

Procesoptimalisatie leidt tot zeer lage fosfaatconcentraties in het effluent van een conventioneel actiefslibstelsysteem

Mark Janssen (waterschap De Dommel)

Zandfiltratie wordt regelmatig ingezet als effectieve maatregel om verregaande fosfaatverwijdering op rioolwaterzuiveringsinstallaties te realiseren. Een nadeel is echter de hoogte van de investering die is gemoeid met de bouw van een zandfilter. Dit is voor waterschap De Dommel de reden geweest om te zoeken naar een alternatief met minimaal een gelijke effectiviteit tegen lagere investeringskosten. Dit alternatief is gevonden in de vorm van een aanpassing van de beluchtingsregeling in combinatie met het doseren van een aluminiumoplossing in het actiefslibstelsysteem.

De rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) Hapert bestaat uit een oxidatiesloot met een voorgeschakelde anaërobe tank voor het stimuleren van de biologische fosfaatverwijdering. De scheiding van het actiefslib en het gezuiverde water vindt plaats in conventionele, ronde nabezinktanks. Het effluent wordt na een passage door het moerasbos geloosd op de Groote Beerze. Voor deze Natura 2000-beek geldt voor de periode van april tot en met september vanuit de Kaderrichtlijn water een zomergemiddelde-eis van minder dan 0,14 milligram P-totaal per liter. Om die waterkwaliteitsdoelstelling te kunnen bereiken is een maximale effluentconcentratie van 0,21 milligram P-totaal per liter toegestaan [1].

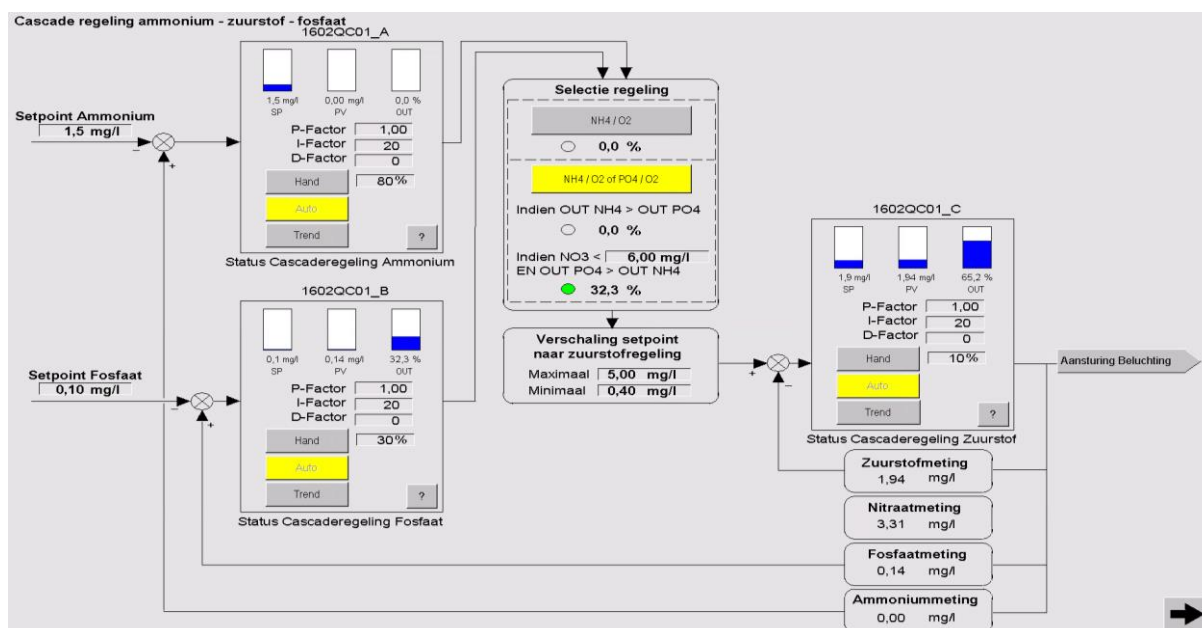
Om de gewenste effluentkwaliteit te bereiken is in eerste instantie gedacht aan het toepassen van een discontinu zandfilter met een hydraulische capaciteit van 700 kubieke meter per uur (1,5 keer de droogweerafvoer) [2]. Aangezien de bouw van een zandfilterinstallatie een aanzienlijke investering met zich meebrengt is gezocht naar een volwaardig alternatief. Daarbij is ingezet op het optimaliseren van de biologische fosfaatverwijdering, in combinatie met aanvullende chemicaliëndosering in de oxidatiesloot. De vraag is of het met dit alternatief mogelijk is om de gewenste effluent- en derhalve ook oppervlaktewaterkwaliteit te bereiken.

Procesoptimalisatie fosfaatverwijdering

Het proces van biologische fosfaatverwijdering kenmerkt zich door het loslaten van fosfaat uit het actiefslib in de anaërobe tank als gevolg van de opname van vluchtige vetzuren. Anderzijds vindt er onder beluchte omstandigheden opname van fosfaat plaats in de oxidatiesloot. De procesoptimalisatie grijpt in op de laatstgenoemde factor.

De zuurstofinbreng in het actiefslib werd in eerste instantie geregeld door een ammonium-zuurstof-cascaderegeling (PID-regelaars). De gehanteerde regelstrategie is daarmee primair gericht op stikstofverwijdering, waarbij de biologische fosfaatverwijdering volgend is.

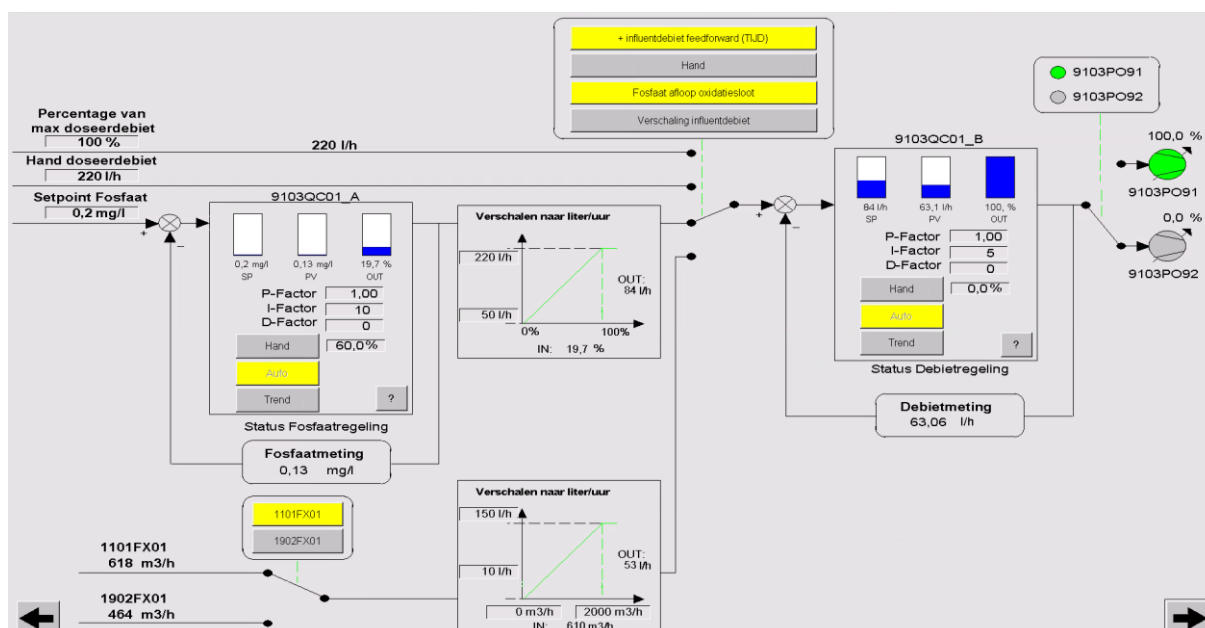
Om de gewenste effluentkwaliteit te bereiken (<0,21 milligram P-totaal per liter) is in de beluchtingsregeling aanvullend een fosfaatregelaar (PID-regelaar) opgenomen (zie afbeelding 1). Daarnaast wordt de chemicaliëndosering aangestuurd op basis van de momentane orthofosfaatconcentratie in de oxidatiesloot (zie afbeelding 2).



Afbeelding 1. Screenshot Scada-systeem ammonium-, fosfaat en zuurstofregelaar

Fosfaatregelaar

De fosfaatregelaar is een uitbreiding op de klassieke ammonium-zuurstof-cascaderegeling. De regelaar heeft een setpoint van 0,10 milligram PO₄-P per liter. De regelaar wordt vrijgegeven bij een concentratie van 0,14 milligram per liter. Wanneer de concentratie onder 0,11 milligram per liter zakt wordt de regelaar gereset en geblokkeerd. De fosfaatregelaar draait parallel aan de ammoniumregelaar. De regelaar met de hoogste uitsturing zal bepalend zijn voor de hoogte van het zuurstofsetpoint. Voorwaarde is echter wel dat de nitraatconcentratie minder dan 6 milligram NO₃-N per liter bedraagt. In het andere geval (groter dan 6 milligram NO₃-N per liter) wordt de fosfaatregelaar tijdelijk geblokkeerd. Dit om een verstoring van de nitraatverwijdering door overbeluchting te voorkomen. Hiermee wordt duidelijk prioriteit gelegd bij de stikstofverwijdering. Dit vanwege het feit dat er voor de biologische fosfaatverwijdering een alternatief voorhanden is in de vorm van aanvullende chemische fosfaatverwijdering.



Afbeelding 2: Screenshot Scada-systeem chemicaliëndosering

Chemicaliëndosering

Bij een concentratie van 0,18 milligram $\text{PO}_4\text{-P}$ per liter in de oxidatiesloot worden de chemicaliëndoseerpompen vrijgegeven. De pompen worden geblokkeerd wanneer de concentratie onder 0,11 milligram per liter is gezakt. De pompen worden aangestuurd door een PID-regelaar met een setpoint van 0,18 milligram per liter.

Er is gekozen om verhoogde orthofosfaatconcentraties eerst weg te werken door de zuurstofinbreng in de oxidatiesloot te verhogen. Wanneer dat onvoldoende effect heeft en de orthofosfaatconcentratie dus doorstijgt, wordt de chemicaliëndosering geactiveerd. Deze volgorde is terug te zien in de grenswaarden voor orthofosfaat waarbij de fosfaatregelaar en de chemicaliëndoseerpompen (doseerbereik = 50-220 l/uur) worden vrijgegeven.

Resultaten

Fosfaatconcentratie effluent en Grote Beerze benedenstrooms van het lozingspunt

De behaalde effluentkwaliteit voor fosfaat-totaal en orthofosfaat is samengevat in onderstaande tabel. De concentraties zijn berekend aan de hand van de analyseresultaten die zijn verzameld in het kader van het reguliere bemonsteringsprogramma.

Tabel 1. Fosfaatconcentratie effluent (2014)

	Einheid	Fosfaat-totaal	Orthofosfaat
Aantal metingen	-	45	46
Minimaal	mg/l	0,08	0,01
Maximaal	mg/l	0,50	0,21
Gemiddelde 2014	mg/l	0,18	0,06
Zomergemiddelde	mg/l	0,19	0,07

Op basis van bovenstaande tabel wordt geconcludeerd dat de gewenste effluentkwaliteit van minder dan 0,21 milligram P-totaal per liter als zomergemiddelde is gehaald.

Voordat het effluent op het oppervlaktewater wordt geloosd, passeert het allereerst nog een moerasbos. De in het moerasbos optredende biologische en chemische processen kunnen van invloed zijn op de fosfaat-totaalconcentratie die uiteindelijk wordt geloosd op de Groote Beerze. De invloed van het moerasbos op de kwaliteit van het effluent is in het jaar 2014 niet vastgesteld.

In de Groote Beerze benedenstreams van rwzi Hapert is eenmaal per maand een steekmonster genomen. De analyseresultaten zijn opgenomen in tabel 2.

Tabel 2. Fosfaat-totaalconcentratie in de Groote Beerze (2014)

Maand	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
P-t (mg/l)	0,094	0,05	0,074	0,06	0,056	0,075	0,14	0,1	0,043	0,11	0,13	0,15

De zomergemiddelde fosfaat-totaalconcentratie (april t/m september) bedraagt 0,08 milligram P-totaal per liter. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de eis voor het zomergemiddelde (minder dan 0,14 milligram P-totaal per liter). Op basis hiervan wordt gesteld dat de invloed van het moerasbos op de fosfaat-totaalconcentratie van het effluent niet zodanig is dat de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit niet kan worden bereikt.

Doseerhoeveelheid

Op rwzi Hapert is gebruik gemaakt van natriumaluminaatoplossing (Al = 58 gram per kilogram). In totaal is er in 2014 een hoeveelheid van 123 kubieke meter (=160 ton) gedoseerd. Dit komt overeen met 9.280 kilogram aluminium per jaar (= gemiddeld 25 kilogram per dag).

Kosten

De aan het doseren van chemicaliën verbonden kosten bestaan uit de inkoop van de natriumaluminaatoplossing en de verwerkingskosten van het geproduceerde chemisch slib.

Het all-intarief voor natriumaluminaat (productprijs inclusief transport) bedraagt € 0,53 per kilogram aluminium. Dit betekent dat het gebruik van dit product in 2014 € 4.900,- heeft gekost.

Bij het doseren van aluminium ontstaat chemisch slib (4 kg droge stof per kg aluminium). In 2014 is dan ook ongeveer 37 ton chemisch slib geproduceerd. Dit slib is allereerst ingedikt op de bandindikker van rwzi Hapert. Vervolgens is het voor ontwatering afgevoerd naar slibverwerking Mierlo, waarna het voor de eindverwerking uiteindelijk naar SNB in Moerdijk is getransporteerd. De variabele kosten in deze slibketen bedragen € 256,- per ton droge stof. Daarmee bedragen de extra slibverwerkingskosten als gevolg van chemicaliëndosering € 9.500,-.

Ten opzichte van zandfiltratie zijn bovengenoemde kosten overigens geen meerkosten. Inzet van een zandfilter voor de fosfaatverwijdering vereist namelijk eveneens een chemicaliëndosering met de productie van chemisch slib als gevolg.

Capaciteit doseerinstallatie

De pompinstallatie bestaat uit twee gelijke pompen met een capaciteit van elk 150 liter per uur. Hiermee wordt een doseerbereik gerealiseerd van 50-220 liter per uur. Deze capaciteit is voldoende gebleken om de gewenste effluentkwaliteit te bereiken.

Conclusie en aanbeveling

De gewenste effluentkwaliteit (<0,21 mg P-totaal per liter) is bereikt door de aangepaste beluchtingsregeling in combinatie met de aanvullende chemicaliëndosering. Ook de zomergemiddelde fosfaat-totaalconcentratie in de Grote Beerze (0,08 milligram P-totaal per liter) voldoet ruimschoots aan de eis (<0,14 milligram P-totaal per liter). Dit alles tegen een jaarlijkse kostenpost van € 14.400,- voor de aanschaf van natriumaluminaatoplossing en de verwerking van chemisch slib.

De gehanteerde strategie om te komen tot lage fosfaatconcentraties in het effluent is dusdanig (kosten)effectief dat het voor rwzi Hapert een zinvol alternatief is voor de bouw van een zandfilter.

Referenties

1. Tamerus, H. (2012). Kallisto zuiveringscluster Hapert: Achtergronddocument nulsituatie watersysteem (Versie 2).
2. Jonker, R., Maessen, M., Clevering-Loeffen, P., Melisie, E.-J., Jonge, J. de & Zanten, O. van (2007). *Emissiebeheersplan – deelplan rwzi 's: Strategienota* (Referentienummer I&M-99061368-JR/SLN).