

Notitie

Contactpersoon Ronnie Berg

Datum 9 november 2016

Kenmerk N001-1244075BWP-wga-V01-NL

Technologische maatregelen bij omschakelplan rwzi Amstelveen

1 Inleiding

Binnenkort wordt er grootschalig onderhoud gepleegd aan verschillende procesonderdelen van rwzi Amstelveen. Om de werkzaamheden te kunnen uitvoeren wordt op dit moment een omschakelplan opgesteld. In dit plan staan de uit te voeren werkzaamheden beschreven en zijn de duur en tijdsplanning opgenomen. Diverse werkzaamheden worden in het omschakelplan na elkaar of gelijktijdig uitgevoerd. Tot op heden is er geen verruiming aangevraagd van de vergunningseisen. In deze notitie wordt bekeken of er ten aanzien van de effluenteisen problemen worden verwacht en indien mogelijk welke maatregelen getroffen moeten worden om aan de effluenteisen te kunnen voldoen. Daarnaast wordt ook bekeken welke ombouw-werkzaamheden gelijktijdig kunnen worden uitgevoerd.

Noot:

In deze notitie wordt gesproken over seizoenen wanneer maatregelen dan wel uitbedrijf name kan worden uitgevoerd. Deze seizoenen geven een indicatie van wanneer de maatregel biologisch gezien kan worden uitgevoerd. De afvalwatertemperatuur (zoals in bijlage 1 opgenomen) die in het betreffende seizoen zijn verwacht worden, zijn hierbij leidend. In de seizoenen zijn de volgende temperaturen gehanteerd:

- Zomermaanden: juni tot en met september en afvalwatertemperaturen $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Wintermaanden: december tot en met maart en afvalwatertemperaturen $< 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Voorjaar (april mei) en najaar (oktober november) afvalwatertemperaturen $\geq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

2 Uitgangspunten

2.1 Influentvrachten en effluentkwaliteit

Om de effecten van de ombouw van rwzi Amstelveen te kunnen bepalen, is gebruik gemaakt van de Tauw ontwerp- en terugreken tool. Aan de hand van de influentvrachten, drogestofgehalte en temperatuur in de actief-slibtanks kunnen de prestaties van de rwzi worden gesimuleerd. Het model is gekalibreerd voor de jaren 2014 tot en met 2016. In tabel 1 zijn de influentvrachten van rwzi Amstelveen opgenomen en in tabel 2 de effluentkwaliteit. Voor beide tabellen geldt dat het

een rekenkundig gemiddelde is voor de jaren 2014 tot en met 2016 (tot 22 september). Voor de overige uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 1.

Tabel 1 Jaargemiddelde influentvrachten 2014-2016

Omschrijving	Eenheid	Gemiddelde 2014 – sept. 2016
Aanvoervrachten		
CZV	kg/d	13.588
BZV	kg/d	6.782
Onopgeloste bestanddelen	kg/d	7.332
N-kjeldahl	kg/d	1.255
P-totaal	kg/d	170
Aanvoerdebiet		
Dagdebiet	m3/d	25.929
DWA-debiet	m3/h	1.500 A
RWA-debiet	m3/h	4.850 A

A) Gegevens afkomstig van Excelbestand 'ontwerpgegevens versie 2016'

Tabel 2 Langdurig jaargemiddelde effluentkwaliteit

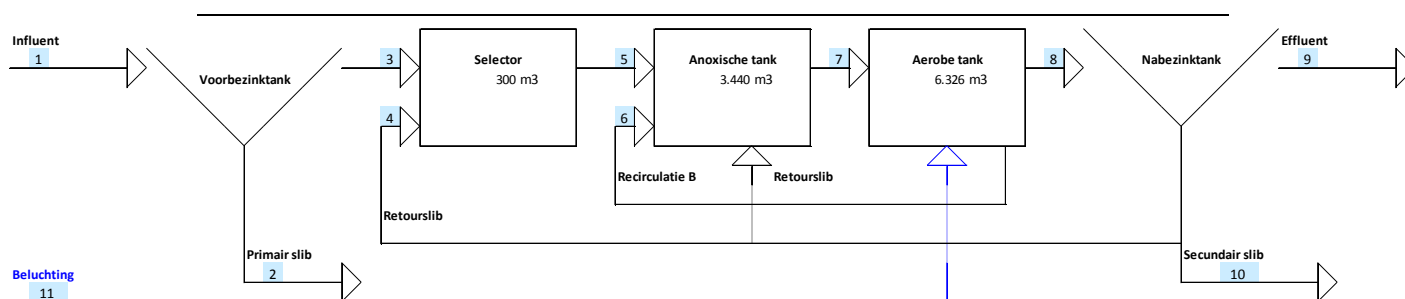
Omschrijving	Eenheid	Gemiddelde 2014 – sept. 2016	Effluenteis
Effluent			
CZV	mg/l	33,1	
BZV	mg/l	3,2	
Onopgeloste bestanddelen	mg/l	6,9	
N-kjeldahl	mg/l	3,5	
NO3-N	mg/l	5,1	
N-totaal	mg/l	8,8	< 10 ^A
P-totaal	mg/l	0,6	< 1 ^B

A Jaargemiddelde eis

B Voortschrijdend gemiddelde eis van 10 opeenvolgende metingen.

2.2 Configuratie rwzi Amstelveen

Op locatie zijn 2 soortgelijke actief-slibtanks aanwezig. De waterlijn is als volgt geconfigureerd, zie figuur 2.1. Tevens is in dit figuur het totaal volume opgenomen.



Figuur 2.1 Schematische weergave van waterlijn rwzi Amstelveen

Op locatie wordt tevens slib vergist. Door de slibafbraak komt er stikstof en fosfaat die in het slib is opgeslagen weer vrij. Het slibwater wordt na toevoeging van PE en ijzerchloridesulfaat in de filterpers ontwaterd. Door de toevoeging van ijzer wordt het fosfaat vastgelegd, stikstof gaat volledig retour naar de waterlijn. Hier is bij de kalibratie ook rekening gehouden.

De filterpers is nu vervangen voor een schroefpers. De dosering van ijzerchloridesulfaat is nu vervallen. Dit betekent dat extra fosfaat in de waterlijn moet worden vastgelegd.

2.3 Onderhoudswerkzaamheden en uitbedrijf name

Om onderhoudswerkzaamheden te kunnen uitvoeren, worden de volgende procesonderdelen uit bedrijf genomen. Voor iedere uitbedrijf name is een tijdsduur opgenomen. Een samenvatting van de onderdelen die uitbedrijf worden genomen, tijdsduur en voorwaarden zijn in tabel 3 opgenomen.

Tabel 3 Uitbedrijf name van onderdelen en tijdsduur van onderhoudswerkzaamheden

Uitbedrijf name van:	Tijdsduur	Voorwaarden
Voorbezinktank 1	2 tot 3 weken	Niet gelijktijdig met andere VBT
Voorbezinktank 2	2 tot 3 weken	Niet gelijktijdig met andere VBT
AT 1	6 weken	Alleen na elkaar uit bedrijf, niet tegelijk. Uitvoeren in zomermaanden. Mogelijk influent aftoppen
AT 2	6 weken	Alleen na elkaar uit bedrijf, niet tegelijk. Uitvoeren in zomermaanden. Mogelijk influent aftoppen
Compressor 1	Max. 2 wk doorlooptijd	Beluchting wordt in dit geval volledig uit bedrijf genomen. Voorwaarde is dat de 2 andere compressoren weer binnen 4 uur weer in bedrijf zijn.
Compressor 2	Max. 2 wk doorlooptijd	Beluchting wordt in dit geval volledig uit bedrijf genomen. Voorwaarde is dat de 2 andere compressoren weer binnen 4 uur weer in bedrijf zijn.
Compressor 3	Max. 2 wk doorlooptijd	Beluchting wordt in dit geval volledig uit bedrijf genomen. Voorwaarde is dat de 2 andere compressoren weer binnen 4 uur weer in bedrijf zijn.
Nabezinktank 1 + RSG 1	1 week óf 4 weken ^A	Nabezinktank en retourslibgemaal gelijktijdig. Mogelijk kan 1 AT op 3 NBT's
Nabezinktank 2 + RSG 2	1 week óf 4 weken ^A	Nabezinktank en retourslibgemaal gelijktijdig. Mogelijk kan 1 AT op 3 NBT's
Nabezinktank 3 + RSG 3	1 week óf 4 weken ^A	Nabezinktank en retourslibgemaal gelijktijdig. Mogelijk kan 1 AT op 3 NBT's
Nabezinktank 4 + RSG 4	1 week óf 4 weken ^A	Nabezinktank en retourslibgemaal gelijktijdig. Mogelijk kan 1 AT op 3 NBT's

A De tijdsduur van de onderhoudswerkzaamheden hangt af van de staat van de onderdelen. Wanneer veel onderhoud aan de civiele componenten dienen te worden uitgevoerd, zal de tijdsduur vermoedelijk toenemen tot 4 weken.

2.4 Huidige bedrijfsvoering en mogelijke knelpunten van onderdelen

Aan de hand van de huidige bedrijfsvoering wordt eerst bekeken welke onderdelen een restcapaciteit hebben en waar mogelijk knelpunten zijn. Er wordt gekeken naar:

1. Beluchting
2. Nabezinktanks
3. Effluentkwaliteit en aerobe sibleeftijd

Beluchting

In totaal zijn er 3 compressoren aanwezig. Deze kunnen allen gelijktijdig in bedrijf zijn. In de actief-slibtank zijn 2 verschillende beluchtingsbuizen toegepast. De buizen hebben een lengte van 0,75 meter (alleen in binnenbocht) en 1,0 meter. De leverancier heeft een bandbreedte aangegeven waarbinnen de elementen kunnen worden bedreven. Omdat er verschillende lengtes zijn toegepast is de maximale belasting per m² element oppervlak berekend, zie tabel 4.

Tabel 4 Beluchtingselementen en maximale elementbelasting

Type element	Totaal oppervlak per AT	Normale bedrijfsvoering		Max. overload /maintenance air flow rate -
		Min	Max	
	m ²	Nm ³ /m ² .h	Nm ³ /m ² .h	Nm ³ /m ² .h
TD 63/2100 ^A	10,4	12,5	56,1	93,6
TD 63/2075 ^B	133,2	14,3	57,2	95,3

A diameter 63 mm, lengte 1060 mm, aantal in AT 1.270 st

B diameter 63 mm, lengte 810 mm, aantal in AT 130 st

Zoals in voorgaande tabel is te zien is de maximale belasting ('max. overload') circa 90 Nm³/m².h. In verband met mogelijk defect raken van het element, wordt een hogere belasting afgeraden.

In 2014 is een OC-meting door Ten Hove Consultancy uitgevoerd. Het maximaal gemeten luchtdebiet is destijds vastgesteld op circa 5.700 Nm³/h per actief-slibtank. Hierbij waren er drie compressoren op maximale capaciteit in bedrijf. De 3 compressoren kunnen in totaal 11.400 Nm³/h inbrengen (en 2 compressoren 7.600 Nm³/h). Dit wordt verdeeld over 143,2 m² (totaal per AT). De maximale elementbelasting is 40 Nm³/m².h (143,2/5.700). Dit valt binnen de opgegeven normale bedrijfsvoering en is niet kritisch. Bij de OC-meting is een maximale zuurstofoverdracht van 396 kg O₂/h berekend. Dit is voor één actief-slibtank. De totale zuurstofinbreng is circa 790 kg O₂/h.

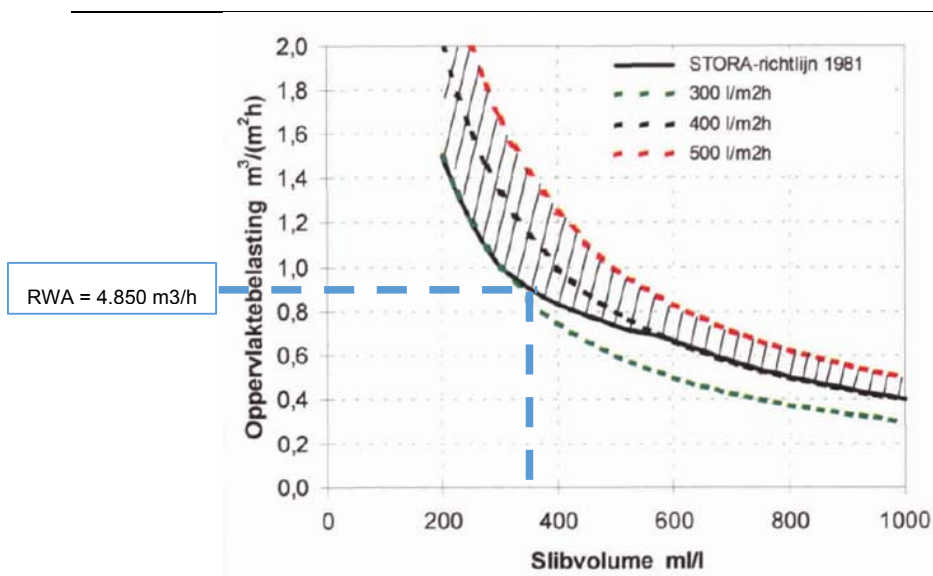
Vanuit de berekeningen blijkt dat bij DWA-omstandigheden in de zomermaanden (juni tot en met september) een zuurstofinbreng nodig is van circa 660 kg O₂/h. De opgestelde zuurstofinbreng is 790 kg O₂/h en is daarmee voldoende. Om piekaanvoeren bij RWA te kunnen verwerken moet er voldoende 'restcapaciteit' aanwezig zijn. De restcapaciteit is 20 % (790 / 660) en is relatief krap te noemen. In de wintermaanden neemt de restcapaciteit toe (in verband met hogere oplosbaarheid zuurstof) tot 40 %.

Nabezinktanks

Voor het bezinkproces zijn de oppervlaktebelasting en slibvolume van belang.

1. De oppervlaktebelasting wordt bepaald door het aanwezige nabezinktankoppervlak en het hydraulische aanvoerdebiet. Op locatie zijn 4 nabezinktanks met een diameter van 42 meter aanwezig. Het oppervlak van één nabezinktank is 1.385 m². Totaal is er circa 5.540 m² aanwezig. Het maximaal hydraulische aanvoerdebiet is 4.850 m³/h. De oppervlaktebelasting ligt op 0,88 m³/m².h.
2. Het slibvolume wordt bepaald door het slibgehalte en de slibbezinkbaarheid (SVI). In de periode 2014 – 2016 varieert de SVI tussen de 60 en 150 ml/g (zie ook bijlage 1). Gemiddeld ligt de SVI op 92 ml/g. De rwzi Amstelveen wordt op een jaargemiddeld slibgehalte van 4,8 kg ds/m³ bedreven. Daarmee varieert het slibvolume tussen de 200 en 500 ml/l en jaargemiddeld op 310 ml/l.

In de STORA richtlijn is de relatie tussen oppervlaktebelasting en slibvolume als volgt weergegeven, zie figuur 2.2.



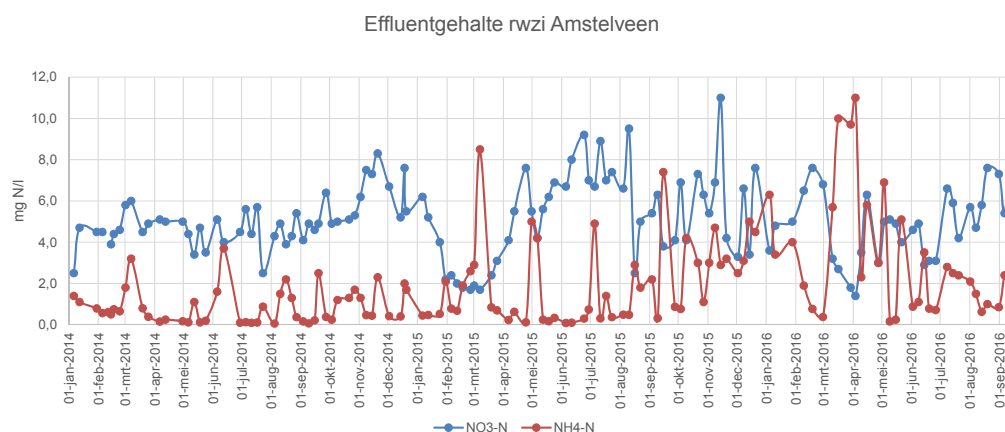
Figuur 2.2 STORA richtlijn nabezinktanks

Bij een oppervlaktebelasting van 0,88 m³/m².h is een slibvolume van maximaal 370 ml/l toelaatbaar. In de praktijk varieert het slibvolume tussen de 200 en 500 ml/l en jaargemiddeld op 310 ml/l. Gesteld kan worden dat de belasting van de nabezintanks relatief kritisch is.

In de huidige bedrijfsvoering moet voldoende aandacht zijn om de SVI voldoende laag te houden. Dit wordt gedaan door AlCl_3 te doseren in het retourslib.

Effluentkwaliteit en aerobe slijbleeftijd

De effluenteis van rwzi Amstelveen is jaargemiddelde N-totaal van 10 mg/l en voortschrijdend jaargemiddelde P-totaal van 1 mg P/l. In de afgelopen jaren (2014-2016) is een effluentkwaliteit van 8,8 mg N/l en 0,6 mg P/l gehaald. De variatie in de effluentkwaliteit is in figuur 2.3 weergegeven.



Figuur 2.3 Effluentgehalte rwzi Amstelveen

Zoals in figuur 2.3 is te zien, dat de concentratie $\text{NH}_4\text{-N}$ soms aanzienlijk is. Dit kan enerzijds te maken hebben met een tekort aan beluchtingscapaciteit of anderzijds aan een te kort aan aerobe slijbleeftijd. Een tekort aan aerobe slijbleeftijd speelt vooral in de wintermaanden (vaak van langere duur) en beluchtingscapaciteit vooral in de zomermaanden (juni t/m sept). Qua belasting kan ieder geval gesteld worden dat de zuivering volbelast is en weinig reservecapaciteit heeft.

Dit voorgaande blijkt ook uit de modellering. De zuivering presteert namelijk beter dan mag worden verwacht (op basis van de standaard HSA-waarden). Om de berekende effluentkwaliteit overeen te laten komen met de praktijkwaarden (fitten) moesten standaard HSA-waarden aangepast worden (kinetiek van biologie is aangepast). De aangepaste waarden hebben betrekking op de aerobe slijbgroei en de opbrengst van de denitrificerende bacteriën. Vanuit de modellering blijkt ook dat er betrekkelijk weinig speling is qua aerobe slijbleeftijd. In de wintermaanden is het slijbgehalte van 4,6 - 4,8 kg ds/m³ (bij ontwatering uit - aan) nodig voor het behoud van de nitrificatie.

Conclusie:

Vanuit het voorgaande kan het volgende worden geconcludeerd:

- De restcapaciteit van de beluchting is relatief krap om piekaanvoeren te kunnen verwerken
- De belasting van de nabezinktanks is kritisch. Strakke sturing op de SVI is nodig om overbelasting te voorkomen
- De biologie is volbelast, er is weinig/nauwelijks reservecapaciteit aanwezig

3 Knelpunten bij onderhoudswerkzaamheden en voorkeursmaatregelen

3.1 Inleiding

Als eerste wordt er gekeken welke maatregelen er getroffen moeten worden bij uitbedrijf name van een voorbezinktank (paragraaf 3.2), daarna die van nabezinktanks (paragraaf 3.3) en daarna de actief-slibtanks (paragraaf 3.4). Tot slot wordt er gekeken naar het gelijktijdig uit bedrijf nemen van procesonderdelen (paragraaf 3.5).

In deze paragraaf is kwalitatief bekeken welke maatregelen kansrijk zijn. Per kansrijke maatregel is bekeken welk effluentgehalte per maand gehaald zou kunnen worden. Dit om een beeld te kunnen vormen wanneer de werkzaamheden uitgevoerd zouden moeten worden. In hoofdstuk 4 is een aanzet gedaan naar de verwachte effluentkwaliteit.

3.2 Uitbedrijfname van 1 voorbezinktank (2 AT's en 4 NBT's in bedrijf)

Op locatie zijn 2 voorbezinktanks aanwezig. Al het afvalwater dat binnenkomt, wordt verdeeld over deze 2 voorbezinktanks. Wanneer één van de voorbezinktanks uit bedrijf wordt genomen, zal al het afvalwater via één voorbezinktank worden geleid. Hierdoor neemt de oppervlaktebelasting van de inbedrijf zijnde voorbezinktank fors toe. Momenteel is de oppervlaktebelasting ruim $2 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ bij RWA. Dit zal dus toenemen naar ruim $4 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$. Tegenwoordig worden de voorbezinktanks op een belasting van $4 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ontworpen. Verwacht wordt dat de hogere belasting nauwelijks effect heeft op het verwijderingsrendement van de voorbezinktank.

De hoeveelheid onopgeloste bestanddelen die afgevoerd wordt, neemt voor de in bedrijf zijnde voorbezinktank fors toe. De pompcapaciteit van de primair slibpompen moeten dit wel kunnen verwerken. Er zijn drie primair slibpompen opgesteld waarvan 1 reserve is. In totaal is een capaciteit van dus $135 \text{ m}^3/\text{h}$ opgesteld. Uitgaande van een slibgehalte van $6 \text{ kg ds}/\text{m}^3$ dan kan er $810 \text{ kg ds}/\text{h}$ worden onttrokken. Als deze pompen continu in bedrijf zijn dan kan er in totaal

19.440 kg ds/d worden onttrokken. De primair slibproductie was in de afgelopen jaren circa 4.700 kg ds/d. Dit betekent dat de pompen slechts 25% van de tijd hoeven te draaien en er dus ruim voldoende capaciteit staat opgesteld. Voorkomen moet worden dat het primair slib te veel inklinkt en hierdoor niet verpompbaar is. De loop-wachttijden van de primair slibpompen zullen moeten worden aangepast (langere looptijd).

Om piekaanvoeren bij RWA te kunnen verwerken moet er voldoende beluchtingscapaciteit aanwezig zijn. Deze blijkt nu al redelijk klein te zijn en neemt nog verder af bij overstorten/uitspoelen van een voorbezinktank. Aandachtspunt is de beluchtingscapaciteit, maar ook de aerobe slibleeftijd (voor behoud van nitrificatie). Deze zijn beiden nu al vrij kritisch. Mocht het rendement van de voorbezinktank door de hogere belasting toch afnemen, dan wordt alles nog kritischer.

Een hoge afvalwatertemperatuur heeft voordelen voor de aerobe slibleeftijd, maar nadelen op de beluchtingscapaciteit. Een middenweg is hiervoor het best. Derhalve heeft het uitvoeren van de werkzaamheden de voorkeur in het voorjaar (april, mei) of najaar (oktober, november).

Conclusie

Bij uitbedrijfname van één van de voorbezinktanks hoeft de bedrijfsvoering van de biologie niet te worden gewijzigd (blijvend sturen op SVI <100 ml/g en slibgehalte 4,8 kg ds/m³). De effluentkwaliteit zal bij uitvoering van deze werkzaamheden niet/nauwelijks worden beïnvloedt. Het geniet de voorkeur om de werkzaamheden in het voorjaar (april, mei) of najaar (oktober, november) uit te voeren.

3.3 Uitbedrijfname van 1 nabezinktank en bijhorend retourslibgemaal (2 VBT's en 2 AT's in bedrijf)

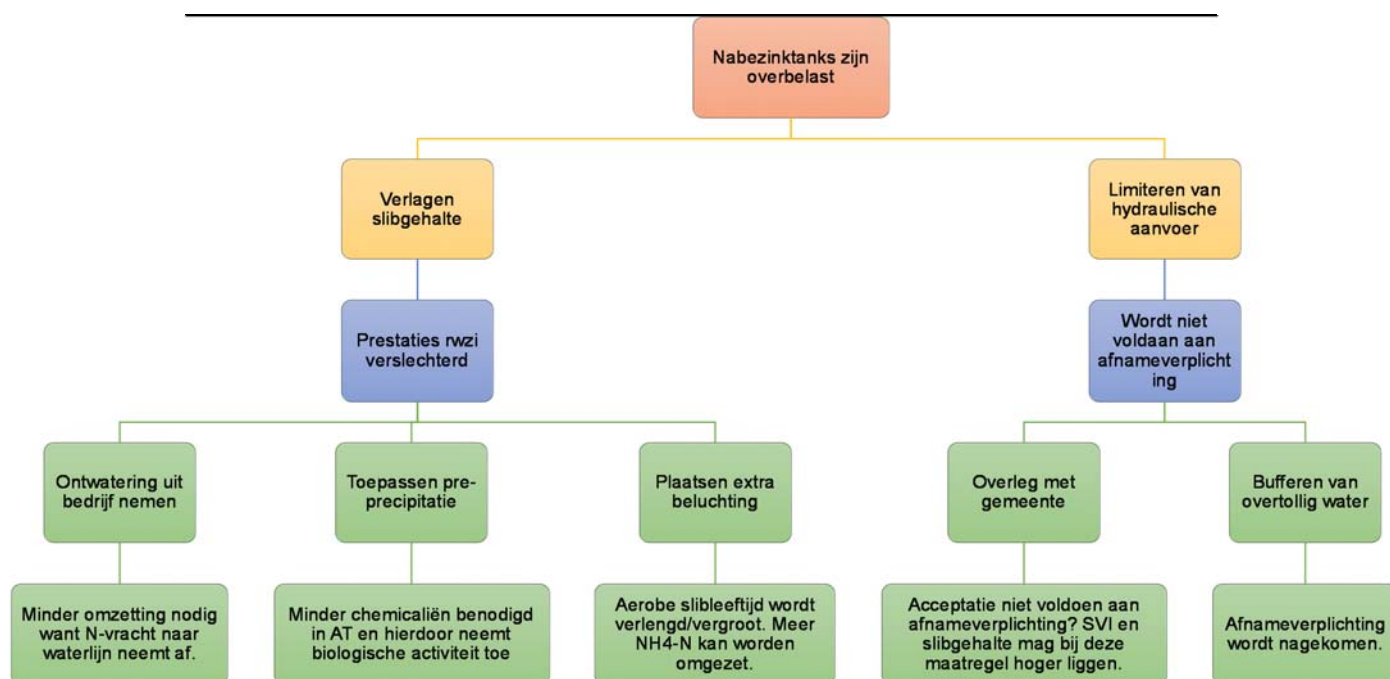
De huidige nabezinktankcapaciteit is kritisch. Het uitbedrijf nemen van één nabezinktank kan niet zonder extra maatregelen te treffen. Gedacht moet worden aan:

- Verlagen van het slibgehalte en het in de hand houden van de SVI door toevoeging van AlCl₃
- Limiteren van de maximale hydraulische aanvoer (evt. gecombineerd met het verlagen van slibgehalte)

De bovenstaande maatregelen hebben echter ook weer gevolgen. Door het verlagen van het slibgehalte¹ nemen de prestaties af en hierdoor neemt de druk op het halen van de effluenteisen toe. En door de hydraulische aanvoer te beperken wordt niet meer aan de afnameverplichting voldaan.

¹ Voor het behoud van de nitrificeerders mag het slibgehalte niet te laag worden ingesteld. Dit speelt vooral bij een lage afvalwatertemperatuur (<12 C) zoals in de wintermaanden (december tot en met maart). Bij een hoge afvalwatertemperatuur (>15 C) is dit minder kritisch.

Om deze problemen te kunnen ondervangen, kunnen ook weer andere maatregelen worden toegepast. In figuur 3.1 zijn de probleemstelling, te treffen maatregelen en het effect daarvan samengevat.



Figuur 3.1 Mogelijke maatregelen voor ontlasten nabezinktanks

Selectie en toelichting van kansrijke maatregelen:

- **Ontwatering uitbedrijf nemen**

Door de ontwatering uit bedrijf te nemen vermindert de N-vracht naar de waterlijn met circa 50 tot 75 kg N/d. Deze hoeveelheid is relatief klein. Alleen toepassing van deze maatregel heeft dus onvoldoende effect. Wanneer de slijbleeftijd kritisch is, kan de waterlijn wel worden ontlast en kan deze maatregelen wel duidelijke voordelen bieden. Groot nadeel is dat er extra transporten nodig zijn voor het transporteren van het uitgegiste (dunne) slijb. Hierdoor zullen de afvoerkosten fors toenemen.

- **Toepassen pre-precipitatie**

Door toepassing van pre-precipitatie neemt het verwijderingsrendement van de voorbezinktank toe. Het effect van pre-precipitatie beïnvloedt de waterlijn zowel positief als negatief. Groot nadeel is dat door pre-precipitatie meer BZV wordt afgevangen. Hierdoor

wordt de N-verwijdering bemoeilijkt (BZV/N-verhouding verslechterd). Een te hoge dosering in de voorbezinktank wordt afgeraden i.v.m. te veel wegvangen van BZV en dus het bemoeilijken van de N-verwijdering. Positief is dat er minder onopgeloste bestanddelen naar de actief-slibtank worden afgevoerd en hierdoor de slibproductie afneemt (toename aerobe sibleeftijd). De actief-slibtank kan hierdoor op een lager slibgehalte worden bedreven. De nabezinktanks worden in dat geval minder hoog belast. Fosfaat wordt chemisch vastgelegd maar ook biologisch (standaard 2%) opgenomen. Aangezien de slibproductie verlaagd wordt, zal de biologische opname ook worden gereduceerd. Dit kan echter worden gecompenseerd door de dosering van de metaalzouten in de voorbezinktank en actief-slibtank. De dosering in de actief-slibtank kan zelfs iets lager worden ingesteld. Het aandeel chemisch slib zal daardoor iets afnemen en de biologische activiteit iets verder toenemen.

- **Plaatsen extra beluchting**

Wanneer de werkzaamheden in wintermaanden plaatsvinden, dan is de aerobe sibleeftijd beperkend. De actief-slibtank heeft een relatief groot anoxisch volume. In deze tank kan extra beluchting worden geplaatst. Echter, deze beluchting zal ook in bedrijf zijn bij DWA-omstandigheden met als gevolg minder denitrificatiecapaciteit. Hierdoor zal de effluentkwaliteit fors verslechteren. Het beluchten van het anoxisch volume tijdens DWA heeft om deze reden niet de voorkeur.

- **Limiteren van de hydraulische aanvoer**

Als het drogestofgehalte en de SVI ongewijzigd blijft dan zijn de nabezinktanks overbelast. Door de aanvoer te limiteren kan de belasting naar de nabezinktanks worden verlaagd. Tussen het maximaal aanvoerdebiet, SVI en drogestofgehalte van de actief-slibtank is een relatie. Dit is hierna verder toegelicht.

De kansrijke maatregelen lijken:

- Het verlagen van het slibgehalte, eventueel gecombineerd met ontwatering uit bedrijf nemen en/of toepassen van pre-precipitatie
- Limiteren van de hydraulische aanvoer

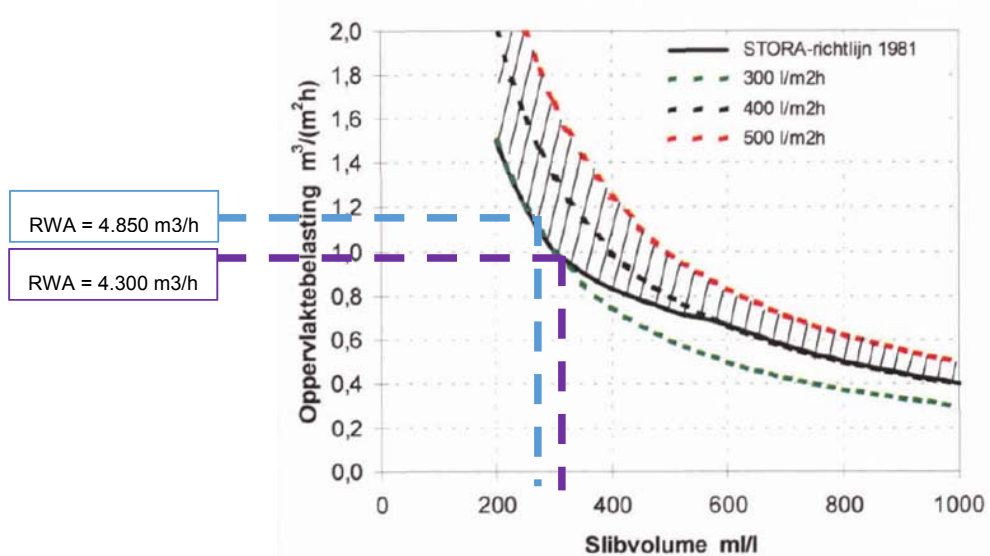
Wat het effect van deze maatregelen is, is hierna verder uitgewerkt.

Maatregelen

Bij drie nabezinktanks in bedrijf (1 uit bedrijf) is het totale nabezinktankoppervlak circa 4.155 m². Bij een hydraulisch aanvoerdebiet van 4.850 m³/h is de oppervlaktebelasting 1,17 m/h. De maximaal toelaatbare slibvolume is dan conform de STORA-richtlijn 260 ml/l (zie blauwe lijn in figuur 3.2).

Aanvoerdebiet verlagen

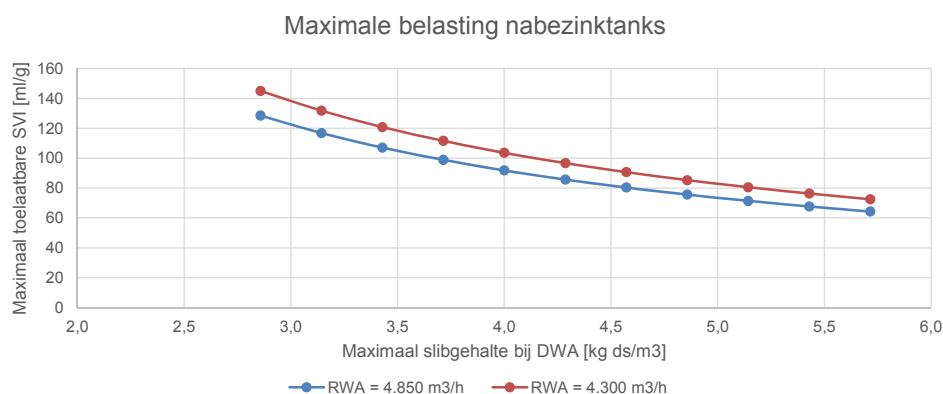
Stel dat het aanvoerdebiet verlaagd kan worden naar 4.300 m³/h (aanname!) dan neemt het toelaatbare slibvolume toe naar 290 ml/l. Het voorgaande is in figuur 3.2 weergegeven.



Figuur 3.2 STORA richtlijn nabezinktanks

De SVI en het slibgehalte bepalen het slibvolume. Op basis van de oppervlaktebelasting kan worden berekend wat (bij DWA²) het toelaatbare slibgehalte is en bijhorende SVI. Dit is weergegeven in figuur 3.3.

² Uitgegaan dat 30 % van het slib wordt gebufferd in de nabezinktanks



Figuur 3.3 Maximale belasting nabezinktanks bij verschillende aanvoerdebieten

Bij het huidige slibgehalte (4,8 kg ds/m³) is bij een RWA-debiet van 4.850 en 4.300 m³ de maximaal toelaatbare SVI respectievelijk 76 en 85 ml/g. Hoewel in dit voorbeeld het aanvoerdebiet met ruim 500 m³/h is verminderd, mag de SVI slechts 10 ml/g hoger liggen. Dit is relatief weinig. Alleen verlaging van het aanvoerdebiet lijkt dan ook onvoldoende perspectief te hebben.

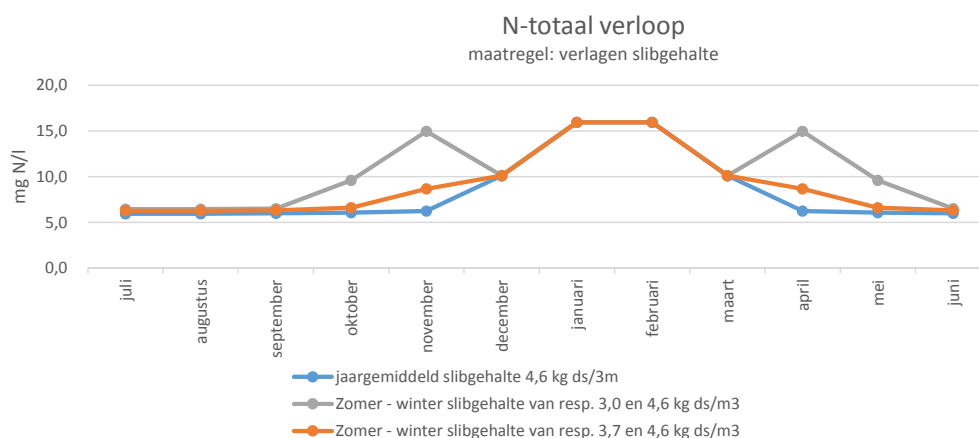
Verlagen slibgehalte en/of verlagen SVI door toevoeging AlCl₃

Om de nabezinktanks te ontlasten kan ook met een lager slibgehalte worden gewerkt. Echter, moet voor behoud van de nitrificatie de aerobe slijbleeftijd dan wel voldoende blijven. De mate waarin het slibgehalte kan worden verlaagd, hangt af van de afvalwatertemperatuur. Hierna volgt een toelichting op de zomer- en wintermaanden.

- In de wintermaanden is de aerobe slijbleeftijd kritisch. Verdere verlaging van het slibgehalte zal leiden tot een tekort aan aerobe slijbleeftijd met ammoniumlozing als gevolg. Afgelopen winter was bijvoorbeeld de SVI 150 ml/g. Om deze SVI met 3 nabezinktanks te kunnen verwerken, moet het slibgehalte ruim onder de 3 kg ds/m³ worden ingesteld. Dit ligt ver beneden de 4,6-4,8 kg ds/m³ die nodig is voor het behoud van de nitrificatie. Het verlagen van het slibgehalte in de wintermaanden kan dus niet zonder dat aanvullende maatregelen te treffen (zoals pre-precipitatie). Naast het verlagen van het slibgehalte kan ook de SVI verder worden verlaagd (door toevoeging van AlCl₃). Bij een slibgehalte van 4,6-4,8 kg ds/m³ moet de SVI < 80 ml/g zijn. Dit lijkt gedurende de wintermaanden in de praktijk moeilijk te realiseren. Daarmee lijkt het niet realistisch om de nabezinktanks in de wintermaanden uitbedrijf te nemen.
- In de zomermaanden is de aerobe slijbleeftijd minder kritisch. De SVI varieert per jaar sterk. Bij 3 nabezinktanks in bedrijf en een SVI van 80 ml/g mag het slibgehalte maximaal 4,6 kg

ds/m³ zijn. In de zomermaanden is dit voor de aerobe slijleefijd ruim voldoende. Vanuit de praktijk blijkt dat door een strakke sturing op de SVI en AlCl₃-dosering het mogelijk is om ook deze SVI (in de zomermaanden) te kunnen halen. Gekozen kan worden om het slibgehalte eventueel verder te verlagen tot een minimum van 3,0 kg ds/m³. Bij dit slibgehalte mag de SVI 120 ml/g bedragen. Een dergelijk laag slibgehalte heeft echter wel veel effect op de effluentkwaliteit.

In figuur 3.4 is het verschil in N-totaal te zien tussen een slibgehalte van 3,0 / 3,7 en 4,6 kg ds/m³. Voor iedere lijn geldt dat in de wintermaanden de rwzi weer de normaal bedrijfsvoering volgt, ofwel 4 NBT's in bedrijf en een slibgehalte van 4,6 kg ds/m³.



* in dit voorbeeld is de ontwatering uitbedrijf genomen

Figuur 3.4 N-totaal verloop bij maatregel verlagen slibgehalte

In dit figuur is te zien dat vooral in de maanden oktober, november + april, mei de effluentkwaliteit verschilt. Hoe lager het slibgehalte is ingesteld des te slechter de effluentkwaliteit. In de zomermaanden is het verschil beperkt. Het is nog niet bekend wanneer de werkzaamheden aan de nabezinktank worden uitgevoerd. Voorkeur is om dit in de zomermaanden (juni t/m sept en afvalwatertemperaturen >20 C) te doen. Dan kan het slibgehalte voldoende laag worden ingesteld en is de SVI minder kritisch. In deze periode hebben de werkzaamheden ook het minste invloed op de effluentkwaliteit.

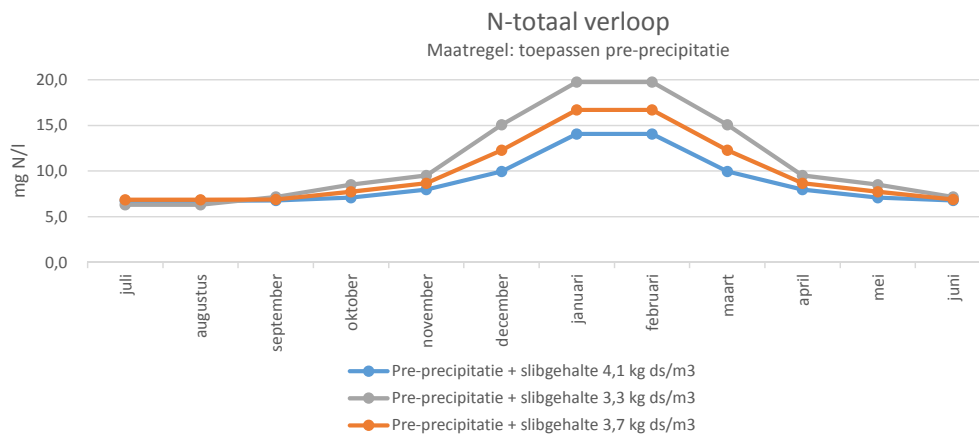
Pre-precipitatie

Door toepassing van pre-precipitatie neemt het verwijderingsrendement in de voorbezinktank toe. Om de N-verwijdering niet te bemoeilijken is (bij de modellering) een beperkte dosering toegepast

(ME/P = 0,16 ofwel 2 mg Fe/l). De chemicaliëndosering in de actief-slibtank blijft nodig. Doordat het rendement op onopgeloste bestanddelen toeneemt, neemt de biologische slibproductie af. Als gevolg daarvan neemt de aerobe slibleeftijd toe. Er is in de wintermaanden meer speling qua toe te passen slibgehalte. De haalbare SVI bepaalt het toegepaste slibgehalte. In tabel 5 is de SVI en drogestofgehalte weergegeven. In figuur 3.5 is bij de verschillende slibgehaltenes het N-totaal verloop weergegeven.

Tabel 5 Maximaal toelaatbaar drogestofgehalte bij SVI

SVI [ml/g]	Maximaal toelaatbaar DS [kg ds/m ³]
110	3,3
100	3,7
90	4,1



* in dit voorbeeld is de ontwatering uitbedrijf genomen

Figuur 3.5 N-totaal verloop bij maatregel toepassen pre-precipitatie

In voorgaande figuur is te zien, dat zelfs bij pre-precipitatie het slibgehalte in de wintermaanden relatief hoog moet worden ingesteld om een voldoende lage N-totaal te kunnen halen. Hoewel het nog niet bekend is wanneer de werkzaamheden aan de nabezinktank worden uitgevoerd kan wel gesteld worden dat de N-totaal te hoog wordt en dat mogelijk niet aan de N-totaal effluenteis kan worden voldaan. In de zomermaanden (juni t/m sept en afvalwatertemperaturen > 20 C) kan

daarentegen wel een voldoende lage effluent worden gehaald. Derhalve heeft het de voorkeur om de werkzaamheden in de zomermaanden uit te voeren.

Samenvatting maatregelen

Vanuit het voorgaande kan het op het volgende worden geconcludeerd, zie tabel 6:

Tabel 6 Samenvatting maatregelen bij uitbedrijfname nabezinktank en bijhorend retourslibgemaal

Omschrijving maatregel	Kansrijk?	Benodigde DS [kg ds/m ³]	Maximaal toelaatbare SVI [ml/g]	Voldoende nabezinktank-capaciteit?
Ontwatering uit bedrijf nemen	Ja, echter beperkte invloed. Alleen toepassing van deze maatregel heeft onvoldoende effect.	NB	NB	NB
Verlagen slibgehalte	Ja, alleen mogelijk in zomermaanden. Wintermaanden is slibleeftijd kritisch.	Zomer >3,0 en bij 4,6 winter >4,6*	<120 <80 <80	Ja
Toepassen pre-precipitatie	Ja, mogelijk in zomer en wintermaanden. In wintermaanden is N-totaal hoog waardoor het mogelijk is dat de effluenteis niet wordt gehaald.	Winter > 4,1	<90	Ja
Plaatsen extra beluchting	Nee, het plaatsen van extra elementen vraagt (te)veel aanpassingen.	NB	NB	NB
RWA aanvoer afvlakken	Ja, alleen te weinig effect	4,8	<85 (bij 4.300 m ³ /h)	Ja

NB = niet bepaald

* I.c.m. ontwatering uitbedrijf nemen

Conclusie:

Werkzaamheden in **zomermaanden** uitvoeren met als maatregel voor ontlasten van nabezinktanks het verlagen van het slibgehalte. Wanneer N-totaal 'te ver' oploopt overwegen om aanvullend pre-precipitatie toe te passen (back-up).

3.4 Uitbedrijfname van 1 actief-slibtank (2 VBT's en 4 NBT's in bedrijf)

De biologische capaciteit is relatief krap. Waternet stelt als voorwaarde dat de werkzaamheden aan de actief-slibtank in de zomermaanden dienen te worden uitgevoerd. Om blijvend te kunnen voldoen aan de effluenteisen zijn extra maatregelen nodig. De maatregelen moeten gericht zijn op:

- Het ontlasten van de biologie
- Vergroten biologische capaciteit

Aangezien één actief-slibtank gebruikt wordt om al het afvalwater te verwerken, dient sowieso rekening te worden gehouden met de beluchtingscapaciteit. Gekeken moet worden naar de maximale elementbelasting en de maximale zuurstofinbreng. Aangezien dit effect kan hebben op de te treffen maatregelen, wordt eerst naar dit aspect gekeken.

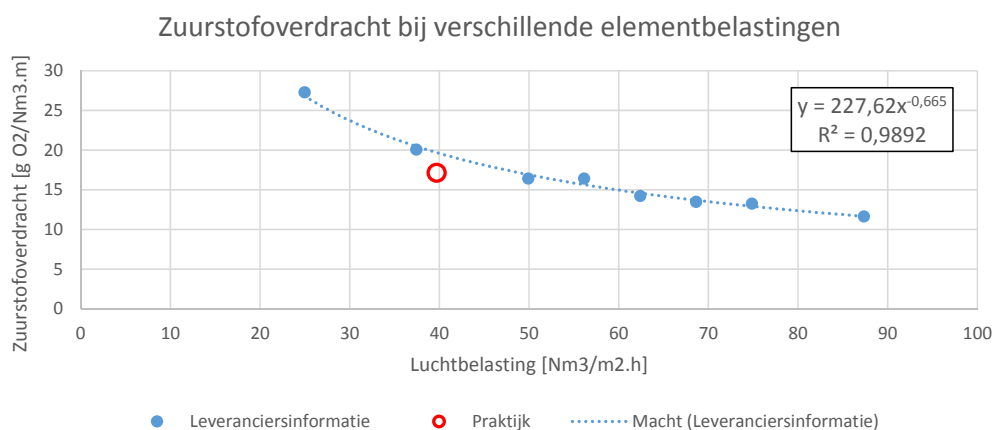
Beluchting

Wanneer één actief-slibtank uit bedrijf is, kunnen meerdere compressoren de inbedrijf zijnde AT voorzien van lucht. Voorkomen moet worden dat de beluchtingselementen over worden belast en hierdoor defect raken (scheuren). Navolgend is gekeken of de elementen overbelast worden (waarde 'max overload' overschrijden).

- Bij 2 compressoren in bedrijf wordt er 7.600 Nm³/h ingebracht en is de elementbelasting 53 Nm³/m².h
- Bij 3 compressoren in bedrijf wordt er 11.400 Nm³/h ingebracht en is de elementbelasting 80 Nm³/m².h

In beide gevallen ligt de belasting onder de maximale belasting ('max. overload'). Alle compressoren kunnen dus op vollast in bedrijf zijn zonder de elementen over te belasten.

De hogere belasting van de elementen heeft echter wel effect op de zuurstofoverdracht. Hoe hoger de belasting des te lager de zuurstofoverdracht. Bij oplevering van de installatie heeft de leverancier aangegeven wat de zuurstofoverdracht is bij verschillende elementbelastingen. Deze is in figuur 3.6 opgenomen. Deze waarden kunnen door veroudering van de membranen wel afwijken van de praktijk. Om deze reden is de zuurstofoverdracht die Ten Hove Consultancy bij de OC-meting heeft berekend (gemiddeld 17 g O₂/Nm³.m (schoonwater)), ook opgenomen.



Figuur 3.6 Leveranciersinformatie van zuurstofoverdracht bij verschillende elementbelasting

Conform leveranciersinformatie neemt de zuurstofoverdracht bij een elementbelasting van 53 en 80 af naar respectievelijk 16,2 en 12,4 g O₂/Nm³.m, ofwel een vermindering van respectievelijk 17 en 37 %.

In de praktijk zijn de prestaties 15 % lager dan de leveranciersinformatie. Bij de OC-meting is namelijk een efficiency van 17 g O₂/Nm³.m berekend in plaats van de 20 g O₂/Nm³.m. De zuurstofinbrengenefficiency en de zuurstofinbreng is in navolgende tabel samengevat.

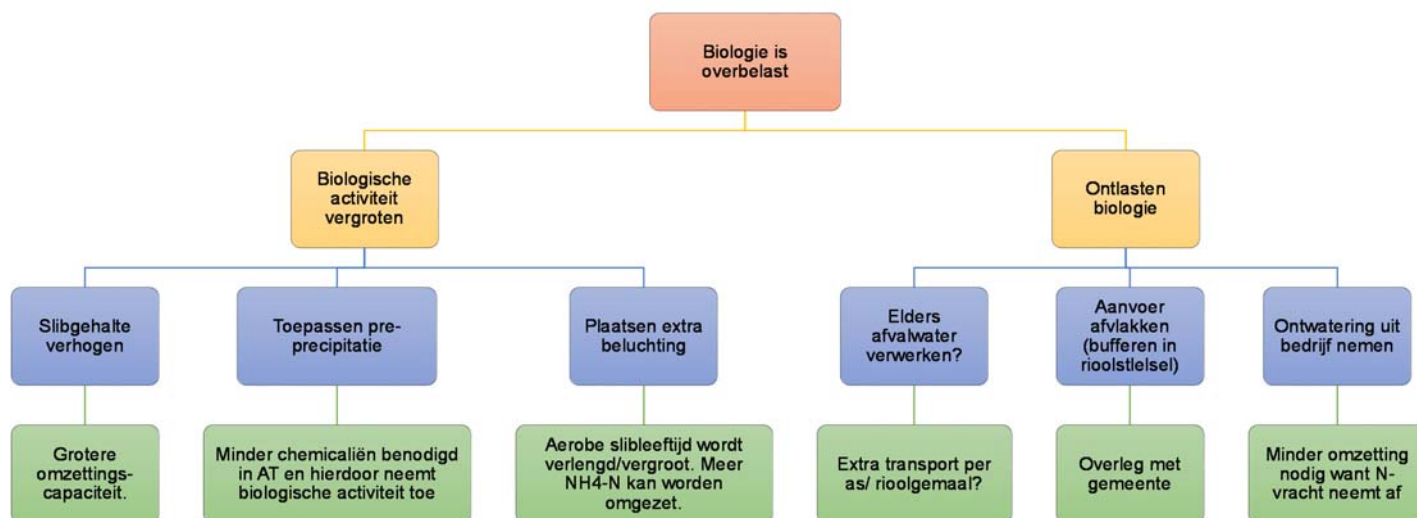
Tabel Zuurstofinbrengenefficiency en zuurstofinbreng

Omschrijving	Eenheid	2 Compressoren	3 Compressoren
Luchtinbreng	Nm ³ /h	7.600	11.400
Elementbelasting	Nm ³ /m ² .h	53	80
Zuurstofinbreng conform leverancier	g O ₂ /Nm ³ .m	16,2	12,4
Vermindering van efficiency a.g.v. veroudering	%	15	15
Inbrengrendement praktijk	g O ₂ /Nm ³ .m	13,8	10,5
Zuurstofinbrengcapaciteit	kg O ₂ /h	455	522

Zoals in voorgaande tabel is te zien, is de zuurstofinbrengcapaciteit bij 2 compressoren in bedrijf 455 kg O₂/h en bij 3 compressoren in bedrijf 522 kg O₂/h. Dit terwijl bij de normale bedrijfsvoering (2 AT's in bedrijf + 3 compressoren) een luchtinbreng van circa 660 kg O₂/h nodig is (zie ook paragraaf 2.4). Zoals in paragraaf 2.4 al geconcludeerd is, is de beluchting in de zomermaanden krap. Dit wordt alleen maar erger wanneer één AT in bedrijf is. De daadwerkelijk benodigde zuurstofinbreng hangt echter af van de gekozen maatregel. De benodigde zuurstofinbreng wordt per maatregel bekeken.

Maatregelen

In figuur 3.7 zijn de probleemstelling, te treffen maatregelen en het effect daarvan samengevat.



Figuur 3.7 Mogelijke maatregelen voor ontlasten biologie

Selectie en toelichting van kansrijke maatregelen:

- **Slibgehalte verhogen**

Aangezien er slechts één actief-slibtank is en alle vier nabezinktanks beschikbaar zijn, kan het drogestofgehalte worden verhoogd. Hierdoor kan een grotere omzetting worden verkregen. Een hoger drogestofgehalte heeft daarentegen wel effect op de zuurstofvraag. Omdat er meer nitraat wordt omgezet, kan de hogere zuurstofvraag van het slib voor een gedeelte worden gecompenseerd.

- **Toepassen pre-precipitatie**

Zie ook toelichting bij maatregelen uitbedrijf name NBT.

- **Plaatsen extra beluchting**

Extra beluchting is alleen nodig wanneer of onvoldoende lucht kan worden ingebracht of er onvoldoende aerobe slibleeftijd is. Waternet heeft als voorwaarde opgegeven dat de werkzaamheden in de zomerperiode worden uitgevoerd. De aerobe slibleeftijd is dan niet kritisch (omzettingssnelheid is voldoende hoog). Daarentegen moet wel gekeken worden of de zuurstofinbreng voldoende is. Mocht dit problematisch zijn, dan kan beluchting worden bijgeplaatst in de anoxische zone. Hierdoor zal het nitraatgehalte echter wel gaan toenemen.

- **Elders afvalwater verwerken**

Het afvalwater kan niet via een rioolgemaal naar een andere zuiveringsinstallatie worden getransporteerd. Hiervoor zouden transportwagens kunnen worden ingezet. Transport per as is echter te duur en is daarom niet verder uitgewerkt.

- **Aanvoer afvlakken (bufferen in rioolstelsel)**

Een meer gelijkmatige aanvoer van het afvalwater naar de zuiveringsinstallatie bevordert mogelijk de prestaties. Bij DWA dagen is de gemiddelde verblijftijd echter al ruim een dag. Debietverschillen die over de dag voorkomen zullen worden uitgebufferd in de actief-slibtank. Derhalve wordt verwacht dat het afvlakken van de aanvoer onvoldoende effect heeft.

- **Ontwatering uit bedrijf nemen**

Zie ook toelichting bij maatregelen uitbedrijf name NBT.

De aanvoer afvlakken en/of elders afvalwater verwerken is niet kansrijk. De ontwatering uit bedrijf nemen heeft onvoldoende effect, maar kan wel gekozen worden om de biologie iets te ontlasten qua N-vracht. Aangezien er een beperkt volume beschikbaar is, is het logisch om deze stap te nemen. De uitkomsten die in deze paragraaf zijn beschreven zijn met uit bedrijfsname van de ontwatering. In hoofdstuk 4 wordt gekeken naar het effect tussen in/uit bedrijf zijn van de ontwatering.

Maatregelen

Slibgehalte verhogen

Voor het uitvoeren van de onderhoudswerkzaamheden zal één AT wordt leeg gezet en hiervoor dient het slib versneld te worden onttrokken. Ook kan het slib in de ander AT worden ingebracht.

Dit zorgt automatisch tot een hoger slibgehalte en hierdoor lijkt deze stap dan ook een logisch. Om voldoende nitrificatie te verkrijgen dient het slibgehalte (bij temp >15 C) groter te zijn dan 5,8 kg ds/m³. Bij dit slibgehalte mag de SVI niet groter zijn dan 90 ml/g anders worden de nabezinktanks overbelast³. Vanuit de praktijk blijkt dat dit haalbaar moet zijn met de huidige AlCl₃-dosering in het retourslib.

Bij DWA-omstandigheden is de benodigde zuurstofinbreng circa 550 – 575 kg O₂/h (een en ander afhankelijk van de temperatuur in AT). Bij RWA neemt de zuurstofvraag toe. De maximale zuurstofinbreng is conform eerdere berekening 522 kg O₂/h. Dit betekent dat de luchtinbreng zelfs bij DWA omstandigheden krap is. Bij DWA kan namelijk net een zuurstofgehalte van 1,6 mg/l worden gehaald. Bij RWA-omstandigheden zal er versneld meer afvalwater naar de rwzi worden aangevoerd. Bij vrij een vervalstelsel ligt dit op 20-30 % en bij persleiding ligt dit nog hoger. Bij RWA-omstandigheden zal er door de beperkte zuurstofinbrengcapaciteit geen volledige omzetting kunnen plaatsvinden. Het zuurstofgehalte loopt namelijk terug tot < 0,5 mg/l. Deze situatie is ongewenst en oncontroleerbaar en om deze reden dient beluchting bijgeplaatst te worden.

Toepassen pre-precipitatie

Om extra reserve te kunnen krijgen in de beluchting kan overwogen worden om pre-precipitatie toe te passen. Immers wordt de aanvoervrachten naar de biologie hierdoor verder verlaagd, neemt hierdoor de aerobe slibleeftijd toe en kan de AT op een lager drogestofgehalte worden bedreven. Voordeel is dat de SVI dan ook weer minder kritisch komt te liggen. Het slibgehalte dat toegepast kan worden hangt af van de SVI en beluchtingscapaciteit. Er is met verschillende slibgehaltenes gerekend en bij iedere berekening blijkt de beluchtingscapaciteit krap te zijn. Telkens ligt de benodigde zuurstofinbreng bij DWA-omstandigheden in ordegrootte 510 - 535 kg O₂/h. Dit betekent dat de 3 compressoren op volledige capaciteit moet draaien om bij DWA de luchtinbreng net te kunnen voorzien. Ook bij deze maatregel geldt dat bij RWA-omstandigheden het zuurstofgehalte terugloopt tot < 0,5 mg/l. Deze situatie is ongewenst en oncontroleerbaar en om deze reden dient in ieder geval beluchting bijgeplaatst te worden. Om de zuurstofvraag zoveel mogelijk te beperken is het aan te bevelen de werkzaamheden zo kort mogelijk in hoogzomerperiode (T 22 C) uit te voeren.

³ Bij 4 nabezinktanks in bedrijf ligt de maximale oppervlaktebelasting op circa 0,9 m/h en het maximaal toelaatbare slibvolume op 370 ml/l. Bij RWA wordt 30 % van het slib gebufferd in de nabezinktanks en ligt het slibgehalte in de AT op 4 kg ds/m³ (=5,8x(1-0,3)). De maximaal toelaatbare SVI is 90 ml/g (370/4).

Noot:

Van beide AT's wordt de beluchting vervangen. Bij de eerste AT doet de hiervoor beschreven situatie zich voor. Wanneer omgeschakeld wordt van de een naar de andere AT zal de lucht ingebracht worden via de nieuwe beluchtingselementen. Deze beluchtingselementen hebben een hogere zuurstofinbrengsefficiëntie. Ter indicatie bij een luchtinbreng van 5.700 Nm³/h is de inbrengsefficiëntie 20 g O₂/Nm³.m (tegenover de gemeten 17 g O₂/Nm³.m bij de buisbeluchting). Bij deze belasting kan circa 500 kg O₂/h worden ingebracht. De nieuwe elementen kunnen ook belast worden met 11.400 Nm³/h dan ligt de elementbelasting namelijk op 5,6 Nm³/h (11.400/2028). De maximale belasting is 7 Nm³/h. De zuurstofinbreng is bij de 2 de AT uit bedrijf minder kritisch.

Samenvatting

Kort samengevat komt het op het volgende neer, zie tabel 7:

Tabel 7 Samenvatting maatregelen uitbedrijf name van 1 actief-slibtank

Omschrijving maatregel	Kansrijk?	Benodigde DS [kg ds/m ³]	Maximaal toelaatbare SVI [ml/g]	Voldoende beluchting?
Slibgehalte verhogen	Ja, alleen mogelijk in zomermaanden	5,5*	< 90*	Nee
Toepassen pre-precipitatie	Ja, alleen mogelijk in zomermaanden	4,2*	125*	Ja, alleen voor DWA. Onvoldoende voor piekaanvoer
Plaatsen extra beluchting	Is noodzakelijk om bij uitbedrijf name van de 1 ^{ste} AT voldoende zuurstof te kunnen inbrengen.	NB	NB	
Elders afvalwater verwerken	Nee, niet mogelijk	NB	NB	NB
Aanvoer afvlakken	Nee	NB	NB	NB
Ontwatering uitbedrijf nemen	Ja, beperkte invloed dus niet op zichzelf staand.	NB	NB	NB

NB = niet bekeken

* I.c.m. ontwatering uitbedrijf nemen

Conclusie:

Werkzaamheden kunnen vanaf voorjaar of tot en met najaar worden uitgevoerd met als maatregel pre-precipitatie toepassen. Er is onvoldoende beluchtingscapaciteit om piekaanvoeren te kunnen verwerken. Zuurstofgehalte zal afnemen tot <0,5 mg/l. Dit levert een ongewenste en oncontroleerbare situatie op. Derhalve zal beluchting bijgeplaatst moeten worden. Om de zuurstofvraag zoveel mogelijk te beperken is het aan te bevelen de werkzaamheden zo kort mogelijk in hoogzomerperiode (T 22 C) uit te voeren. Aan te bevelen is om 20 % extra zuurstofinbrengcapaciteit bij te huren.

3.5 Gelijktijdig onderdelen uit bedrijf nemen

De planning is omstreeks juni/juli de werkzaamheden te starten en alle werkzaamheden in het jaar 2017 uit te voeren (doorlooptijd ½ jaar). Aangezien de werkzaamheden nog gegund moeten worden en daarnaast ook onderdelen moeten worden besteld, is de totale doorlooptijd relatief krap. Gelijktijdig procesonderdelen uitbedrijf nemen kan de tijdsdruk op de planning verlichten. De vraag is alleen of onderdelen gelijktijdig uitbedrijf kunnen en welke dat dan kunnen zijn?

Gelijktijdig uitbedrijf nemen van actief-slibtank en nabezinktank?

Zoals in voorgaande paragrafen (3.3 en 3.4) is geconcludeerd, is rwzi Amstelveen hydraulisch en biologisch volbelast. Het uitbedrijf nemen van een AT is mogelijk, maar hiervoor moeten maatregelen worden getroffen om te kunnen blijven voldoen aan de effluenteisen. Door gelijktijdig ook een nabezinktank uitbedrijf te nemen, dient het slibgehalte verder verlaagd te worden of dient de SVI nog beter in de hand worden gehouden. De effluentkwaliteit zal hierdoor verder verslechteren. Het is dan ook niet realistisch en haalbaar om dit (zonder aanpassing van de effluenteisen) te combineren.

Gelijktijdig uitbedrijf nemen van voorbezinktank + actief-slibtank?

Vanuit de paragrafen 3.2 en 3.4 komt naar voren dat de beluchtingscapaciteit een knelpunt is bij het uitbedrijf nemen van de actief-slibtank. Wanneer ook een voorbezinktank uit bedrijf wordt genomen, kan de vuilvracht naar de biologie iets toenemen. De beluchtingscapaciteit is al krap en om deze reden is het niet realistisch en haalbaar om dit (zonder aanpassing van de effluenteisen) te combineren.

Gelijktijdig uitbedrijf nemen van voorbezinktank + nabezinktank

Als onderhoudswerkzaamheden aan een nabezinktank worden uitgevoerd, moet het slibgehalte in de actief-slibtank lager worden ingesteld. Daarmee wordt voorkomen dat de andere nabezinktanks niet wordt overbelast. Als het slibgehalte wordt verlaagd hoeft er ook minder lucht ingebracht worden. Hierdoor neemt de reservestelling voor het verwerken van een piekaanvoer

toe. Bij uitbedrijf name van een voorbezinktank was dit juist een knelpunt. Daarom lijkt het wel mogelijk om de VBT en NBT gelijktijdig uit bedrijf te nemen. Voor beide werkzaamheden geldt dat de werkzaamheden uitgevoerd zouden kunnen worden in het voorjaar (april, mei) of najaar (oktober, november).

Als de verwijderingsrendementen van de voorbezinktank toch door de hogere belasting afnemen (afname van 10 tot 30 %), dan blijft er voldoende reservecapaciteit aanwezig om piekaanvoer te kunnen verwerken.

Gelijktijdig uitbedrijf nemen van actief-slibtank + compressor

Wanneer de actief-slibtank uitbedrijf wordt genomen is de zuurstofinbreng bij 3 compressoren in bedrijf onvoldoende. Wanneer gelijktijdig met de actief-slibtank ook een compressor uit bedrijf wordt genomen, zal het tekort aan zuurstofinbrengcapaciteit alleen maar verder toenemen. Daarmee is het gelijktijdig uitbedrijf nemen van AT + compressor geen optie.

Conclusie:

Vanuit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat het gelijktijdig uitbedrijf nemen van:

- De actief-slibtank met een voor- dan wel nabezinktank niet haalbaar is
- De voor- en nabezinktank wel haalbaar is (voorwaarde werkzaamheden uitvoeren bij afvalwatertemperatuur tussen 15 en 20 °C, ofwel in het voorjaar (april, mei) of najaar (oktober, november))
- De AT + compressor niet mogelijk is in verband met een fors tekort aan zuurstofinbrengcapaciteit

4 Effluentkwaliteit tijdens werkzaamheden

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn de knelpunten en voorkeursmaatregelen bij uitvoeren van de onderhoudswerkzaamheden geïnventariseerd. In dit hoofdstuk wordt het effect op de effluentkwaliteit weergegeven bij de beoogde voorkeursmaatregelen.

De duur van onderhoudswerkzaamheden aan de actief-slibtanks is 6 weken (op basis van 1 dagdienst en 5 dagen/week en één week uitloop) en die van de nabezinktanks met bijhorend retourslibgemaal is aangenomen op 4 weken. Door bijv. 3 dagdiensten te hanteren kunnen de werkzaamheden worden verkort. Hierdoor kan de rwzi weer sneller in normaal bedrijf en kan een betere effluentkwaliteit worden gehaald.

In paragraaf 4.2 is gekeken of de onderhoudswerkzaamheden binnen één jaar kunnen worden uitgevoerd zonder overschrijding van lozingseisen. Daarbij is gekeken naar een normale duur van de werkzaamheden en het versneld uitvoeren van de onderhoudswerkzaamheden. In paragraaf 4.3 is gekeken wat het effect op de effluentkwaliteit is als de werkzaamheden worden verspreid of 2 jaar (2017 en 2018).

4.2 Onderhoudswerkzaamheden in één jaar (2017)

4.2.1 Normale duur van onderhoudswerkzaamheden en bijhorende effluentkwaliteit

De periode waarin de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd is nog niet exact bekend. Vanuit de berekeningen blijkt dat het de voorkeur heeft om de onderhoudswerkzaamheden in de volgende periodes uit te voeren:

- Actief-slibtank – vanaf voorjaar tot met najaar (hoogzomer zo kort mogelijk)
- Nabezinktanks – in de zomermaanden

De voorkeursmaatregelen zijn bij onderhoudswerkzaamheden aan:

- Nabezinktank en retourslibgemaal – verlagen slibgehalte (met als back-up toepassen van pre-precipitatie)
- Actief-slibtank – toepassen van pre-precipitatie (extra beluchtingselementen + compressor is noodzakelijk bij onderhoud aan eerste AT)

Bij bovenstaande voorkeursmaatregelen kan gekozen worden om de slibontwatering uit bedrijf te nemen om zodoende de waterlijn te ontlasten. Hierdoor zullen de transportbewegingen (en bijhorende kosten) echter fors toenemen. Inzichtelijk zal worden gemaakt wat het effect op de effluentkwaliteit is.

Het slibgehalte die toegepast moet worden, hangt samen met de afvalwatertemperatuur (in verband met aerobe slijbleeftijd), de effluentkwaliteit die gehaald moet worden en de SVI die gehanteerd mag worden. In navolgende tabel zijn de werkzaamheden ingedeeld voor de periode van mei tot en met november en is voor verschillende slibgehaltenes het effect op de jaargemiddelde effluent-kwaliteit weergegeven. Aangenomen is dat de onderhoudswerkzaamheden aan de actief-slibtanks in de periode mei tot en met juli plaatsvindt en de nabezinktank + retouslibgemaal augustus tot en met november.

Varianten 1 tot en met 4 geeft inzicht in het effect van de slibontwatering. De varianten 5 tot en met 8 geeft meer inzicht op het toe te passen slibgehalte bij de onderhoudswerkzaamheden aan een nabezinktank. De varianten 9 tot en met 16 geeft inzicht op de invloed van het slibgehalte bij uitbedrijf name van de AT.

Tabel 8 Bedrijfsvoering van Amstelveen bij onderhoudswerkzaamheden en het effect op effluentkwaliteit

#	1 AT uit				1 NBT + retourslibgemaal uit				N-totaal
	Maatregel: Preprecipitatie				Maatregel: slibgehalte verlagen				
	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	mg/l
1	mei – juli	4,2	<125	uit	aug - nov	3,7	<100	uit	10,4
2	mei – juli	4,2	<125	uit	aug - nov	3,7	<100	aan	10,7
3	mei – juli	4,2	<125	aan	aug - nov	3,7	<100	uit	10,9
4	mei – juli	4,2	<125	aan	aug - nov	3,7	<100	aan	11,1
5	mei – juli	4,2	<125	uit	aug - nov	4,6	<80	uit	10,1
6	mei – juli	4,2	<125	aan	aug - nov	4,6	<80	uit	10,6
7	mei – juli	4,2	<125	uit	aug - nov	4,6	<80	aan	10,2
8	mei – juli	4,2	<125	aan	aug - nov	4,6	<80	aan	10,7
9	mei – juli	4,4	<120	aan	aug - nov	3,7	<100	aan	10,9
10	mei – juli	4,8	<110	aan	aug - nov	3,7	<100	aan	10,7
11	mei – juli	5,2	<100	aan	aug - nov	3,7	<100	aan	10,4
12	mei – juli	5,8	<90	aan	aug - nov	3,7	<100	aan	10,1
13	mei – juli	5,2	<100	uit	aug - nov	3,7	<100	aan	10,0
14	mei – juli	5,8	<90	uit	aug - nov	3,7	<100	aan	9,7
15	mei – juli	5,2	<100	uit	aug - nov	3,7	<100	uit	9,7
16	mei – juli	5,8	<90	uit	aug - nov	3,7	<100	uit	9,5

Vanuit voorgaande tabel blijkt dat het lastig is om aan de N-totaal effluentkwaliteit van jaargemiddeld 10 mg N/l te voldoen. Alleen de variant waarbij bij onderhoudswerkzaamheden aan de AT een hoog slibgehalte ($>5,2 \text{ kg ds/m}^3$) wordt toegepast en de SOI uit bedrijf wordt genomen, kan voldaan worden aan de effluentkwaliteit. Er is echter weinig marge. Ook geldt als voorwaarde dat bij onderhoudswerkzaamheden aan de eerste AT er extra beluchting moet worden bijgeplaatst.

4.2.2 Versneld uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden en bijhorende effluentkwaliteit

Voor de ombouwwerkzaamheden zijn in dit geval 4 weken per AT aangehouden (in totaal 2 maanden in plaats van 3 maanden) en voor de werkzaamheden aan de NBT's en retourslibgemalen 2 weken (totaal 2 maanden in plaats van 4 maanden). De effecten op de effluentkwaliteit zijn opgenomen in tabel 9.

Tabel 9 Bedrijfsvoering van Amstelveen bij onderhoudswerkzaamheden en het effect op effluentkwaliteit

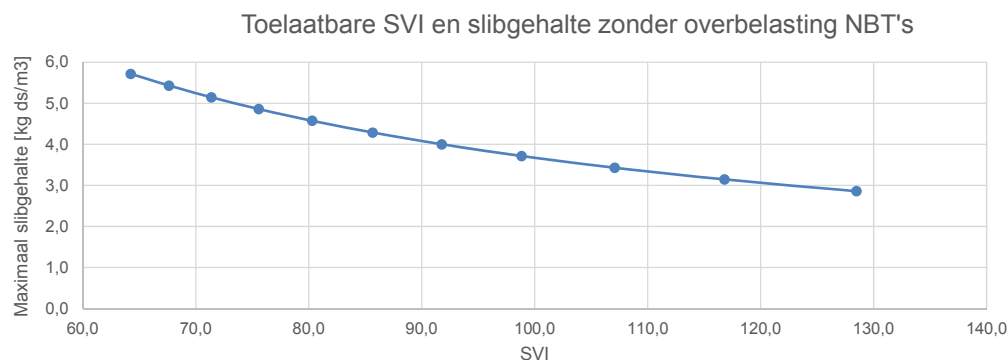
#	1 AT uit				1 NBT + retourslibgemaal uit				N-totaal
	Maatregel: Preprecipitatie				Maatregel: slibgehalte verlagen				
	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	mg/l
17	mei – juni	4,2	<125	uit	juli - aug	3,7	<100	uit	9,9
18	mei – juni	4,2	<125	uit	juli - aug	3,7	<100	aan	10,0
19	mei – juni	4,2	<125	aan	juli - aug	3,7	<100	uit	10,2
20	mei – juni	4,2	<125	aan	juli - aug	3,7	<100	aan	10,3
21	mei – juni	4,2	<125	uit	juli - aug	4,6	<80	uit	9,9
22	mei – juni	4,2	<125	aan	juli - aug	4,6	<80	uit	10,2
23	mei – juni	4,2	<125	uit	juli - aug	4,6	<80	aan	9,9
24	mei – juni	4,2	<125	aan	juli - aug	4,6	<80	aan	10,2
25	mei – juni	4,4	<120	aan	juli - aug	3,7	<100	aan	10,1
26	mei – juni	4,8	<110	aan	juli - aug	3,7	<100	aan	9,9
27	mei – juni	5,2	<100	aan	juli - aug	3,7	<100	aan	9,7
28	mei – juni	5,8	<90	aan	juli - aug	3,7	<100	aan	9,5
29	mei – juni	5,2	<100	uit	juli - aug	3,7	<100	aan	9,4
30	mei – juni	5,8	<90	uit	juli - aug	3,7	<100	aan	9,2
31	mei – juni	5,2	<100	uit	juli - aug	3,7	<100	uit	9,4
32	mei – juni	5,8	<90	uit	juli - aug	3,7	<100	uit	9,2

In voorgaande tabel is te zien dat de effluentkwaliteit nu beter kan worden gehaald. Er is echter weinig reserve. Als voorwaarde geldt dat er extra beluchting wordt bijgeplaatst om ook bij RWA voldoende zuurstof te kunnen inbrengen.

4.2.3 Risico's

SVI kan niet goed worden beheerst

De SVI moet bij de onderhoudswerkzaamheden goed worden beheerst. Wanneer een nabezinktank uit bedrijf wordt genomen moet de SVI <100 ml/g zijn. Wanneer dit niet goed onder controle kan worden gehouden en verslechterd naar bijvoorbeeld 120 ml/g, dan moet het slibgehalte lager worden ingesteld om overbelasting van de nabezinktanks te voorkomen. Het slibgehalte mag bij deze SVI maximaal 3,0 kg ds/m³ zijn. In navolgend figuur zijn de SVI en maximaal toelaatbaar slibgehalte tegenover elkaar uitgezet.



Figuur 4.1 Toelaatbare SVI en slibgehalte zonder overbelasting van nabezinktanks

Als de SVI niet goed onder controle kan worden gehouden en een lager slibgehalte moet worden ingesteld, zal dit ook effect hebben op de effluentkwaliteit. In tabel 9 zijn de effecten daarvan weergegeven. Uitgegaan is dat alleen bij onderhoudswerkzaamheden aan de nabezinktank de SVI niet onder controle kan worden gehouden en de AT op een slibgehalte van 3,0 kg ds/m³ moet worden bedreven.

Opgemerkt moet worden dat het effect op de N-totaal nauw samen hangt met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. Dit is ook terug te zien in de tabel. Wanneer de periode kortdurend is en alleen in de zomermaanden plaatsvindt, dan is het effect betrekkelijk klein

(varianten 25 tot en met 32). Wanneer dit in het najaar gebeurt, dan is het effect groter (varianten 11 tot en met 16).

Tabel 9 Het effect van een niet goed beheersbare SVI op de effluentkwaliteit

#	1 AT uit				1 NBT + retourslibgemaal uit				N-totaal
	Maatregel: Preprecipitatie				Maatregel: slibgehalte verlagen				
	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	mg/l
11b	mei – juli	5,2	<100	aan	aug - nov	3,0	<120	aan	10,4+1,0
12b	mei – juli	5,8	<90	aan	aug - nov	3,0	<120	aan	10,1+1,0
13b	mei – juli	5,2	<100	uit	aug - nov	3,0	<120	aan	10,0+0,9
14b	mei – juli	5,8	<90	uit	aug - nov	3,0	<120	aan	9,7+1,0
15b	mei – juli	5,2	<100	uit	aug - nov	3,0	<120	uit	9,7+0,9
16b	mei – juli	5,8	<90	uit	aug - nov	3,0	<120	uit	9,5+0,8
25b	mei – juni	4,4	<120	aan	juli - aug	3,0	<120	aan	10,1+0,1
26b	mei – juni	4,8	<110	aan	juli - aug	3,0	<120	aan	9,9+0,1
27b	mei – juni	5,2	<100	aan	juli - aug	3,0	<120	aan	9,7+0,1
28b	mei – juni	5,8	<90	aan	juli - aug	3,0	<120	aan	9,5+0,1
29b	mei – juni	5,2	<100	uit	juli - aug	3,0	<120	aan	9,4+0,1
30b	mei – juni	5,8	<90	uit	juli - aug	3,0	<120	aan	9,2+0,1
31b	mei – juni	5,2	<100	uit	juli - aug	3,0	<120	uit	9,4+0,1
32b	mei – juni	5,8	<90	uit	juli - aug	3,0	<120	uit	9,2+0,1

Koude winter in periode 2017/2018

De ombouwwerkzaamheden moeten voornamelijk in de zomermaanden plaatsvinden. In de wintermaanden is de bedrijfsvoering ongewijzigd. Bij de modellering is rekening gehouden met de langdurig jaargemiddelde situatie voor de periode 2014-2016. Dit waren betrekkelijk zachte winters (KNMI). Een strenge en langdurige winter kan de effluentkwaliteit verder verslechteren en hierdoor kan de effluentkwaliteit (nog) hoger komen te liggen. Om deze reden moet qua jaargemiddelde N-totaal enige reserve aanwezig zijn (van bijv. 1,0 mg/l). Vanuit de berekeningen blijkt dat deze marge er niet is. Het lijkt dan ook reëel om een verruiming van de lozingsseisen aan te vragen.

4.3 Werkzaamheden verspreiden over 2 jaar (2017 en 2018)

Vanuit het voorgaande blijkt dat het behalen van de effluenteis moeilijk te realiseren valt.

Uitgegaan was dat alle werkzaamheden in één jaar werden uitgevoerd. Door de werkzaamheden over 2 jaar te verspreiden kunnen de tegenvallende zuiveringsprestaties mogelijk

beter/eenvoudiger worden gecompenseerd. Uitgangspunt is dat de aanpassingen aan de actief-slibtank worden uitgevoerd in het jaar 2017 en de nabezinktanks in 2018. De effluentkwaliteit van beide jaren zijn in navolgende tabel opgenomen. In overleg met Waternet is gekozen om de varianten uit te werken waarbij:

- De slibontwatering in bedrijf is (dit om de transportkosten te minimaliseren)
- De werkzaamheden in normale dagdiensten uit te voeren (dus niet versneld)

De werkzaamheden aan de AT kunnen het best uitgevoerd worden (medio) augustus tot en met oktober. In het begin van deze periode is de afvalwatertemperatuur betrekkelijk hoog. Aangezien 6 weken per AT nodig is, is later beginnen geen optie (i.v.m. behouden van nitrificatie). Tabel 10 geeft de effecten op de effluentkwaliteit weer bij uitbedrijf name van de actief-slibtank.

Tabel 10 Bedrijfsvoering van Amstelveen bij onderhoudswerkzaamheden aan AT en het effect op effluentkwaliteit

1 AT uit					
Maatregel: Preprecipitatie					
#	Periode	Slibgehalte kg ds/m3	SVI ml/g	SOI	N-totaal 2017
	juli-sept	4,2	<125	aan	10,1
	juli-sept	4,4	<120	aan	10,0
	juli-sept	4,8	<110	aan	9,8
	juli-sept	5,2	<100	aan	9,7
	juli-sept	5,8	<90	aan	9,5

In de tabel is te zien de effluentkwaliteit kan worden gehaald, maar dat er betrekkelijk weinig reserve is. Ook geldt als voorwaarde dat bij onderhoudswerkzaamheden aan de eerste AT er extra beluchting moet worden bijgeplaatst.

De werkzaamheden aan de nabezinktank kunnen het best in de zomermaanden worden uitgevoerd. Dan is namelijk de aerobe sibleeftijd minder kritisch en kan het slibgehalte lager worden ingesteld (i.r.t. overige maanden). Tabel 11 geeft de effecten op de effluentkwaliteit weer bij uitbedrijf name van de actief-slibtank.

Tabel 11 Bedrijfsvoering van Amstelveen bij onderhoudswerkzaamheden aan NBT en het effect op effluentkwaliteit

1 NBT + retourslibgemaal uit					
Maatregel: slibgehalte verlagen					
#	Periode	Slibgehalte kg ds/m ³	SVI ml/g	SOI	N-totaal 2018
	juni-sept	3,7	<100	aan	9,0
	juni-sept	4,6	<80	aan	8,8

In deze tabel is te zien dat de effluentkwaliteit kan worden gehaald. Er lijkt zelfs voldoende reserve beschikbaar om een tegenvaller op te kunnen vangen.

5 Conclusies en aanbevelingen

Binnenkort wordt er grootschalig onderhoud gepleegd aan de voorbezinktanks, actief-slibtanks en nabezinktanks. In deze studie zijn de volgende vragen bekeken:

1. Welke knelpunten heeft de huidige installatie nu?
2. Welke maatregelen moeten worden getroffen om de knelpunten tijdens onderhoudswerkzaamheden te kunnen ondervangen?
3. In welke periode kunnen de werkzaamheden het best worden uitgevoerd?
4. Welke onderdelen kunnen gelijktijdig uitbedrijf worden genomen?
5. Kan blijvend aan de effluenteisen worden voldaan?

Het volgende kan worden geconcludeerd:

Huidige knelpunten

bij de huidige bedrijfsvoering zijn de nabezinktanks, biologie en beluchtingscapaciteit allen volbelast. De zuivering heeft weinig reserve. Bij onderhoudswerkzaamheden zullen maatregelen moeten worden getroffen om de zuivering 'normaal' te kunnen laten functioneren.

Maatregelen

De te treffen maatregelen zijn afhankelijk van de onderdelen die uitbedrijf worden genomen. De maatregelen zijn hierna per onderdeel opgenomen.

Uitbedrijfname van één voorbezinktank

Eén voorbezinktank heeft voldoende capaciteit om het volledige RWA-debiet te kunnen verwerken. De primair slibafvoer moet voldoende slib vanuit de inbedrijf zijnde voorbezinktank

afvoeren (aanpassen loop-wachttijd). Verder hoeven geen aanvullende maatregelen te worden getroffen.

Uitbedrijfname van één actief-slibtank

Bij onderhoudswerkzaamheden aan de AT dienen meerdere maatregelen te worden getroffen:

- Om bij RWA voldoende zuurstof te kunnen inbrengen dient 20 % extra OC te worden ingebracht. Hiervoor zal een extra compressor en beluchtingselementen moeten worden gehuurd. Beluchtingselementen dienen aangebracht te worden in de anoxische tank.
- Toepassen van een beperkte dosering op de voorbezinktank (bijvoorbeeld 2 mg Fe/l ofwel +/- 10 l/h á 40 % oplossing FeCl_3)
- Instellen van een hoog slibgehalte zodat er voldoende kan worden omgezet. Rekening houdend met een SVI van 100 ml/g, mag het slibgehalte maximaal 5,2 kg ds/m³ zijn.

Uitbedrijfname van één nabezinktank + retourslibgemaal

Bij onderhoudswerkzaamheden aan de nabezinktanks moeten de volgende maatregelen worden getroffen:

- Verlagen slibgehalte (met als back-up toepassen van pre-precipitatie)
- Zorg dragen voor een goede SVI tussen 80 en 100 ml/g met AlCl_3 . Het slibgehalte mag dan respectievelijk worden ingesteld op circa 4,6 en 3,7 kg ds/m³.

Periode waarin onderhoudswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd

Bij zowel de onderhoudswerkzaamheden aan de actief-slibtank en nabezinktank is een voldoende hoge afvalwatertemperatuur van belang. Aangezien de werkzaamheden mogelijk medio volgend jaar kunnen starten en de totale (maximale) doorlooptijd van deze werkzaamheden 28 weken is, valt het aan te bevelen om deze te spreiden over 2 verschillende jaren. Medio jaar 2017 kan dan eerst gestart worden met de onderhoudswerkzaamheden aan de actief-slibtank en medio 2018 met de nabezinktanks. De onderhoudswerkzaamheden aan de voorbezinktanks kunnen op ieder gewenst moment worden uitgevoerd.

Gelijktijdig uitbedrijf nemen van onderdelen

Alleen de voorbezinktank en nabezinktank kunnen gelijktijdig met elkaar uitbedrijf worden genomen voor onderhoudswerkzaamheden. Voorwaarde hierbij is dan dat de werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd als de afvalwatertemperatuur tussen de 15 en 20 °C ligt, zoals in het voorjaar (april, mei) of najaar (oktober, november).

Effluenteisen

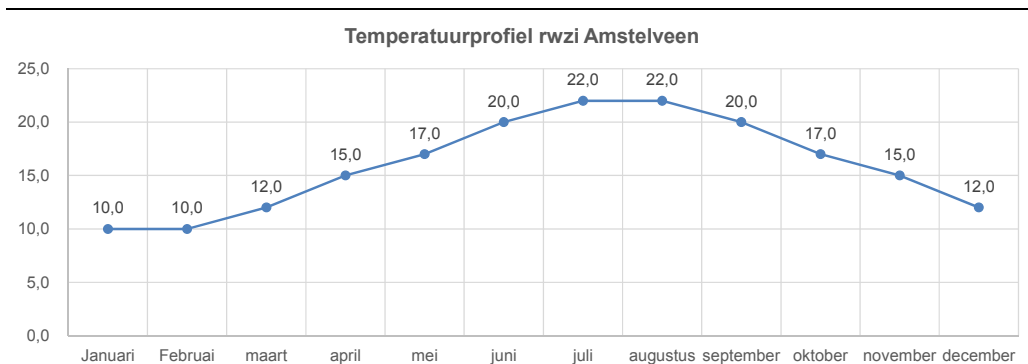
De onderhoudswerkzaamheden (vooral die van de actief-slibtank) bemoeilijken het behalen van de effluenteis. Het overschrijden van de effluenteis is reëel. Overleg voor verruiming effluenteis naar 12 á 13 mg N-tot/l wordt derhalve aanbevolen.

Bijlage 1

Gebruikte gegevens bij berekeningen

Temperatuur in actief-slibtank

De maandgemiddelde temperatuur is in figuur b.1 weergegeven. Dit temperatuurprofiel is afkomstig van Excelbestand 'procesberekeningen huidig voor VO AMS 2014'.

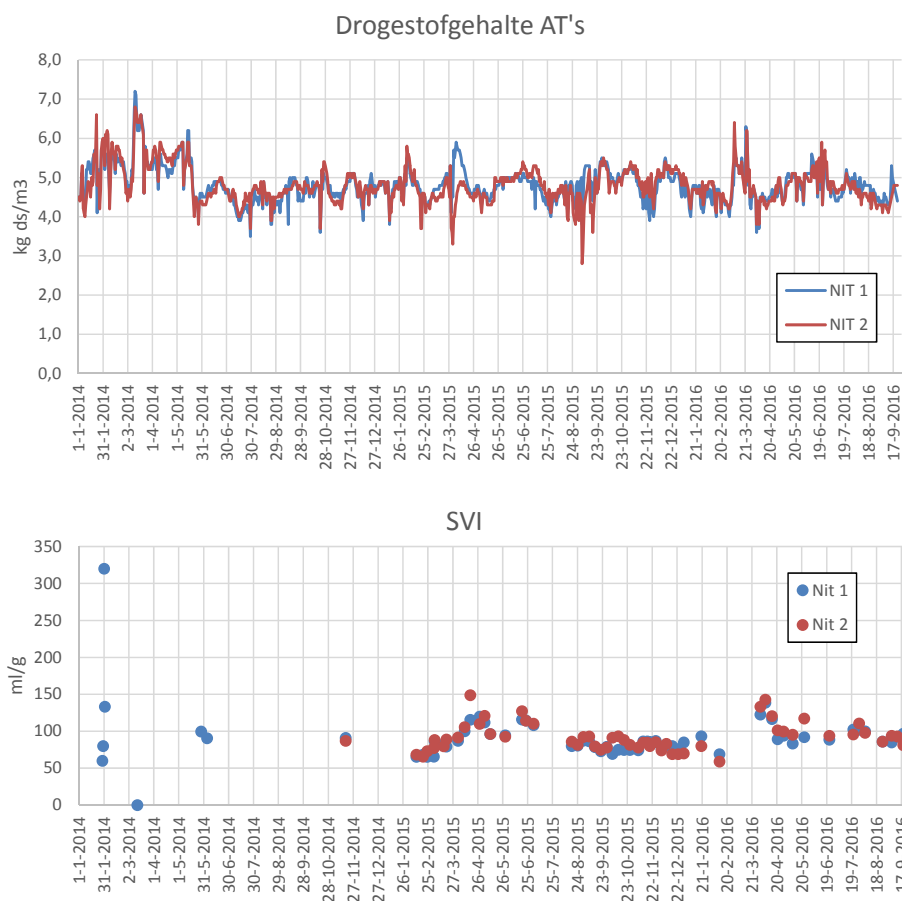


Figuur b.1 Temperatuurprofiel rwzi Amstelveen

Drogestofgehalte en SVI

Het drogestofgehalte in de actief-slibtank varieert tussen de 4 en 5 kg ds/m³. Langdurig jaargemiddelde is 4,8 kg ds/m³.

Voor het nabezinkproces is de slibbezinkbaarheid (SVI) een belangrijke parameter. In de periode 2014 – 2016 varieert de SVI tussen de 60 en 150 ml/g. Gemiddeld ligt de SVI op 92 ml/g. In het figuur is te zien dat de SVI hoog is in de wintermaanden en laag in de zomermaanden. Bij het omschakelplan dient met de variërende SVI rekening te worden gehouden. Het voorgaande is in figuur b.2 samengevat.



Figuur b.2 Drogestofgehalte en SVI

Filtraat

Van de jaren 2014 tot en met september 2016 zijn de gemiddelde concentraties in het filtraat bepaald, zie tabel b.1. Deze concentraties worden teruggevoerd naar de waterlijn en verhogen de vrachten naar de biologie. Deze waarden zijn afkomstig van het Excel bestand 'concentraties_v20151015 filtraat vanaf 1jan2014'.

Tabel b.1 Langdurig jaargemiddelde filtraatconcentraties

Omschrijving	Eenheid	Gemiddelde 2014 – sept. 2016
Effluent		
CZV	mg/l	476
BZV	mg/l	132
Onopgeloste bestanddelen	mg/l	144
NH ₄ -N	mg/l	557
PO ₄ -P	mg/l	0*

* Momenteel wordt er Fe toegevoegd bij de slibontwatering. Hierdoor is de fosfaatconcentratie nihil. Wanneer de schroefpers is gerealiseerd en in bedrijf is zal de Fe-dosering worden gestopt en zal de fosfaatvracht toenemen.

Rendementen voorbezinktank

De rendementen van de voorbezinktank zijn in tabel b.2 opgenomen. Eveneens zijn de aangehouden rendementen bij toepassing van pre-precipitatie opgenomen. De dosering is in dit geval relatief laag aangehouden (2 mg Fe/l → +/- 10 l/h bij een 40 % oplossing FeCl₃).

Tabel b.2 Rendementen van de voorbezinktank

Omschrijving	Eenheid	VBT	VBT
		zonder pre-precipitatie	met pre-precipitatie
Effluent			
CZV	%	42,6	51
BZV	%	49	60
Onopgeloste bestanddelen	%	64	78
NH4-N	%	10	10
PO4-P	%	6	37