percentage van de rwzi's die aangelegd zijn volgens de CPA-51 en 65;
- in hoeverre CPA-51 en 65 standaard opgenomen worden in bestekken.

4

ENQUÊTERESULTATEN GEBASEERD OP CUR/ PBV-AANBEVELING 51 EN 65

4.1 ENQUÊTE CUR/PBV-AANBEVELING 51

TOEPASSINGSGEBIED

Alleen van toepassing op bedrijfsrioleringen onder vrij verval dan wel met een druk van maximaal 2,5 bar voor het verzamelen en transporteren van bedrijfsafvalwater.

	Hoofdstuk 4 In hoeverre wordt tegemoet gekomen aan de volgende ontwerpcriteria ?	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
1.	Zijn de volgende gegevens bekend en vastgelegd bij de aanvang van het ontwerp: 1 eis aan vloeistofichtheid 2 samenstelling en kenmerken van het afvalwater; 3 externe leidingomgeving (zvals bodem, grondwater en belastingen); 4 de van buitenaf optredende belastingen; 5 de geplande levensduur; 6 de ontwerp levensduur; 7 de wijze van uitvoering; 8 de wijze van beheer.	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja verkeer Ja, 40 jr Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja
2.	Is de vloeistofichtheidsklasse bepaald ? 1 Vloeistofichtheidsklasse A \leq 0,1 ml/m ² (dit niveau komt overeen met een verwaarloosbaar bodemrisico) 2 Vloeistofichtheidsklasse B \leq 1,0 ml/m ² (dit tekortvallen komt overeen met een aanvaardbaar bodemrisico) 3 Vloeistofichtheidsklasse C \leq 80 ml/m ²	Ja	Nee, wel beschrijvend	Er worden Kiwa gecertificeerde producten voorgeschreven. Nee Nee	RAW-bestek is van Toepassing.
3.	Zijn vóór het ontwerpen van het leidingsysteem de samenstelling en kenmerken van het afvalwater bekend en vastgelegd ? Het gaat daarbij om de volgende eigenschappen en aspecten: 1 stoffen of combinatie van stoffen die van invloed kunnen zijn op de duurzaamheid van het rioolstelsel; 2 de temperatuur van het afvalwater en de variatie daarin; 3 de concentratie van de aanwezige stoffen en de variatie daarin; 4 de vullingsgraad van het riool en de variatie daarin; 5 de aanwezigheid van stoffen die aanleiding geven tot erosie van de leiding of leidingonderdelen. Rekening moet worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen tav samenstelling en hoeveelheid van het afvalwater.	Ja Ja Ja Ja Ja	Ja, H ₂ , H ₂ SO ₄ Ja Ja Ja Nee	Ja Ja Ja Ja Ja	Ja n.v.t. Ja Ja Ja
4.	Is bij het ontwerp rekening gehouden met factoren in de omgeving van de leiding die van invloed kunnen zijn op de vloeistofichtheid van de leiding. Zijn daarbij de volgende factoren beschouwd: 1 de grondeigenschappen onder en rondom de leiding; 2 de optredende grondwaterstanden en de samenstelling van grondwater; 3 de optredende bovenbelastingen op het maaiveld en verkeersbelastingen.	Ja Ja Ja	Ja Ja Ja	Ja Nee ja	Ja Ja Ja
5.	Zijn de volgende kenmerken van het grondpakket vastgesteld: 1 de opbouw en de samenstelling; 2 het draagvermogen; 3 het vervormingsgedrag (zettingsgevoeligheid).	Ja Ja Ja	Ja Ja Ja	Ja Ja Ja	Ja Ja Ja

	Hoofdstuk 4 In hoeverre wordt tegemoet gekomen aan de volgende ontwerpcriteria ?	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
6.	Zijn de volgende gegevens van het grondwater vastgesteld: 1 de grondwaterstanden en de variaties daarin; 2 de grondwaterstromingen; 3 de mogelijke agressiviteit van het grondwater.	Ja Ja Ja	Ja Ja Nee, wel voor bron-bemaling	Ja Ja Nee	Ja Nee Nee
7.	Is bij het leidingontwerp rekening gehouden met aanwezige, tijdelijke en in de toekomst te verwachten statische en dynamische belastingen ?	Ja	Ja	Ja	Ja
	Hoofdstuk 5 Ontwerp	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
1.	Is de vloeistof dichtheid zodanig dat voldaan wordt aan de overeengekomen vloeistof dichtheidsklasse, met betrekking tot: 1 van buismaterialen, buisverbindingen; 2 voorzieningen in de riolering; 3 aansluitingen tussen kolken en leidingen; 4 aansluitingen tussen lijnwateringselementen en de bedrijfsvloer; 5 aansluitingen tussen afsluiters en leidingen; 6 slijb/olie/waterafscheiders moeten voldoen aan NEN 7087 en NEN 7089 (thans zijn dat NEN-EN-858 01/02); 7 aansluitingen tussen afvalwaterzuiveringsinstallaties en de leidingen; 8 gemorst afvalwater wordt opgevangen in lijnwatering en/of kolken en de verbindingen met de riolering.	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja
2.	Zijn de kolken en hun afdekkingen bestand tegen de uitgeoefende statische en dynamische belastingen tegen het te ontvangen medium ?	Ja	Ja, streven	Ja	Ja
3.	1 Zijn reserve aansluitingen afgesloten op een wijze die in overeenstemming is met de verbinding van de aanwezige of later aan te brengen leidingen/voorzieningen. 2 Zijn de reserveaansluitingen aangegeven met een signalering conform NEN1184. 3 Is de vloeistof dichtheid van de afsluiting zodanig dat voldaan wordt aan de overeengekomen vloeistof dichtheidsklasse.	Ja Ja Ja	Ja Ja Ja	Ja Ja Ja	Ja ? Ja
4.	Is het leidingstelsel zodanig bestand tegen aantasting dat gedurende de levensduur steeds wordt voldaan aan de gestelde eisen met betrekking tot sterkte, stijfheid en stabiliteit.	Ja	Ja, streven	Ja, kan pas achteraf worden vastgesteld	Ja, streven
5.	Is bekleding aaneengesloten daar waar deze is toegepast. Geldt dit ook ter plaatse van verbindingen en aansluitingen.	Ja	Ja	Ja	Ja
6.	Is het draagvermogen van buis en verbinding getoetst aan de criteria sterkte, stabiliteit en vervorming overeenkomstig bijlage C van de CPA-51	Ja	Ja, toets aan het ontwerp	Ja	Ja
7.	Is bij het ontwerp rekening gehouden met de mogelijkheid van onderhoud en inspectie van het riool alsmede een doelmatig beheer.	Ja	Ja	Ja	Ja

	Hoofdstuk 5 Ontwerp	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
8.	Is in het rioleringsstelsel een noodvoorziening aangebracht in de vorm van een buffer of bypass voor het geval dat het systeem wordt overbelast.	Ja	Nee	Nee	Ja
9.	Zijn van de ontworpen bedrijfsriolering tenminste de volgende gegevens of uitgangspunten van het ontwerp vastgelegd, mede ten behoeve van de uitvoeringscontrole: 1 de gegevens omtrent het afvalwater 2 stoffen of combinatie van stoffen die van invloed kunnen zijn op de duurzaamheid van het rioolstelsel; 3 de beschouwde vormen van aantasting en de aangenomen gevolgen daarvan op de toegepaste materialen; 4 de geplande levensduur en de ontwerprijpingsduur; 5 de kenmerken van de ondergrond en de wijze van constructiebepaling van het riool; 6 de wijze en omstandigheden van aanleg; 7 hoe en op welke wijze het beheer moet plaatsvinden. 8 Er moet rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen tav samenstelling en hoeveelheid van het afvalwater.	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja, Nee Ja Ja Ja Ja Nee	Voor toepassing in afvalwater worden DYKA-buizen voorgeschreven. HDSR gaat ervan uit dat de leverancier buizen levert, die tegen het afwaterbestand zijn. De keuring bestaat uit het controleren of de juiste buizen zijn gebruikt.	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja
	Hoofdstuk 6 Keuring en controle	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
1.	Zijn (een combinatie van) onderdelen van de bedrijfsriolering beproefd? Heeft wellicht deze beproeving bij de fabrikant/leverancier plaatsgevonden? Een en ander zoals aangegeven in § 6.1	Ja Ja	Ja	Ja Ja	RAW is van Toepassing.
2.	Vrij vervalsysteem Heeft de beproeving plaatsgevonden zoals beschreven in § 6.1.1? Dat wil zeggen het aanbrengen van een inwendige overdruk van 1 mWk die gedurende 72 uur is gehandhaafd. Voldeed het lekverlies aan de gestelde criteria?	Ja Ja	Ja, 24 u	Nee, de beproeving is korter	RAW is van Toepassing.
3.	Rioolpersleidingsstelsel Heeft de beproeving plaatsgevonden zoals beschreven in paragraaf 6.1.2? Dat wil zeggen het aanbrengen van een inwendige overdruk van 1 mWk die gedurende 72 uur is gehandhaafd. Daarna moet de druk 3 uur worden gehandhaafd op de bedrijfsdruk en 2 uur op 1,5 maal de te verwachten bedrijfsdruk en aansluitend 2 uur op 1,5 maal de bedrijfsdruk, waarbij tijdens de laatste periode het lekverlies is vastgesteld; Voldeed het lekverlies aan de gestelde criteria?	Ja Ja	Ja	Nee, de beproeving is korter	RAW is van Toepassing. Ja

4.2 ENQUETE CUR/PBV-AANBEVELING 65

TOEPASSINGSGEBIED

Alleen van toepassing op ontwerp, aanleg en herstel van vloeiستofdichte voorzieningen van beton (zonder of met beschermlaag).

In verscheidene paragrafen van de CPA-65 wordt verwezen naar nadere Aanbevelingen en Beoordelingsrichtlijnen (BRL). Wanneer deze genoemd worden in de tekst van de Aanbeveling, dan zijn deze in principe ook van toepassing.

ENQUETE

	Hoofdstuk 4 Eisen voor het ontwerp van nieuwe vloeiستofdichte voorzieningen van beton en voor de daarop aangebrachte beschermlagen	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
1.	Zijn de te stellen eisen aan de vloeiستofdichte voorziening schriftelijk overeengekomen tussen opdrachtgever en de uitvoerende partij § 4.2. Is overeengekomen: welk deel van de constructie vloeiستofdicht moet zijn; soort en grootte van de belasting waarop de betonconstructie moet zijn ontworpen; de te verwachten chemische belasting; de belastingsperiode; de vlakheidsklasse; vereiste voorzieningen en afschot voor afvoer van vloeiستoffen.	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja Ja
2.	Is het ontwerp van de voorziening overeengekomen en vastgelegd in een technische werkschrijving of bestek, inclusief eventuele berekeningen en tekeningen waarbij minstens de volgende onderdelen zijn vastgelegd § 4.3: specificaties van alle toe te passen materialen; opbouw van de voorziening; hoogtematen ten opzichte van het bouwpeil; maatvoering; afschot in richting en grootte; plaats en doorsnede van voegen (inclusief zaagvoegen of dmv dag- of stortnaad); plaats, type, doorsnede en aantal van eventuele koppelstaven en/of deuken en/of wapening alsmede alle bijlegwapening; de te nemen maatregelen bij de aansluiting met vaste bouwdelen; doorsneden van aansluitingen op andere bouwdelen zoals schrobputten, kolken, lijnafwatering, putten en bouwmuren alsmede bijlegwapening.	Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja	Ja Ja Ja Ja Ja Ja

	Hoofdstuk 4 Eisen voor het ontwerp van nieuwe vloeistofdicthe voorzieningen van beton en voor de daarop aangebrachte beschermlagen	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
3.	Zijn de berekeningen van de betonconstructie gebaseerd op de vigerende normen en de van toepassing zijnde CUR-Aanbevelingen, richtlijnen en bepalingen ? Tevens moet zijn aangetoond dat voldaan wordt aan de randvoorwaarden van de onderhavige CUR/PBV-Aanbeveling 65. § 4.4.1	Ja Ja	Nee (RAW, NEN)	Ja Ja	Ja Ja
4.	Zijn bij ongewapende vloeren en/of staalvezelgewapende constructies krimpscheuren door middel van krimpvoegen ingeleid ? § 4.4.2.2	Ja	Ja	Ja	Ja
5.	Is bij voegloze vloeren en verhardingen in de berekening uitgegaan van volledige verhinderd van de opgelegde vervormingen ? § 4.4.2.3	Ja	Ja	Ja	Ja
6.	Is bij een vrijdragende en/of in het werk gestorte vloer en wand rekening gehouden met een minimale dikte van de vloer en de wand ? § 4.4.3.1.	Ja	Ja	Ja	Ja
7.	In het geval dat wanden/vloeren voegloos zijn uitgevoerd moet worden aangetoond dat daar in de berekeningen rekening mee is gehouden. § 4.4.3.2.	Ja	Ja	Ja	Ja
8.	Is in het geval van vloeren en wanden van geprefabriceerde betonelementen rekening gehouden met het gestelde in 7.2 van de CUR Aanbeveling 36.	Ja	Nee	Ja	Ja
9.	Is in ontwerp van de berekening rekening gehouden met de resultaten van grondmechanisch onderzoek, rekening houdend met de te verwachten belastingen en de optredende zettingen. § 4.4.5 Is in het geval van paalfunderingen rekening gehouden met de vigerende normen voor prefab palen of in de grond gevormde palen ? Aan deze fundering worden geen aanvullende eisen gesteld ten aanzien van vloeistofdictheid.	Ja Ja	Ja Ja	Ja Ja	Ja Ja
10.	Is van de gekozen beschermlaag aangegeven de aard en de omvang van het noodzakelijke onderhoud tijdens de totale referentieperiode § 4.5.	Ja	Ja	Ja	Ja
11.	Is de voeg of aansluiting zo ontworpen dat deze vloeistofdicht is § 4.6.1	Ja	Ja	Ja	Ja
12.	Is in de berekeningen rekening gehouden met lengte veranderingen van de betonvloeren of verhardingen door variaties in temperatuur en vochtgehalte § 4.6.2.	Ja	Ja	Ja	Ja
13.	Is op plaatsen waar aangesloten wordt op andere bouwdelen of installaties voorzien in een blijvend vloeistofdicthe afdichting ? § 4.6.3	Ja	Ja	Ja	Ja
14.	In § 4.6.4. zijn een aantal details gegeven van voegen, aansluitingen en dergelijke. Is rekening gehouden met dergelijke details ?	Ja	Ja	Ja	Ja

	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
Hoofdstuk 5 Technologie				
1. Is rekening gehouden met de technologische aspecten bij het ontwerp van een vloeistofdichte voorziening van beton en beschermlagen op betonconstructies ?	Ja	Ja	?	?
2. Is de betonvloer ontworpen op vloeistofdichtheid ? § 5.2.1. Zijn de toegepaste materialen bestand tegen de (vloe)stoffen die voor kunnen komen	De dikte van betonnen wanden en vloeren variëren veelal tussen 300 en 500 mm. Deze ontwerpdikte is vele malen groter dan de berekende gemiddelde indringingsdiepte die hooguit 15 mm bedraagt (inclusief een veiligheidsfactor van 1,5). Om deze reden wordt in de praktijk de indringingsdiepte (bij 144 uur belasting) niet bepaald en wordt strikt genomen niet voldaan aan deze eis.			
3. Wordt voldaan aan de eisen die gesteld worden aan aanvulling/fundering vloeren of verhardingen? § 5.3.	Ja	Ja	Ja	Ja
4. Voldoen de materialen verwerkt in een riolering of een afwateringssysteem aan de vloeistofdichtheidsklasse A (CPA-51) § 5.4.	Ja	Ja, wel beschrijvend in RAW/NEN		Ja
5. Voldoen de geprefabriceerde elementen aan de daarvoor gestelde normen ? § 5.5	Ja	Ja	Ja	Ja
6. Voldoet het toegepast wapeningsstaal, beton, vezels, nabehandlingsmiddelen, voegvullingsmassa, geprefabriceerde afdichtingsmaterialen aan de daarvoor gestelde normen ? §5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11.	Ja	Ja	Ja	Ja
7. 1 Zijn de geleverde materialen voorzien van productcertificaten ? § 5.12. 2 Worden de in bulk geleverde documenten vergezeld van de juiste en juist ingevulde documenten ? 3 Zijn de verpakte materialen vergezeld van de juiste en juist ingevulde documenten ? 4 Zijn alle materialen voorzien van de juiste informatiebladen ?	Ja Ja Ja Ja	Ja, KOMO Nee Vaak niet	Ja. Wordt niet gecheckt. Leveringsbon betoncentrale vermeldt vloeistof dicht beton.	Ja Ja Ja Ja
Hoofdstuk 6 Uitvoering				
1. Heeft het aanbrengen van de voorziening plaatsgevonden door een aannemer die beschikt over een procescertificaat, gebaseerd op deze CPA ? § 6.1.	Ja	Ge certificeer-de aannemers Bijvoorbeeld KWALIBO	HDSR maakt gebruik van gecertificeerde aannemers. Er wordt echter niet gevraagd naar een procescertificaat.	Ja
2. Is door middel van een uitvoeringscontrole nagegaan of de voorziening voldoet aan: vlakheid, afschot, laagdikte. § 6.1.1 tm 6.1.3	Ja	Ja	Ja	Ja

	Hoofdstuk 6 Uitvoering	WBD	WRJ	HDSR	WBL
3.	Voldoet de verdichtingsgraad van het zandbed ? § 6.1.3.	Ja	Ja	Ja	Ja
4.	Voldoet de aanleg van fundering op palen aan de desbetreffende NEN-voorschriften ? § 6.3	Ja	Ja	Ja	Ja
5.	Is voldaan aan de eisen van gebonden funderingen § 6.3.2.2.	Ja	Ja	Ja	Ja
6.	§ 6.4 Voldoet de aanleg van vloeistofdichte verharding van ter plaatse gestort beton voor wat betreft, bekisting, werkvoer, wapening, deuvels, koppelstaven bevochtiging ondergrond, verwerken en verdichten betonspecie, afwerking en nabehandeling ?	Ja	Ja	Ja	Ja
7.	§ 6.5 Voldoet de aanleg van vloeistofdichte voorziening van geprefabriceerd beton elementen voor wat betreft, elementen, kantopsluitingen, passtukken ?	Ja	Ja	Ja	Ja
8.	§ 6.6 Voldoet de applicatie van voegvullingsmassa aan de daarvoor gestelde eisen ?	Ja	Ja	Ja	Ja
9.	§ 6.7 Voldoet de applicatie van beschermingslagen aan de daarvoor gestelde eisen ?	Ja	Ja	Ja	Ja
10.	§ 6.8 Zijn ten aanzien van de oplevering nagegaan zoals gesteld in § 6.8	Ja	Ja	Ja	Ja

	Hoofdstuk 7 Herstelwerkzaamheden	WBD	WRJ	HDSR	WBL
1.	Is het vaststellen van gebreken gebeurd overeenkomstig CUR/PBV-Aanbeveling 44 ? Zijn ter voorbereiding van de werkzaamheden een aantal aspecten vastgelegd zoals genoemd in § 7.1	Ja Ja	Ja	Ja Ja	Ja Ja
2.	Is aangetoond dat de materialen die voor reparatie worden gebruikt gedurende de referentieperiode voldoen ten aanzien van scheurvorming en hechtingsverlies?	Ja	Ja	Ja	Ja
3.	Is in het geval van scheuren vastgesteld of het gaat om bewegende of niet-bewegende scheuren ? § 7.2. Is voor elk type scheur de aangegeven reparatiemethode toegepast ? § 7.3.1 en 7.3.2.	Ja Ja	Nee Nee	Ja Ja	Ja Ja
4.	Vindt het repareren van betonnen vloeren/verhardingen en dekvloeren plaats conform de aangegeven CUR/PBV-Aanbevelingen ? § 7.5	Ja	Conform RAW	Ja	Ja
5.	Wordt het kantelen/wippen van betonelementen tegengegaan op de aangegeven manier ? § 7.6.	Ja	Ja	Ja	Ja
6.	Worden gebreken van voegen en/of afdichtingen gerepareerd volgens de aangegeven manier ? § 7.7	Ja	Ja	Ja	Ja
7.	Wordt slijtage aan of hechtingsverlies van beschermingslagen gerepareerd volgens de aangegeven manier § 7.8.	Ja	Ja	Ja	Ja
8.	Is er duidelijkheid over het tijdstip waarop de herstelde vloeistofdicthe voorziening weer in bedrijf kan worden genomen ? § 7.9	Ja	Ja	Ja	Ja

4.3 TOEPASSING OP RWZI'S

	Algemeen	WBD	WRJ	HDSR	WBL
1	Bent u inhoudelijk bekend met de in dit document behandelde CPA-51 en 65 ?	Ja	Niet helemaal	Ja,	Ja
2	In het geval dat binnen uw waterschap gewerkt wordt met een Algemene Programma van Eisen voor ontwerp en realisatie van rwzi's, zijn de daarin opgenomen eisen overeenkomstig die van de CPA-51 en 65 ?	Nvt	RAW/NEN, er is geen zekerheid dat deze eisen die van de CPA-51 en 65 dekken	Beide CPA worden voorgeschreven.	Nvt

	Algemeen	WBD	WRIJ	HDSR	WBL
3	Als u nu niet werkt met de CPA-51 en 65, in hoeverre voldoen de door uzelf opgestelde eisen/regels aan de CPA-51 en 65 ? U kunt dit aangeven met een cijfer tussen de 1 en 10. Met een 10 geeft u aan dat u geheel conform de CPA-51 en 65 ontwerpt, realiseert en bedrijft.	Nvt	80%	80%	Nvt
4	Kunt u aangeven sinds welk jaar uw waterschap werkt conform de CPA-51 en 65 of werkwijzen hanteert die gelijkwaardig zijn aan de Aanbeveling? Sowieso sinds het moment dat het bevoegd gezag hieraan eisen stelt.	Nvt Vanaf eind jaren negentig.	Altijd al; alleen niet specifiek CPA-51 en 65	De rwzi's worden ontworpen door gerenommeerde adviesbureaus, waar gewerkt wordt volgens de geldende eisen en voorschriften. Derhalve wordt ervan uitgegaan CPA-51 en 65 vanaf hun aanvang worden toegepast.	Vanaf moment dat bevoegd gezag dit eiste
5	Welke rwzi's of welk percentage van de rwzi's van uw waterschap zijn volgens de CPA-51 en 65 of gelijkwaardig ontworpen ?	CPA-51: 100% van de rwzi's. CPA-65: 90%	85%. Rwzi's die overgenomen zijn van gemeentes en/of zeer oud zijn niet: 15%	100%	100%
6	Welke rwzi's van uw waterschap zijn niet volgens de CPA-51 en 65 of gelijkwaardig ontworpen en aangelegd ?	CPA-51: 0% CPA-65: 10%	15%	0%	Nvt
7	Welke rwzi's zijn gedeeltelijk volgens de CPA-51 en 65 ontworpen en aangelegd ?	geen	gedeeltelijk: Dinxperlo, Borculo	0%	Nvt

5

TOELICHTING

5.1 WATERSCHAP BRABANTSE DELTA

Waterschap Brabantse Delta houdt in het ontwerp- en aanlegproces rekening met CUR/PBV-Aanbevelingen 51 en 65 of met daaraan gelijkwaardige voorschriften. Waterschapswerken gebouwd na eind jaren negentig voldoen hieraan, al zijn deze niet allemaal getest op de wijze waarop dat wordt voorgeschreven in de CPA-51 en 65.

5.2 WATERSCHAP RIJN EN IJSSEL

Waterschap Rijn en IJssel houdt in haar bestekken rekening met het waterdicht en vloeistofdicht uitgevoerd moeten zijn van betonnen werken. Dit wordt tijdens en op het eind van de bouwwerkzaamheden gecontroleerd met testen en dergelijke. De CUR/PBV wordt hierbij niet genoemd. Echter wel andere normen zoals NEN 6722 (VBU 2000), VBC 1995, VBU 2002, VBT 1986 en NEN 6008. Nieuwe leidingen worden bijvoorbeeld afgeperst en vloeistofdichte vloeren gekeurd.

5.3 HOOGHEEMRAADSCHAP STICHTSE RIJNLANDEN

Het ontwerpen van rwzi's wordt door adviesbureaus uitgevoerd. In bestekken wordt gesteld dat het ontwerp van rwzi volgens de geldende normen worden uitgevoerd. HDSR let niet expliciet op het toepassen van de genoemde CUR/PBV-Aanbevelingen. Door HDSR worden bekende bouwmaterialen, bijvoorbeeld Dyka buizen, toegepast. Deze worden door HDSR niet nog eens getest voor de toepassing als rioolbuis. De onderlinge aansluitingen tussen buizen worden professioneel aangebracht.

5.4 WATERSCHAPSBEDRIJF LIMBURG

Waterschapsbedrijf Limburg handelt in alle relevante gevallen naar de geest van beide aanbevelingen en heeft de volgende opmerkingen geplaatst:

- bij ontwerp en aanleg van (bedrijfs)rioleringen, constructies en vloeistofdichte vloeren wordt gebruik gemaakt van werkmethoden, materialen, constructies en detailleringen die zich hebben bewezen op het gebied van bodembescherming;
- waar dit door het bevoegd gezag wordt voorgeschreven worden vloeistofdichte vloeren/constructies volgens CUR/PBV-Aanbeveling 65 toegepast;
- inspectie en beproeving van constructies en rioleringen is, zeker op rioolwaterzuiveringsinstallaties, vaak kostbaar en soms zelfs onmogelijk. Dit vanwege beperkte mogelijkheden om het transport van afvalwater en/of het zuiveringsproces voldoende lang te onderbreken. Op enkele rwzi's wordt daarom (al) de waterdichtheid van constructies en rioleringen aangetoond via het monitoren van de grondwaterkwaliteit. Een en ander in goed overleg met het bevoegd gezag.

6

CONCLUSIE

Met betrekking tot de *CUR/PBV-Aanbeveling 51 'Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen'*:

- 1 De waterschappen houden allemaal rekening met het gestelde van de CPA-51. De verschillen tussen de waterschappen zijn klein.
- 2 Het toepassen (voorschrijven) van de CPA-51 door waterschappen, dat wil zeggen het letterlijk opnemen van de CPA-51 in bestekken en dergelijke, gebeurt niet structureel. Wel zijn vaak gelijkwaardige criteria opgenomen in bestekken en dergelijke.
- 3 Soms worden door waterschappen geen eisen gesteld aan de vloeistofdichtheidsklasse. De belangrijkste reden hiervoor is dat het uitvoeren van testen, om deze vloeistofdichtheid aan te tonen, bijzonder lastig zijn vanwege de lange lengtes en de grote diameters van leidingen. Bovendien kunnen leidingtrace's meestal niet 100%-waterdicht afgesloten worden. Dit is nodig om drukverlies ten gevolge van lekkage te kunnen vaststellen. Bovendien staan leidingtrace's vaak in open verbinding met bassins.
- 4 Sommige waterschappen houden uitvoerig rekening met de eigenschappen van het afvalwater en sommige minder. Hierbij moet aangetekend worden dat WBD persleidingen beheert waar relatief veel industrieel afvalwater doorheen stroomt. Op de rwzi's komt een influentkwaliteit alleen voor in de influentlijn, dat wil zeggen tot aan de selector. De rest van de rwzi, dit is verreweg het grootste deel, bevat water dat vergelijkbaar is met effluent en waarschijnlijk minder of geen agressieve en/of bodembedreigende stoffen bevat.
- 5 Bypassvoorzieningen en buffering worden meestal niet toegepast. De reden daarvoor is dat bypassen (van een deel van het zuiveringsproces) van zuiveringsprocessen vaak niet acceptabel is omdat het inhoudt dat ongezuiverd afvalwater wordt geloosd. Het lozen van ongezuiverd stedelijk afvalwater is milieuhygiënisch niet verantwoord en bovendien niet toegestaan. Buffering heeft als nadelen een mogelijke geurremissie, de benodigde nareiniging na het legen van de tank en de daarmee gepaard gaande kosten. Bovendien gaat het meestal om erg grote hoeveelheden afvalwater. Het bouwen van buffers voor dergelijke hoeveelheden is zeer kostbaar.

Met betrekking tot de *CUR/PBV-Aanbeveling 65 'Ontwerp, aanleg en herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton'*.

- 6 De waterschappen houden allemaal rekening met het gestelde uit deze CPA-65. De verschillen tussen de waterschappen zijn klein.
- 7 Het nagaan van de productcertificaten en nagaan of deze overeenkomen met de werkelijk geleverde producten is bij een tweetal waterschappen wat minder.

Verder wordt geconcludeerd dat het voor waterschappen technisch niet mogelijk is om aan alle bepalingen van de *CUR/PBV-Aanbevelingen 51 en 65* te voldoen. Bij het voorschrijven van deze Aanbevelingen dient daarmee rekening te worden gehouden.

Met betrekking tot de algemene vragen

- 8 De vier geënuquêteerde waterschappen voldoen voor meer dan 95% aan het gestelde van de CPA-51 en 65.
- 9 De in beheer zijnde rwzi's van een tweetal waterschappen voldoen voor 100% aan de CPA-51 en 65. De rwzi's van de twee andere waterschappen scoren 85-90%. Uit navraag blijken dit vaak de oudere rwzi's te betreffen, die vaak kleiner zijn.
- 10 Gezamenlijk beheren deze vier waterschappen 70 rwzi's. Dit is ca 19% van het totale Nederlandse rwzi bestand. Mede gezien de geringe verschillen tussen de antwoorden van de vier waterschappen is er een grote mate van consistentie. Het blijkt dat Waterschappen al sinds jaar en dag CPA- 51 en 65 of gelijkwaardige methodieken hanteren voor het proces van ontwerpen en aanleg. Mede gezien hun maatschappelijke verantwoordelijkheid en het feit dat rwzi's met dezelfde degelijkheid worden gerealiseerd als waterkerende werken is het niet de verwachting dat onderling de kwaliteit veel zal verschillen. Om deze redenen wordt ervan uitgegaan dat de enquêteresultaten ook van toepassing zijn op zuiveringstechnische inrichtingen die gerealiseerd zijn door de andere Nederlandse waterschappen.

