



Extra buffertank als alternatief voor nabezinktank

GEORGE ZOUTBERG, HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER

ROB VAN CRONENBERG, HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER

HENK BEENS, HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER

JOHAN KRIJGSMA, DHV WATER

In het kader van de optimalisatiestudie Beemster is onderzocht of de bouw van een extra nabezinktank kan worden uitgespaard. Hiertoe is onderzocht wat het effect is op het uitspoelen van slib uit de nabezinktanks van rwzi Beemster indien de aanvoer van de verbeterd gescheiden rioolstelsels van Purmerend na drie uur wordt gestopt. In eerste instantie is de toekomstige situatie gesimuleerd met het nabezinktankmodel FAST2D (zie het artikel hiervoor). Aan de hand van de resultaten is besloten een praktijkproef uit te voeren en de toekomstige RWA-situatie na te bootsen door effluentcirculatie toe te passen. Vervolgens is de praktijkproef gesimuleerd en bleek het nabezinktankmodel een goede voorspellende waarde te hebben. Daarna is een alternatieve oplossing met buffering van retourslib gesimuleerd om te komen tot een robuuste oplossing. Het resultaat is dat wordt afgezien van de bouw van een dure nabezinktank en een nieuw verdeelwerk. Volstaan kan worden met de bouw van een buffer waarin bij RWA een gedeelte van het actief slib tijdelijk wordt opgeslagen. De kostenbesparing wordt geraamd op 945.000 euro.

In het beheersgebied van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier worden de komende jaren een groot aantal zuiveringen aangepast om aan de nieuwe effluenteisen te kunnen voldoen. Voor de prognoses wordt gerekend met het referentiejaar 2015. Tevens zijn in de afgelopen periode een groot aantal optimalisatiestudies afgerond. De resultaten van deze studies kunnen gevolgen hebben voor de rioolwaterzuiveringen, zoals rwzi Beemster. De huidige biologische belasting van deze rwzi bedraagt 142.000 i.e. (TZV) en de prognose voor 2015 is 168.000 i.e. (TZV). Verder wordt bij RWA uitgegaan van een debiet van 4.150 kubieke meter per uur.

Berekend is dat het huidige circuit groot genoeg is om de toekomstige biologische belasting te kunnen verwerken. Daartoe moet het slibgehalte in de beluchtingstank worden verhoogd naar 5,3 g/l en moet extra beluchtingcapaciteit worden geïnstalleerd. Doordat zowel het drogestofgehalte in het circuit als het debiet toenemen is de geïnstalleerde nabezinkcapaciteit van vier tanks in 2015 niet meer voldoende. De bestaande tanks zouden, conform de oude STORA-richtlijn, in totaal 3.300 kubieke meter per uur kunnen verwerken zonder dat slibuitspoeling optreedt. Met behulp van de oude richtlijn is berekend dat een nieu-

we nabezinktank met een diameter van 38 meter en een nieuw retourslibgemaal moeten worden bijgebouwd. Bovendien is een nieuw verdeelwerk nodig om het water over vijf nabezinktanks te kunnen verdelen.

Het toekomstig afvalwateraanbod van 4.150 kubieke meter per uur bestaat voor circa 550 kubieke meter uit hemelwater dat wordt afgevoerd vanuit de verbeterd gescheiden stelsels van de gemeente Purmerend. Zonder dit hemelwater bedraagt het afvalwateraanbod 3.600 kubieke meter per uur, een waarde die dicht ligt bij de oude richtlijnwaarde van 3.300 kubieke meter per uur voor de bestaande installatie. Op grond van de herziene richtlijn (STOWA 2002-23) kunnen de huidige nabezinktanks wellicht meer water verwerken. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat in verband met de emissies het hemelwater gedurende de eerste uren nog wordt afgevoerd naar de rwzi (first flush), alvorens de hemelwaterafvoer wordt gestaakt.

In het kader van de optimalisatiestudie is daarom onderzocht wat het effect is als na drie uur de verbeterd gescheiden rioolpompen worden uitgeschakeld (zie het artikel van Emil Hartman en Richard Leijen op pagina 52). Voor

de rwzi betekent dit dat gedurende deze drie uur rekening moet worden gehouden met een maximale RWA-aanvoer van 4.150 kubieke meter en daarna met een continu RWA-aanbod van 3.600 kubieke meter per uur.

FAST2D-modellering

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier heeft een Kenniscentrum Zuivering, van waaruit geld beschikbaar kan worden gesteld voor het beantwoorden van niet alledaagse vragen. Vanuit dit centrum is in eerste instantie opdracht gegeven aan DHV om de bestaande nabezinktanks van de rwzi Beemster dynamisch door te rekenen met het nabezinktankmodel FAST2D.

Eerst zijn drie scenario's doorgerkend, waarbij gebruik is gemaakt van reeds beschikbare kenmerkende waarden voor bezink- en indikkingeigenschappen van actief slib met een slibvolumeindex van 120 ml/g. De rwzi Beemster heeft vier nagenoeg identieke nabezinktanks (doorsnede = 38,3 of 40,8 meter) met elk een kantdiepte van 1,5 meter. Tevens zijn alle tanks uitgerust met een deflectieschot.

De scenario's en resultaten zijn:

- Continue belasting van de bestaande nabezinktanks met 3.600 kubieke meter per uur.
Hierdoor komt de slibspiegel net onder de overlooprand te liggen. Het model voorspelt verder vrij hoge effluentconcentraties in de orde van 80 mg/l. Zoals hierboven vermeld dient hierbij opgemerkt te worden dat het model bij ondiepe tanks een minder goede voorspelling van de concentratie aan onopgeloste bestanddelen in het effluent geeft;
- Continue belasting van de bestaande nabezinktanks met 3.600 kubieke meter per uur met aanpassing van de bestaande inlooptrommels.

Dit geeft ten opzichte van het eerste experiment een lichte daling van de slibspiegel te zien. Het model voorspelt verder een concentratie aan onopgeloste bestanddelen in het effluent die rond de 60 mg/l ligt bij RWA;

- Ontwerpbelasting van 4.150 kubieke meter per uur gedurende drie uur en vervolgens continu 3.600 kubieke meter per uur.

De slibspiegel stijgt tot tegen de onderkant van de effluentgoot aan, maar stabiliseert vervolgens bij terugschakelen naar 3.600 kubieke meter per uur. De concentratie aan onopgeloste bestanddelen loopt in eerste instantie op naar 120 mg/l, maar stabiliseert vervolgens bij 3.600 kubieke meter per uur op 80 mg/l. Een kleine verslechtering van de effluentkwaliteit treedt op, maar bij terugschakeling naar 3.600 kubieke meter per uur wordt dezelfde effluentkwaliteit bereikt als bij het vorige scenario.

Uit bovenstaande simulaties bleek dat het mogelijk moet zijn om drie uur lang 4.150 kubieke meter over de nabezinktanks te sturen en daarna continu 3.600 kubieke meter. De slibspiegel komt dan echter wel gevaarlijk hoog te liggen in de nabezinktank, waardoor de effluentkwaliteit verslechtert. Aangezien het model minder betrouwbaar is in de voorspelling van de effluentkwaliteit, kan op basis van de modelberekeningen nog geen uitspraak worden gedaan of de verslechtering van de effluentkwaliteit acceptabel is of niet.

Opzet praktijkproef

Voor Hollands Noorderkwartier vormden de uitkomsten van de simulaties voldoende reden om een grootopgezette praktijkproef uit te voeren om de gedane voorspellingen te toetsen. Hiertoe is een experimentele opstel-

ling gebouwd waarmee op een normale droge dag het RWA-debiet van 2015 kon worden gesimuleerd.

Het gewenste debiet op de zuivering bedraagt 4.150 kubieke meter per uur. De DWA-aanvoer op een normale dag bedraagt circa 1.200 kubieke meter per uur. Aanvulling tot het gewenste debiet is gerealiseerd door middel van inlaat van oppervlaktewater uit de boezem bij rioolgemaal Purmerend Noord en recirculatie van effluent over de zuivering. Door gedurende de proef een schuif te openen kon water worden ingelaten uit de Beemsteringvaart en werd per uur continu circa 1.300 kubieke meter extra water aangevoerd. Het resterende verschil van circa 1.650 kubieke meter per uur is gerealiseerd door recirculatie van het effluent over de zuivering. In de efflu-

entsloot zijn twee frequentiegestuurde pomp-pompen met een capaciteit van samen 2.400 kubieke meter per uur opgesteld (zie foto).

Deze pompen werden gevoed met een aggregaat en recirculeerden effluent uit de sloot via een persleiding direct terug de beluchtingstank in. Ter verkrijging van voldoende pompbuffer was het noodzakelijk de effluentsloot in peil te verhogen ('optoppen'). De frequentiegestuurde recirculatiepompen werden zodanig gestuurd dat deze het verschil leverden tussen het gewenste debiet en het normaal via de debietmeter binnenkomende debiet op de rwzi.

Met de proefopstelling zijn een aantal experimenten uitgevoerd.

Resultaten

Tijdens de experimenten werd al snel duidelijk dat het verdeelwerk niet naar behoren functioneerde. De nabezinktanks met de kleinste diameter (1 en 2) kregen onevenredig meer water dan de twee andere nabezinktanks (3 en 4). Bij een totaal influentdebiet van 4.150 kubieke meter per uur kwamen de nabezinktanks 1 en 2 na ongeveer een uur tot extreme sliboverstort, terwijl in de nabezinktanks 3 en 4 de slibspiegel nog meer dan een meter onder de waterspiegel lag. Om uit te zoeken hoeveel rek in de belastbaarheid van de nabezinktanks 3 en 4 zat, is de toevoer naar nabezinktank 1 en 2 afgesloten en een totaal influentdebiet van gemiddeld 2.770 kubieke meter per uur ingesteld (streefwaarde 2.600 kubieke meter) op nabezinktank 3 en 4. Dit is vergelijkbaar met een totaal influentdebiet van $2.456 + 2.770 = 5.226$ kubieke meter per uur over de gehele rwzi. Tijdens de proef is met een vast interval van tien minuten de hoogte van de slibspiegel gemeten en zijn monsters genomen van het effluent ter bepaling van de concentratie onopgeloste bestanddelen. Na circa twee uur begon de slobuitspoeling (zie afbeelding 1). Na drie uur en 20 minuten is het influentdebiet teruggebracht naar 2.260 kubieke meter per uur, overeenkomend met een debiet van 4.250 kubieke meter per uur voor de gehele rwzi (iets hoger dan de beoogde 4.150 kubieke meter). Dit had een daling van de uitspoelende concentratie onopgeloste bestanddelen tot gevolg, maar de uitspoeling bleef hevig en het experiment is afgebroken.

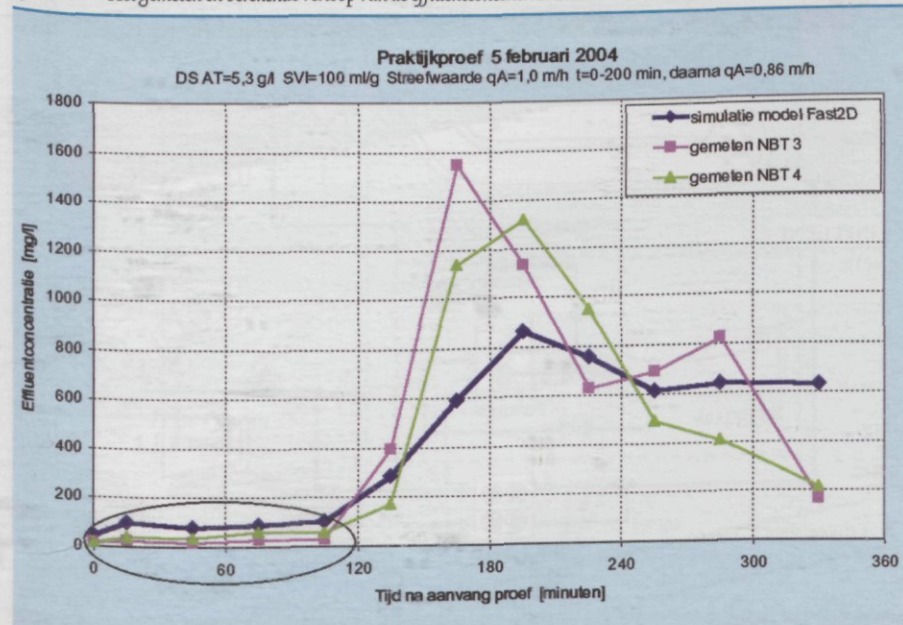
Simulatie

Met behulp van het model FAST2D is deze praktijkproef dynamisch gesimuleerd. Voordat uitspoeling optreedt, bedragen de berekende effluentconcentraties bij RWA circa 80 mg/l (zie het omcirkelde deel in afbeelding 1). Dit is een factor 2-3 hoger dan de gemeten concentraties van circa 25-30 mg/l in het effluent van de nabezinktanks 3 en 4.

De effluentrecirculatiepompen in de 'opgetopte' sloot.



Afb. 1: Het gemeten en berekende verloop van de effluentconcentraties.



Verder blijkt duidelijk dat het moment waarop de slibuitspoeling begint, goed wordt voorspeld. Tijdens de slibuitspoeling blijkt het gemeten gehalte (deels) hoger te liggen dan het berekende gehalte. De verklaring hiervoor is dat de monsters zijn genomen op een punt in de effluentgoot waar de slibuitspoeling het sterkste optrad. Indien de monsters op een andere plek in de effluentgoot waren genomen, waren lagere concentraties waargenomen (visuele waarneming). De gemeten effluentconcentraties na twee uur en tien minuten geven geen representatief beeld van de (gemiddelde) effluentconcentraties van de nabezinktank. Daarom is in die periode met name de trend in de effluentconcentratie van belang: deze blijkt goed overeen te komen met de metingen.

Afbeelding 2 toont dat het met FAST2D gesimuleerde verloop van de slibspiegelhoogte goed overeenkomt met de actueel gemeten waarden in de nabezinktanks 3 en 4.

Voldoende robuust?

Op basis van de uitgevoerde praktijkproeven en modelstudies bleek dat de vier nabezinktanks belast kunnen worden met een continue aanvoer van 3.600 kubieke meter per uur. Een tijdelijke piek (gedurende drie uur) van 4.150 kubieke meter kan de zuivering echter maar net aan. Met het risico dat bij iets ongunstiger procescondities het gemakkelijk mis zou kunnen gaan.

Op grond van bovenstaande ervaringen durfde het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier af te zien van de bouw van een extra nabezinktank, nieuw retourslibgemaal en nieuw verdeelwerk.

Helemaal niets doen zou echter in de praktijk een onvoldoende robuuste installatie opleveren. Om te komen tot een voldoende robuuste bedrijfsvoering is in eerste instantie een oplossing beschouwd waarbij de tijdelijke piek in de aanvoer wordt geborgen in een relatief goedkoop te bouwen buffertank aan de influentkant van de zuivering. Uiteindelijk heeft het hoogheemraadschap een alternatieve oplossing bedacht door in plaats van influent tijdelijk retourslib te bufferen. Naast het hydraulisch ontlasten van de nabezinktanks wordt dan tevens een sterkere daling van het drogestofgehalte in de aëratietank bewerkstelligd. Het mes snijdt daarmee aan twee kanten. De toelaatbare belasting is immers (mede) afhankelijk van de slibvolumebelasting, waarbij zowel het drogestofgehalte in de aëratietank als het RWA-debiet naar de nabezinktank van belang zijn. Aanvullend kan nog extra bufferruimte worden gecreëerd door met (de reeds aanwezige) slibspiegelometers op een

gecontroleerde manier een hoge slibspiegel in de nabezinktanks te handhaven.

Uitwerking (retour)slibbuffer

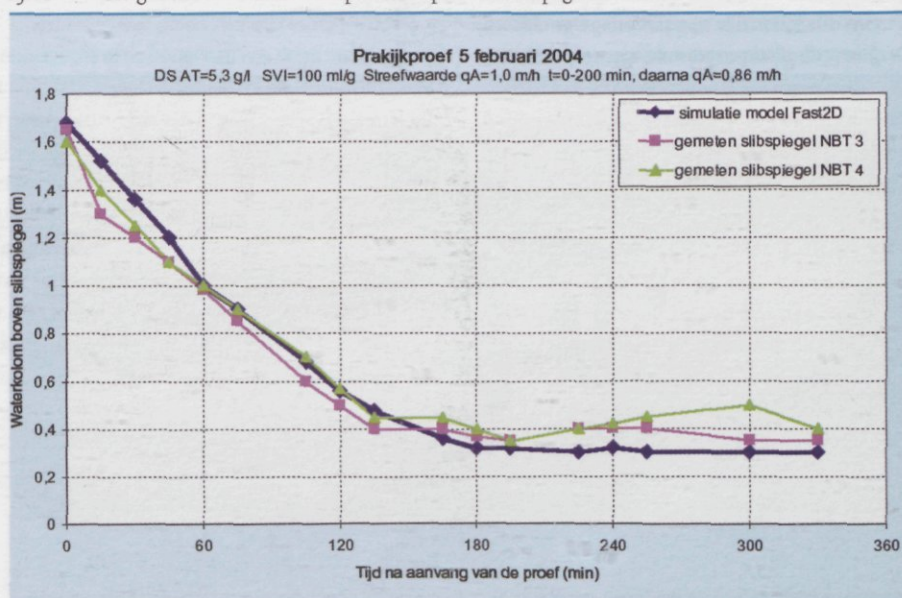
De plaats van de retourslibbuffer in de zuivering is schematisch weergegeven in afbeelding 3. Het retourslib wordt vanuit het retourslibgemaal 1 onttrokken via een bestaande sibleiding en een pompput voorzien met twee pompen (één reserve) voor het vullen en legen van de buffertank. Het retourslibdebiet dat naar de buffertank wordt afgevoerd, is instelbaar door middel van een debietgeregelde klep. De hoeveelheid slib die wordt gebufferd, kan bijvoorbeeld aan de hand van de slibspiegelmeting in de nabezinktanks worden ingesteld. Deze flexibiliteit maakt de variant robuust en

toepasbaar onder verschillende omstandigheden. Het retourslibgemaal 1 onttrekt retourslib aan de nabezinktanks 1 en 2 en wordt rechtstreeks naar de carrousel gepompt. Het retourslib uit de nabezinktanks 3 en 4 wordt met behulp van retourslibgemaal 2 naar de selector gepompt. Een bijkomend voordeel van onttrekking alleen via retourslibgemaal 1 is dat de slibbelasting in de selector niet wordt beïnvloed door de slibbuffering. Bij DWA-aanvoer wordt de buffertank geleegd en nagespoeld met effluent.

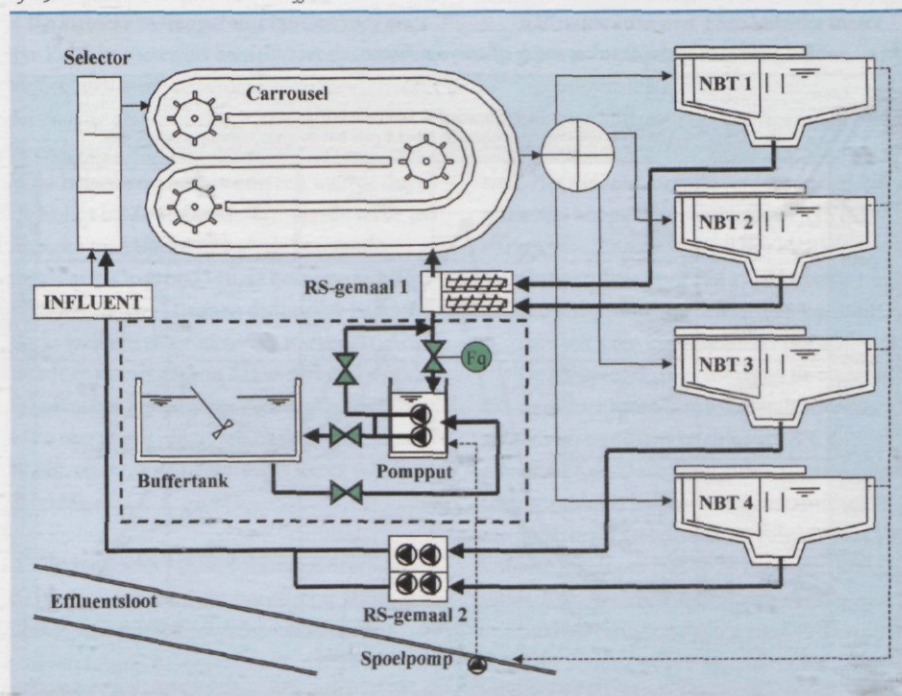
Simulatie-effect slibbuffer

De nieuw te bouwen buffertank kan worden gevuld op basis van de hoogte van het slibspiegelsignaal. Uitgerekend is dat een

Afb. 2: Het gemeten en berekende verloop van de diepte van de slibspiegel.



Afb. 3: De variant met een slibbuffer.



buffertank van 2.000 kubieke meter - in combinatie met benutting van extra bufferruimte in de bestaande nabezinktanks - voldoende is om het drogestofgehalte te laten dalen van 5,3 g/l (DWA) naar 3,1 g/l (RWA). Bij dit gehalte aan droge stof in de aërietetank is het volgens de oude STORA-richtlijn mogelijk om continu 4.150 kubieke meter per uur aan RWA te behandelen.

Dit scenario is dynamisch gemodelleerd met een hiervoor speciaal aangepaste versie van het FAST2D-model.

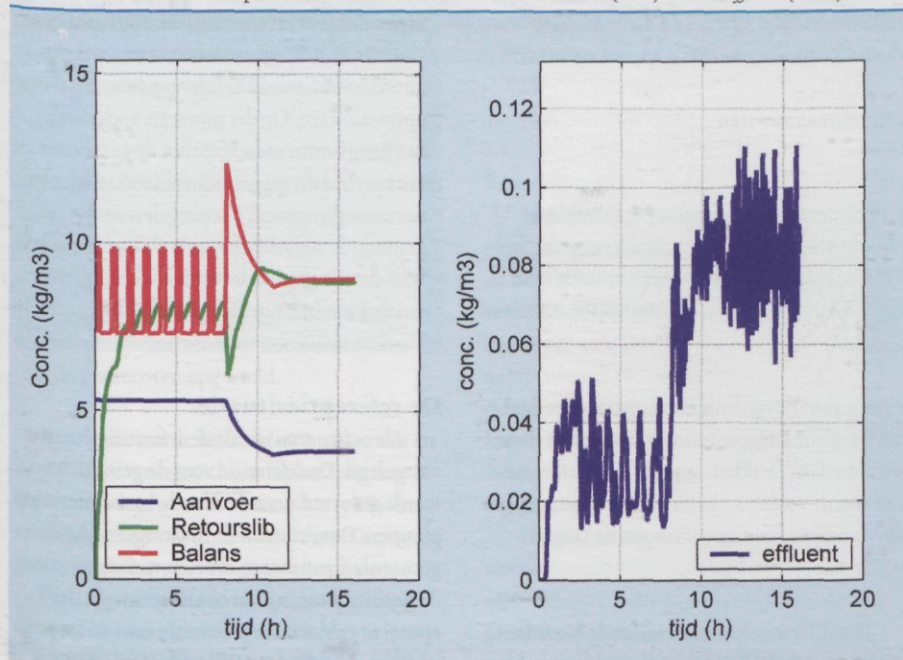
Het model voorspelt een uitspoeling van ongeveer 80 mg/l aan onopgeloste bestanddelen. Op basis van de eerder beschreven praktijkproef en de vergelijking tussen berekende en gemeten effluentconcentraties is aannemelijk dat het model voor ondiepe nabezinktanks (minder dan 1,5 meter kantdiepte) een factor 2-3 te hoge waarden voorspelt (zie afbeelding 1). Derhalve zou geconcludeerd kunnen worden dat de variant met slibbuffering (en de huidige nabezinktanks) zelfs een continue aanvoer van 4.150 kubieke meter per uur kan verwerken.

Vooralsnog wordt uitgegaan van een drie uur durende piekbelasting, zodat het systeem voldoende robuust zal zijn.

Besluit en bereikte besparing

Aangezien straks in de praktijk na drie uur de verbeterd gescheiden rioolpompen in de wijk Weidevenne (Purmerend) uitgeschakeld worden, daalt het maximale RWA-debiet van 4.150 naar 3.600 kubieke meter per uur. Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier kiest voor toepassing van de variant met slibbuffer, omdat die zorgt voor een robuuste zuivering. Door de bouw van een slibbuffer kan worden afgezien van de bouw van een nieuw verdeelwerk, een extra nabezinktank en een nieuw slib retourgemaal. Hiermee bespaart het hoogheemraadschap een bedrag van ongeveer 945.000 euro. ■

Afb. 4: Concentratieverloop in de aanvoer, het retourslib en de balanswaarde (links) en in het effluent (rechts).



Afb. 5: Opbouw van de slibdeken (boven) en het stromingspatroon (onder).

