Capaciteitsvergroting van rwzi's

Wanneer de biologische of hydraulische capaciteit van een rwzi ontoereikend is, kan men deze op verschillende manieren vergroten. De leeftijd van de rwzi rechtvaardigt vaak wel het uitbreiden ervan. Uitbreiding is evenwel een kostbare zaak.
Een economisch interessant alternatief is het zuiveringsproces te optimaliseren, of door het toepassen van andere zuiveringstechnieken te intensiveren.
Uit het STORA-onderzoek 'Capaciteitsvergroting van rwzi's' komt als voornaamste



IR. O. M. AKKERMAN
Vakgroep Gezondheidstechniek
en Waterbeheersing
TU Delft

conclusie naar voren dat er voor capaciteitsvergroting door aanpassing van het zuiveringsproces, geen algemeen toepasbare oplossing bestaat. Door echter het overbelastingsprobleem te analyseren en door na te gaan welke mogelijkheden er bij een installatie bestaan, kan uit een aantal capaciteitsvergrotende maatregelen een bruikbare keuze gemaakt worden.
In het STORA-rapport 'Capaciteitsvergroting van rwzi's' worden de probleemanalyse en de mogelijke oplossingen uitvoerig besproken. Dit artikel beperkt zich door het weergeven van enkele resultaten. Het actief-slibproces staat daarbij centraal. Een groot deel van de bevindingen is evenwel ook van toepassing op andere zuiveringsprocessen.

1. **Karakterisering**

Overbelasting wordt pas een probleem wanneer niet meer aan de effluenteisen voldaan kan worden. Dit is het geval door een combinatie van de volgende oorzaken:
1. De actuele biologische of hydraulische belasting ligt boven de ontwerpwaarden van de rwzi. Deze toestand wordt aangeduid met de term *ontwerp-overbelasting* en wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door industriële lozingen of door recirculatie van slibwater. Hydraulische ontwerp-overbelasting kan optreden door toename van verhard oppervlak bijvoorbeeld door stadsuitbreiding.
2. De zuiveringscapaciteit van de rwzi ligt onder de waarden waarop de rwzi ontworpen is. Deze toestand wordt aangeduid met de term *ontwerp-ondercapaciteit* en kan ontstaan bij slecht bezinkbaar slib of bij moeilijk te zuiveren afvalwater.
3. Er worden hogere eisen aan de effluentkwaliteit gesteld. Deze problematiek komt hier niet aan de orde. Het kan wel voorkomen dat aanscherping van effluenteisen van doorslaggevend belang is voor het kiezen van de juiste oplossing in de situaties 1 en 2.

Zo zijn precipitatietechnieken aantrekkelijk wanneer er naast biologische overbelasting eisen aan het fosfaatgehalte van het effluent worden gesteld.

Het verschil tussen ontwerp-overbelasting en ontwerp-ondercapaciteit zit in de plaats waar het probleem optreedt: bij ontwerp-overbelasting buiten het zuiveringsproces, bij ontwerp-ondercapaciteit binnen het zuiveringsproces. *Optimalisatie* van het zuiveringsproces zal daarom het meest effectief zijn bij ontwerp-ondercapaciteit. Bij ontwerp-overbelasting zou optimalisatie kunnen leiden tot 'behoud van ellende' of tot oneconomische procesverbetering. Een oplossing dient zich in dit geval te richten op een reële vergroting van de zuiveringscapaciteit.

2. **Ontwerp-overbelasting**

De ontwerpgrondslagen van een rwzi kunnen overschreden worden door een toename van de biologische belasting van de rwzi.

Een indicatie voor biologische overbelasting kan verkregen worden door BZV-waarden uit bemonstering te vergelijken met de ontwerpgrondslagen van de rwzi. Door de numerieke waarde voor deze grondslag enigszins te variëren krijgt men een indruk van de gevoeligheid voor deze waarde en daarmee van de ernst van het overbelastingsprobleem.

Hydraulische overbelasting kan strikt genomen niet optreden omdat de aangevoerde hoeveelheid rioolwater beperkt wordt door de capaciteit van de gemalen. Te lang aanhoudende RWA geeft echter problemen in beluchting en nabezinking. Men kan de mogelijkheid van het optreden van hydraulische overbelasting toetsen aan bijvoorbeeld de ontwerpwaarde voor de oppervlaktebelasting van de nabezinktank, of aan het optreden van slibuitspoeling uit de nabezinking. Dergelijke criteria hebben het nadeel dat ze afhankelijk zijn van de slibindex of dat ze moeilijk met een regelmatig

TABEL I – *BZV-belasting van rwzi's in Nederland.*

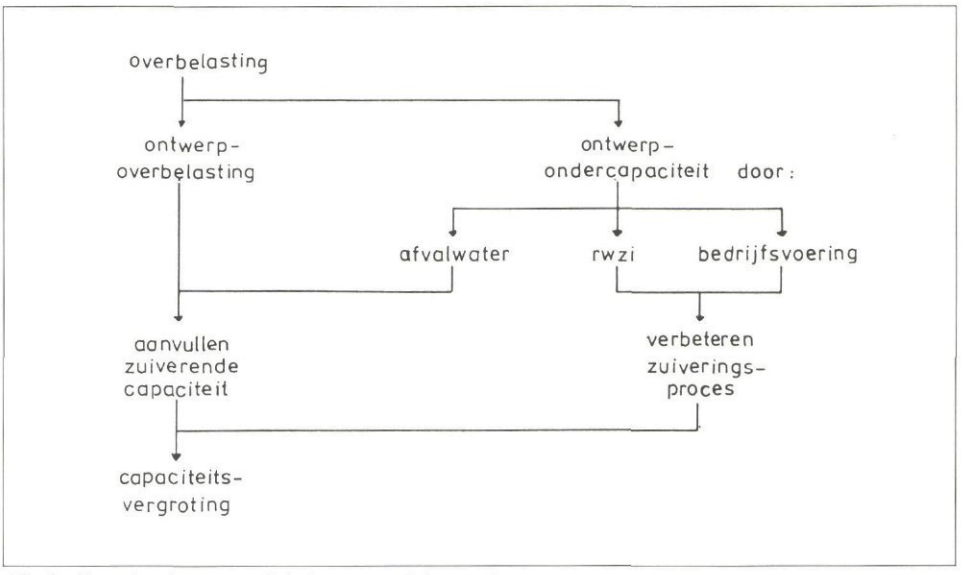
Type	Grootte (i.e./1000)	Aantal	Quotiënt dagelijkse BZV-aanvoer en ontwerpnorm BZV-aanvoer					
			< 0,8	0,8 - 0,9	0,9 - 1,0	1,0 - 1,1	1,1 - 1,2	> 1,2
	n < 10	15	9	1	1	1	1	2
Oxydatiebed	10 ≤ n < 30	21	11	2	3	1	3	1
	n ≥ 30	18	15	1	0	1	0	1
	n < 60	19	11	2	1	0	0	5
Aëratietank	60 ≤ n < 100	16	13	1	0	1	0	1
	n ≥ 30	18	11	2	1	1	2	1
Oxydatietank	n < 10	12	8	1	1	0	0	2
	n ≥ 10	24	20	1	1	1	1	0
Continue	n < 10	36	17	4	4	2	1	8
Oxydatiesloot	3 ≤ n < 10	46	28	4	5	2	1	6
	n ≥ 10	19	16	2	0	0	1	0
	n < 30	27	22	2	0	2	0	1
Carrousel	30 ≤ n < 60	24	18	1	4	0	1	0
	n ≥ 30	20	13	5	0	2	0	0
Discontinue	n < 10	36	14	1	6	3	3	9
Oxydatiesloot	(n < 10	3	0	0	1	0	1	1)
Totaal		354	226	30	28	17	15	38

TABEL II – *Hydraulische belasting van rwzi's in Nederland.*

Type	Grootte (i.e./1000)	Aantal	Quotiënt RWA-pompduur en nominale DWA-pompduur					
			0 - 0,10	0,11 - 0,20	0,21 - 0,40	0,41 - 0,60	0,61 - 0,80	> 0,80
	n < 10	16	2	3	4	2	2	3
Oxydatiebed	10 ≤ n < 30	21	1	2	7	2	2	2
	n ≥ 30	18	3	2	7	2	2	2
	n < 60	18	5	5	4	1	0	3
Aëratietank	60 ≤ n < 100	13	5	2	5	1	0	0
	n ≥ 100	20	8	6	5	1	0	0
Oxydatietank	n < 10	11	3	3	3	2	0	0
	n ≥ 10	20	9	3	7	0	1	0
Continue	n < 3	41	7	8	12	8	3	5
Oxydatiesloot	3 ≤ n < 10	48	11	7	16	11	2	1
	n ≥ 10	20	8	4	7	1	0	0
	n < 30	26	8	4	12	1	1	0
Carrousel	30 ≤ n < 60	21	3	7	10	1	0	0
	n ≥ 60	18	7	4	5	2	0	0
Discontinue	n < 3	36	3	7	8	10	2	6
Oxydatiesloot	(n < 3	4	0	1	0	2	1	0)
Totaal		351	81	68	111	53	15	23

bemonsteringsschema te toetsen zijn.
In de praktijk blijkt er een verband aangegeven te kunnen worden tussen het optreden van overbelastingsverschijnselen en de tijd waarin de RWA verwerkt wordt. De RWA wordt daarbij gerelateerd aan de DWA door te stellen dat de tijdsduur waarin de RWA-pompen draaien maximaal 8 tot 10% van de nominale waarde voor de DWA-pomptijd mag bedragen. Bij hogere percentages bestaat gevaar voor slibverlies uit de nabezinking.

De tabellen I en II geven een idee omtrent de grootte van het overbelastingsprobleem in Nederland. Gesommeerd blijkt ca. 20% van de onderzochte rwzi's biologisch overbelast en 77% hydraulisch overbelast te zijn. Deze cijfers moeten met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden daar overschrijding van ontwerpgrondslagen niet altijd tot overbelastingsverschijnselen hoeft te leiden. Bovendien betreft het schattingen afgeleid uit ontwerpgegevens en bemonstering. Voorlopig kan geconcludeerd worden dat vooral hydraulische overbelasting op grote schaal optreedt en dat er in veel gevallen sprake is van zware overbelasting.



Afb. 1 - Het verband tussen overbelasting en capaciteitsvergroting.

3. Ontwerp-ondercapaciteit

Het achterblijven van de capaciteit van de rwzi bij de ontwerpwaarde wordt in eerste instantie veroorzaakt door slecht functioneren van het zuiveringsproces zelf. Er kunnen drie oorzaken aangewezen worden:

a. Een suboptimaal ontwerp van de rwzi, bijvoorbeeld:
- lange verblijftijden van slib in voor- en nabezinking bij DWA;
- kortsluitstromen en neren in beluchtingsruimte en nabezinking;
- te lage ruimercapaciteit;
- onvoldoende zuurstofinbrengvermogen van de beluchtingsinstallatie.

b. Een gebrekkige procesvoering, mogelijk veroorzaakt doordat op waardeverandering van parameters niet goed of te traag gereageerd wordt:
Het betreft bijvoorbeeld:
- slibbelasting;
- slibleeftijd;
- zuurstofgehalte;
- nitraatgehalte;
- redoxpotentiaal.

Sturing door automatisering kan soms een oplossing bieden.

c. Verandering van de samenstelling van het afvalwater kan resulteren in verslechtering van de effluentkwaliteit door daling van de zuiveringscapaciteit. Zo kan de samenstelling van het afvalwater aanleiding geven tot lichtslibvorming of tot het dalen van de biologische activiteit van het actief slib.

Soms kan de voorbehandeling, bijvoorbeeld door beluchting of pH-correctie, een oplossing bieden. Wanneer dit niet helpt, moet het probleem worden aangepakt als ontwerp-overbelasting (afb. 1), de oorzaak ligt immers buiten het zuiveringsproces.

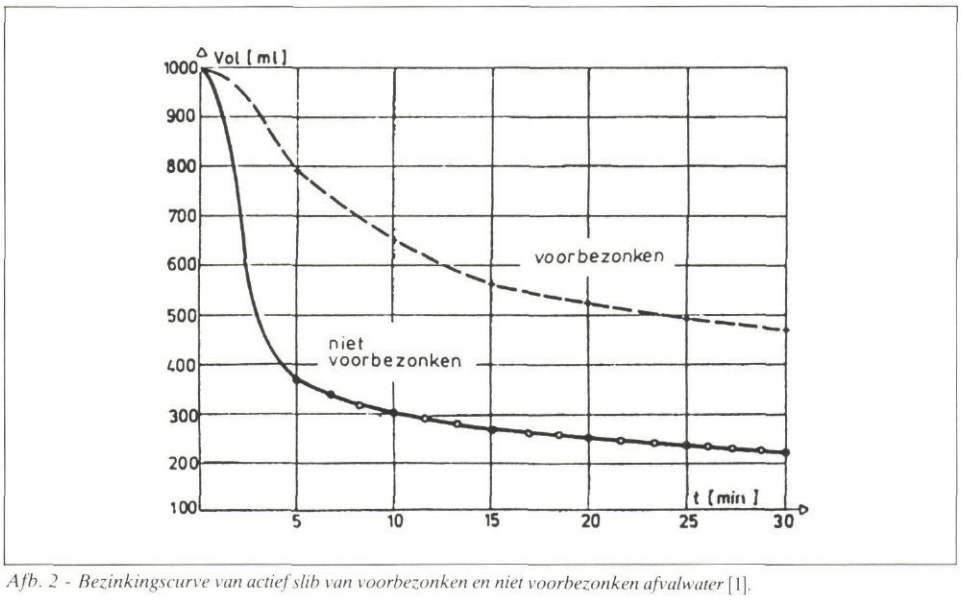
4. De weg waarlangs

Afb. 1 geeft schematisch aan volgens welke methoden men de capaciteit van een rwzi kan vergroten. Ontwerp-overbelasting zal vrijwel alleen oplosbaar zijn door aanvullende capaciteit te installeren. Ontwerp-ondercapaciteit kan worden aangepakt door de installatie of de bedrijfsvoering te verbeteren, beide leidend tot een verbeterd zuiveringsproces en dus tot een grotere capaciteit. Moeilijk afvalwater leidt tot ontwerp-overbelasting en vraagt dus – als voorbehandeling niet mogelijk is – aanvullende capaciteit.

Wanneer het probleem is getypeerd zullen oplossingen aangedragen worden. Om deze te kunnen vergelijken is in eerste instantie een technisch criterium gewenst.
In de praktijk blijkt de 'bottle-neck' in een overbelast zuiveringsproces – ongeacht de aard van de overbelasting – meestal een onvoldoend functionerend nabezinkproces te zijn. Bij hydraulische overbelasting ligt dit voor de hand omdat de slibvolumebelasting van de (volgens STORA-richtlijnen [5] meestal krap gedimensioneerde) nabezinktank toeneemt. Bij BZV-overbelasting wordt soms het droge-stofgehalte in de beluchting begroot, zodat er ook een toename van de slibvolumebelasting ontstaat.
DWA-toename heeft vaak toename van het effluent-BZV tot gevolg door de uitspoeling van geflocculeerd slib [2]. Ook dan blijkt dus vooral het nabezinkproces verantwoordelijk voor verslechtering van het effluent.
Er wordt voorgesteld om het effect op de slibvolumebelasting als criterium te nemen ter technische vergelijking van oplossingen. Er zijn echter ook andere criteria aan te wijzen zoals:
1. de financiën;
2. locale overwegingen:
– de beschikbare ruimte;
– de constructieve componenten waaruit het zuiveringsproces is opgebouwd of de aanwezigheid van oude tanks;
– stankproblematiek;
3. de tijdelijkheid van het probleem:
– seizoensoverbelasting door landbouwactiviteiten of door toerisme;
– verwachte levensduur van de rwzi (bijv. opheffing in verband met centralisering).
Technische oplossingen hebben alle hun specifieke voor- en nadelen. Ter illustratie worden, ingedeeld naar zuiveringstrap, enkele opvallende oplossingen bekeken.

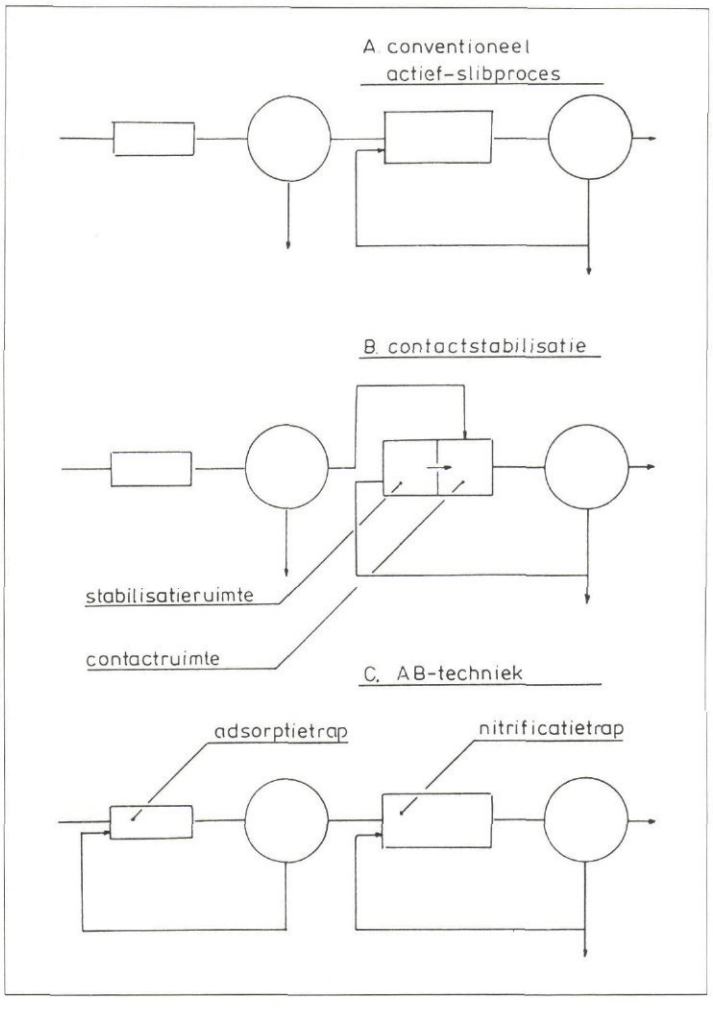
5. De eerste zuiveringstrap

Met een goed werkend actief-slibproces is een zwevende-stofverwijdering haalbaar, die op een dergelijke schaal niet economisch op andere wijze gerealiseerd kan worden.
De eerste trap dient hieraan bij te dragen door een goede 'grondstof' voor het actief-slibproces te leveren. Men moet niet alleen letten op de voorzuivering, maar ook op de slibvolumebelasting van de nabezinking, biologische en hydraulische pieklasten, en op de eigenschappen van het actief slib.
Door het voorbezinkproces te intensiveren of juist te passeren kan het rendement van het gehele zuiveringsproces vergroot worden, waarbij de vrijgekomen procesruimte ingezet kan worden voor verdere rendementsverbetering. Men kan denken aan egalisatie van de volumestroom, beluchting, denitrificatie of nabezinking.
De capaciteit van de eerste zuiveringstrap kan aangevuld worden door het toepassen



Afb. 2 - Bezinkingscurve van actief slib van voorbezonken en niet voorbezonken afvalwater [1].

van flotatie (zgn. preflotatie) [4].
Deze techniek kan de capaciteit van de voorbezinktank verveelvoudigen (opp.belasting 1,5-7 $m^3/(m^2 * h)$, en is in staat belastingpieken te verwerken. Inbouw en discontinue bedrijfsvoering lijkt mogelijk. Door spuislib naar de voorbezink/preflotatietank te recirculeren kan het flotatierendement opgevoerd worden en is een toename van de BZV-verwijdering haalbaar [3[.
Het preflotatieproces is duurder in gebruik dan conventionele voorbezinking.
Door het voorbezinkproces te passeren kan de zuiveringscapaciteit van het actief-slibproces in sommige gevallen vergroot worden. Deze capaciteitsvergroting wordt bewerkstelligd doordat de actief-slibeigenschappen verbeteren en door de voorbezinktank(s) voor andere doeleinden te benutten.
De verbetering van de slibeigenschappen schuilt in een verlaging van het slibvolume (afb. 2). Verder mag een verhoging van de microbiële activiteit verwacht worden, doordat de natuurlijke microbiële populatie niet in de voorbezinking verwijderd wordt. Daar staat echter tegenover dat het actieve aandeel van het slib in de beluchtingsruimte afneemt. Mogelijk is bij de slibverwerking een extra voorindikker nodig. De filterweerstand, een maat voor de ontwaterbaarheid van het slib, zou met 50 tot 75% afnemen [1].



Afb. 3 - Ombouw van een conventioneel actief-slibproces.

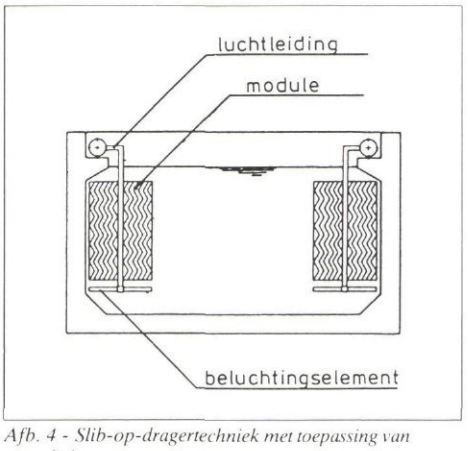
6. **Actief-slibproces en nabezinking**

Bij capaciteitsvergroting van het actief-slibproces is het van belang om aandacht te besteden aan reductie van de slibvolumebelasting op de nabezinktanks. Wanneer men zich uitsluitend zou richten op optimalisatie van het nabezinkproces, accepteert men impliciet de aangeboden slibvolumebelasting. Het is van belang deze keuze bewust te maken om ongewenste symptoombestrijding uit te sluiten.
Optimalisatie van het nabezinkproces richt zich op de optimalisatie van de drie functies van de nabezinktank: slib/waterscheiding, slibindikking en slibberging.
Er zijn vele mogelijkheden om de capaciteit van de tweede zuiveringstrap te vergroten. Enkele bijzonderheden worden genoemd.
Door te manipuleren met procesparameters kan soms het zuiveringsrendement verbeterd worden. Voor het bestrijden van ontwerpoverbelasting is deze methode (in principe) zinloos. Een voorbeeld is het verhogen van het droge-stofgehalte in de beluchtingsruimte, ter intensivering van BZV-verwijdering en nitrificatie. Dit kan resulteren in 'behoud van ellende' doordat bij RWA de nabezinktanks te zwaar belast worden.
Voor het bestrijden van ontwerp-ondercapaciteit is parametermanipulatie, indien succesvol, altijd de meest economische en dus de beste oplossing.

De introductie van *adsorptieve BZV-verwijdering* is in het algemeen zinvol bij lichtslibproblematiek c.q. ontwerp-ondercapaciteit.
Vlokbelading is vaak eenvoudig te realiseren door het creëren van een mengzone in de beluchtingsruimte.
Contactstabilisatie kan de biologische en de hydraulische capaciteit behoorlijk vergroten (dus ook toepasbaar bij ontwerp-overbelasting), en is afhankelijk van het type rwzi gemakkelijk in te bouwen (zie afb. 3).
De nitrificatie kan er echter onder lijden.
AB-techniek kan een eenvoudige oplossing

zijn bij matige biologische overbelasting wanneer er een flinke (beluchte) zandvang aanwezig is. Door een slibretourleiding tussen voorbezinking en zandvang te leggen kan op deze wijze een hoogbelaste eerste (A-)trap verkregen worden (zie afb. 3). Voor adsorptieve BZV-verwijdering is een voldoende biosorptiecapaciteit van het actief slib een vereiste [7].

Slib-op-dragertechnieken [6] worden toegepast om de actieve biomassa in de beluchtingsruimte te vergroten, meestal met het doel de nitrificatie te bevorderen. Er worden goede slibindices gerapporteerd. Slib-op-dragertechnieken kunnen ingedeeld worden in systemen met vaste lichamen (bijv. BIO-2-SCHLAMMVERFAHREN, afb. 4), draaiende lichamen (dompelschijven, STÄHLERMATIC) en vrij zwevende dragermaterialen, schuimplastic blokjes (zgn. 'pads': LINPOR, CAPTOR). De laatste groep lijkt een mogelijkheid te bieden voor capaciteitsvergroting van met name grotere rwzi's. LINPOR vergroot de biologische zuiveringscapaciteit. De invloed op de slibvolumebelasting (slibindex contra droge-stofgehalte) van de nabezinking is onduidelijk. Met het CAPTOR-proces zou nabezinking



Afb. 4 - Slib-op-dragertechniek met toepassing van vaste lichamen.

niet nodig zijn. De biomassa wordt, gebonden aan de 'pads', door een transportband opgevoerd en door uitpersen afgescheiden. In ieder geval is een flinke reductie van de slibvolumebelasting te verwachten zodat het CAPTOR-proces ook geschikt lijkt voor het opvangen van hydraulische overbelastingsverschijnselen. Er is echter weinig praktijkervaring mee opgedaan.

Biopreparaten lijken zinloos voor het opvangen van ontwerp-overbelasting, omdat in een gezond zuiveringsproces de meest geschikte micro-organismen van nature aanwezig zijn. Bij ontwerp-ondercapaciteit lijkt succesvol gebruik waarschijnlijker maar is toch een toevalstreffer omdat een volledige analyse van de biochemie van het zuiveringsproces (nog) niet tot de mogelijkheden behoort.

Het terugvoeren van slibwater naar het zuiveringsproces kan tot overbelastingsproblemen leiden. *Egalisatie* voor herintroductie biedt een oplossing. Door *aparte nitrificatie* wordt het zuiveringsproces ontlast en kan een extra 'input' van nitrificerende bacteriën gerealiseerd worden. In een proefinstallatie werd het slibwater voor 60 tot 70% genitrificeerd. Soms blijkt het afscheiden van de droge-stoffractie uit het slibwater zinvol [8].

Buis- en lamellenafscheiders lijken, bij toepassing in de bestaande nabezinktank, problemen te gaan geven bij slibberging en slibindikking. Dit hangt samen met de korte verblijftijd die in de afscheider gewenst is.

7. De derde zuiveringstrap

Deze biedt voor capaciteitsvergroting het voordeel dat niet in het bestaande zuiveringsproces ingegrepen wordt. Het zuiveringsresultaat van de eerste twee trappen wordt dus geaccepteerd. Voorwaarde voor toepassing van een derde zuiveringstrap is in ieder geval dat slibverlies uit de nabezinking zodanig klein moet zijn dat de zuiveringscapaciteit van het actief-slibproces niet in gevaar gebracht wordt. Dit beperkt de mate van hydraulische overbelasting. Tevens moet er sprake zijn van een voldoende verwijdering van opgeloste vervuilingen. Dit beperkt de mate van biologische overbelasting die opgevangen kan worden. De meest realistische mogelijkheden lijken nog de toepassing van een microzeefinstallatie of de aanleg van een nabehandelingsvijver. Beide vereisten echter de aanwezigheid van een voldoende ver gestabiliseerd secundair slib.

8. Conclusies

Er is sprake van een groot aantal gevallen van biologische of hydraulische overbelasting in Nederland (20 resp. 77% van de onderzochte rwzi's). In veel van deze gevallen is er sprake van grote mate van overbelasting.

– Een algemene oplossing voor het overbelastingsprobleem is niet te geven. Het probleem laat zich in beperkte mate schematiseren.

– Vaak worden overbelastingsverschijnselen veroorzaakt door een hoge slibvolumebelasting op de nabezinking. Capaciteitsvergroting dient zich dan te richten op verlaging of op het acceptabel maken (bijv. via een derde zuiveringstrap) daarvan.

– Er zijn vele capaciteitsvergrotende technieken beschikbaar. Pas na grondige probleemanalyse en na het vaststellen van de mogelijkheden ter plaatse, kan een keuze gemaakt worden.

9. Verantwoording

Dit artikel verschijnt naar aanleiding van het STORA-project 'Capaciteitsvergroting van rwzi's', dat uitgevoerd werd door de TU Delft, Vakgroep 'Gezondheidstechniek en Waterbeheersing'.

Literatuur

1. Muller, L.(1977). *Steuerungsmöglichkeiten für Belebtschlammanlagen.* Karlsruher Ber. Ingenieursbiologie, Univ. Kasrlsruhe, vol. 10.
2. Pearson, S. C. and Soltis, R. G. (1972). *An overloaded sludge plant. Try chemical treatment.* Water Sewage Works, vol. 121, no. 6, 116-117.
3. Roediger, H. (1981). *Leistungssteigerung stark belasteter Kläranlagen durch Anwendung der Entspannungsflotation als Vorklärung.* Kommunal-wirtschaft, no. 9, 297-301.
4. Roediger, M. (1985). *Experiences with flotation of raw sewage (preflotation).* Stuttg. Ber. Siedlungswasserwirtsch., vol. 87, 45-49.
5. STORA-publicatie (1981). *Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces.* Deel 1 (Literatuur, 1981), deel 2 (Ronde nabezinktanks (ontwerpgegevens en bedrijfservaring), 1981).
6. STORA-publicatie (1986). *Mogelijkheden van slib-op-dragersystemen voor de aërobe biologische zuivering van stedelijk afvalwater.* Literatuurstudie.
7. STORA-publicatie (1981). *Voorkomen en bestrijden van licht slib.* De rol van de biosorptie.
8. Witte, H. (1975). *Untersuchungen zur Mitbehandlung von Trübwasser aus Faulräumen im Abwasserbehandlungsprozess unter besondere Berücksichtigung des Belebungsverfahrens.* Gewässerschutz.Wasser.Abwasser, vol. 18, Aachen.

● ● ●