

Verbeterde verwijdering van fosfaat en zwevend stof op rwzi Zeist

Marlies Verhoeven (hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) en Hans Wouters (Brightwork)

Rioolwaterzuiveringsinstallatie Zeist is sinds 2009 uitgerust met een zandfilterinstallatie voor vergaande fosfaatverwijdering. In eerste instantie voldeed de installatie niet aan de doelstellingen. Een optimalisatie heeft geleid tot het alsnog halen van de gestelde doelen. De werkwijze en de resultaten zijn bruikbaar voor optimalisatie van vergelijkbare installaties in Nederland.

De rwzi Zeist, met een biologische capaciteit van 90.000 i.e. (á 150 g TZV/d) en een hydraulische capaciteit van 3.200 m³/h, loost haar effluent op de Biltse Grift. De Biltse Grift is een relatief klein oppervlaktewater, waardoor de nutriëntenbelasting vanuit de rwzi leidt tot eutrofiëring. Om de nutriëntenbelasting vergaand te verlagen is de zuivering in 2009 uitgerust met een nageschakelde zandfilterinstallatie. Die installatie heeft tot doel om de fosfaatconcentratie in het effluent te reduceren tot de MTR-streefwaarde van 0,15 mg P-tot/l. In de lozingsvergunning is deze waarde opgenomen als een streefwaarde; daarnaast is er een harde eis opgenomen van 1 mg P-tot/l (voortschrijdend over 10 monsters). De streefwaarde vormt een inspanningsverplichting en heeft derhalve niet het karakter van een lozingseis. Daarnaast moet het zandfilter zwevende stof beter verwijderen.

In de eerste twee jaren werden de effluenteisen voor fosfaat niet altijd gehaald en was er sprake van een sterke fluctuatie in de effluentkwaliteit. Daarom is in 2012 besloten om extra aandacht aan de bedrijfsvoering van de filters te besteden. Er kwam een breed samengesteld team waarin expertise op het gebied van uitvoering, technologie, vlokvorming en filtratie vertegenwoordigd waren. Dit team heeft de problematiek van de filterinstallatie onderzocht, verbeteringen aangebracht in de bedrijfsvoering en de zuiveringsresultaten beoordeeld. De doelstellingen van de optimalisatie zijn gehaald.

Procesontwerp filterinstallatie

De karakteristieken van de filterinstallatie zijn samengevat in tabel 1. Er is sprake van vier neerwaarts doorstroomde éénlaags zandfilters die met een wisselende bovenwaterstand en een vaste benedenwaterstand worden bedreven. Op de aanvoerleiding wordt een aluminiumzout gedoseerd, bovenstrooms van een statische menger. De dosering wordt geregeld op basis van het debiet en de fosfaatconcentratie in de voeding van de filters. De vlokvorming vindt plaats in het bovenwater. Er is gebruik gemaakt van relatief grof filtermateriaal, zodat een hoge filtratiesnelheid kan worden toegepast. De installatie verwerkt een debiet tot 2.220 m³/h, het meerdere (tijdens regenweeraanvoer) wordt om het zandfilter heen geleid naar het effluent van de rwzi.

Tabel 1 Karakteristieken zandfilterinstallatie rwzi Zeist

| Parameter | waarde | eenheid |
|---|-----------------|--|
| maximaal debiet | 2.220 | m ³ /uur |
| aantal zandfilters | 4 | |
| oppervlakte per filter | 36,6 (3 x 12,2) | m ² |
| maximale oppervlaktebelasting | 15 | m ³ / (m ² .uur) |
| zandfractie | 2,00-3,15 | mm |
| hoogte zandbed | 1.800 | mm |
| volume tussenbuffer | 200 | m ³ |
| volume schoonwaterbuffer | 300 | m ³ |
| volume vuilwaterkelder | 300 | m ³ |
| capaciteit aanvoerpomp (3+1), per stuk 735 m ³ /uur | 2.940 | m ³ /uur |
| capaciteit spoelwaterpomp (1+1), per stuk 735 m ³ /uur | 1.470 | m ³ /uur |
| capaciteit blower (1) | 3.300 | Nm ³ /uur |
| capaciteit vuilwaterpomp (1+1), per stuk 250 m ³ /uur | 500 | m ³ /uur |
| Opslagvolume chemicaliëntank | 30 | m ³ |

De installatie is aangelegd om vergaand zwevende stof en fosfaat te verwijderen. De vooraf gestelde effluentdoelstellingen zijn: een jaargemiddelde effluentwaarde voor P-totaal van maximaal 1 mg P-tot/l en een streefwaarde van 0,15 mg P-tot/l.

Verondersteld is dat de aanvoer vanuit de nabezinktank ('afloop NBT') naar de filters voldoet aan de volgende criteria: een daggemiddelde P-totaal < 1 mg/l P (< 14 kg/d P) en een maximale daggemiddelde P-totaal < 2,0 mg/l P.

De operationele condities van de installatie zijn kortweg als volgt:

- De filterinstallatie verwerkt een debiet tot 2.220 m³/h, het meerdere wordt omgeleid.
- Het voedingsdebiet naar de filters wordt stopgezet bij een troebeling hoger dan 20 NTU (Nephelometric Turbidity Units), waarboven volledige bypass plaatsvindt.

De bedrijfsresultaten van 2010 en 2011 laten zien dat niet altijd de gestelde effluentkwaliteit wordt gehaald. Het optimalisatieonderzoek is er daarom op gericht vast te stellen welke mogelijkheden de huidige installatie biedt ter verbetering en welke maatregelen daarvoor getroffen moeten worden.

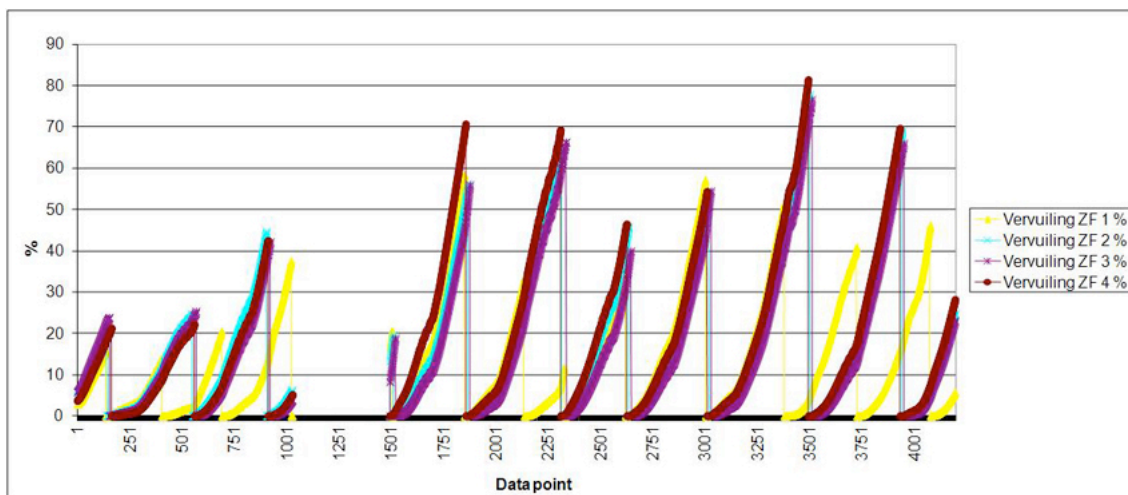
Bedrijfservaringen vóór optimalisatie

In essentie is geconstateerd dat de installatie niet te allen tijde kon voldoen aan de gestelde effluenteisen en dat er sprake was van een sterk fluctuerende effluentkwaliteit, met name ten gevolge van regenwateraanvoer. Dat is aanleiding geweest voor het nader evalueren van de operationele bedrijfsvoering. Aandacht is besteed aan de wijze van spoeling, de opbouw van

vervuiling in de filters, de specifieke aluminiumdosering en de concentraties fosfaat en zwevend stof in het effluent. De resultaten zijn hieronder samengevat.

Spoelregime en vervuilingsgedrag

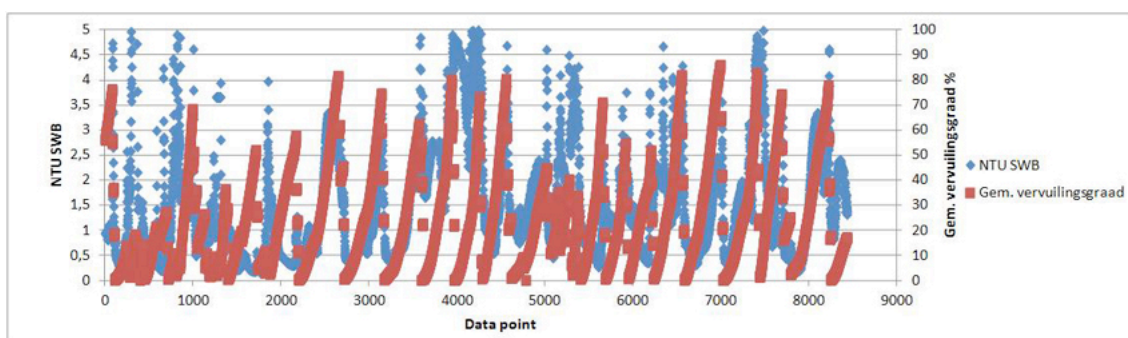
Afbeelding 1 geeft een gemiddeld beeld van het spoelregime van de filters. Een filter wordt gespoeld als de vervuilingsgraad van het betreffende filter een bepaalde waarde overschrijdt. In de figuur is goed te zien dat de filters direct opvolgend spoelen: de filters “kruipen” als het ware naar elkaar toe. Na een bedrijfstijd van 13 tot 16 uur worden de filters gespoeld.



Afbeelding 1. Spoelregime filters (periode 15 – 30 maart 2012)

Verwijdering van zwevende stof

Er is gekeken naar de relatie tussen de vervuilingsgraad van de filters en de troebeling in het filtraat (schoonwaterbuffer: SWB). In afbeelding 2 is deze relatie aangegeven. De figuur illustreert duidelijk dat bij oplopende vervuilingsgraad van de filters (de rode lijnen) de filtraattoebeling stijgt. Nadere analyse laat zien dat bij een relatief hoge vervuilingsgraad een sterke stijging van de filtraattoebeling optreedt. Dit duidt erop dat het ‘vuilfront’ in het filter geen scherp profiel heeft, zodat bij oplopende vervuilingsgraad de ‘staart’ van het vuilfront uit het filter loopt.

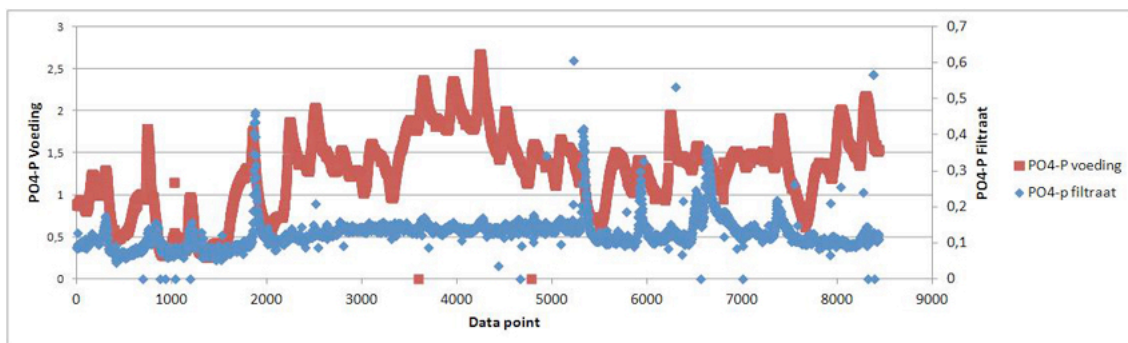


Afbeelding 2. Relatie vervuilinggraad van de filters (rood) en filtraattoebeling (blauw)

1 NTU in het filtraat komt overeen met circa 3,5 mg/l zwevende stof. Meetperiode: januari – maart 2012

Verwijdering van opgelost fosfaat

In afbeelding 3 is voor een representatieve periode de ingaande en uitgaande opgeloste fosfaatconcentratie van de filters weergegeven. Te zien is dat de PO_4 -P concentratie in het filtraat consequent hoger is dan de streefwaarde van 0,15 mg/l P: gemiddeld 0,54 mg/l P.



Afbeelding 3. Concentratie opgelost PO_4 -P in de voeding en het filtraat (periode jan – mrt 2012)

Analyse van de specifieke aluminiumdosering (Sachtleben, Ecofix KA), uitgedrukt in Me/ortho-P verhouding (in mol/mol), laat zien dat in een range van 1,0 – 3,5 mol/mol maximaal 95% van het opgeloste fosfaat wordt verwijderd. Bij een gemiddelde concentratie aan totaal-fosfaat van 0,54 mg/l in het filtraat is de verhouding ortho-fosfaat/gebonden fosfaat gelijk aan 1:4. Geconstateerd wordt dat de relatief slechte verwijdering van zwevende stof in het filter de primaire oorzaak is van de hoge gemeten fosfaatconcentraties. Daarnaast is geconstateerd dat een deel van de zwevende stof in het filtraat veroorzaakt wordt doordat een gedeelte van het P-opgelost wel uitvlokt tot aluminiumfosfaat, maar niet wordt afgevangen in het filter.

Energieverbruik

Het totale gemiddelde energieverbruik van de filterinstallatie is in de periode 2010 tot heden 350 kWh/dag. Dit is het energieverbruik van de toevoerpompen, de spoelwaterpompen, de vuilwaterpompen, de spoelluchtblower en de doseerpompen. Het specifieke energieverbruik voor de filterinstallatie komt hiermee op 0,033 kWh/m³ effluent. Om na te gaan of sprake is van een normaal energieverbruik, is het energieverbruik vergeleken met de filterinstallatie van rwzi De Bilt, andere zandfilters op rwzi's in den lande en informatie uit de STOWA-rapportage 2011-W9 *Energieverbruik nageschakelde behandelingstechnieken rwzi's*. Hieruit blijkt dat het energieverbruik van discontinue zandfilters gemiddeld 0,05-0,06 kWh/m³ bedraagt. Het energieverbruik van de filterinstallatie van rwzi Zeist ligt hier dus iets onder.

Resultaten ná optimalisatie

In de periode medio 2012 - medio 2013 is een aantal aanpassingen gedaan aan de filterinstallatie, de aanvoer naar en de bedrijfsvoering op de rwzi, om de filterprestaties en de effluentkwaliteit te verbeteren. De volgende aanpassingen zijn tegelijkertijd doorgevoerd:

- Filters worden gelijkmatig in de tijd gespoeld met een gemiddelde looptijd van 12 uur, zodat slechts een geringe vuilopbouw plaatsvindt in het filter en het vuilfront niet ver kan intreden in het filterbed.
- De regeling van de dosering van vlokmiddelen is aangepast: één doseerpomp functioneert in een laag doseerbereik (bij lage flows en fosfaatconcentraties). De tweede pomp komt bij indien noodzakelijk. Op deze wijze is de dosering gelijkmatiger en is de Me/ortho-P verhouding circa 2 mol/mol.
- De slibbezinkbaarheid beneden de circa 100 ml/g houden om het ontstaan van een drijfslag in de nabezinktank tegen te gaan. Deze drijfslag veroorzaakte in de voorgaande jaren doorslag van zwevende stof uit de nabezinktank. De slibbezinkbaarheid wordt beheerst door een lage dosering van aluminium op de actiefslibtank.
- Het op elkaar afstemmen van de aanvoergemalen van de rwzi zodat de aanvoer naar de rwzi gelijkmatiger verloopt.

Voor een goede monitoring van de prestaties van de individuele filters is een monsterpunt nodig op de filtraatleiding van elk filter, plus een monsternamesysteem. Vooralsnog is hiervan afgezien omdat de prestaties van de filterinstallatie sterk verbeterd zijn in 2012 en 2013.

In afbeelding 4 en 5 zijn de filterprestaties voor respectievelijk P-totaal en zwevende stof vóór en ná optimalisatie weergegeven. De filterinstallatie is eind 2009 in bedrijf genomen. Vanaf medio 2012 zijn de optimalisaties doorgevoerd. In eerste instantie is een filterspoeling elke 12 uur ingesteld, maar na enige tijd bleek dat een spoeling per filter eenmaal per 24 uur voldoende was om de filters schoon te houden. In de zomerperiode is zelfs een frequentie van eenmaal per 36 uur doorgevoerd. Naast de spoeling op tijd, worden de filters ook gespoeld als het ingestelde vervuilingpercentage wordt bereikt.

Duidelijk is dat na de optimalisatiemaatregelen de vergunningseis van 1 mg/l P niet meer overschreden wordt en de streefwaarde van 0,15 mg/l benaderd kan worden. De gemiddelde concentratie fosfaat was in de beoordeelde periode 0,25 mg P-tot/l. Voor zwevende stof zijn geen concentraties boven 20 mg/l meer gemeten en ligt het gemiddelde ruimschoots onder 5 mg/l. Hierdoor wordt het aandeel aan stof gebonden fosfaat in het effluent fors gereduceerd.

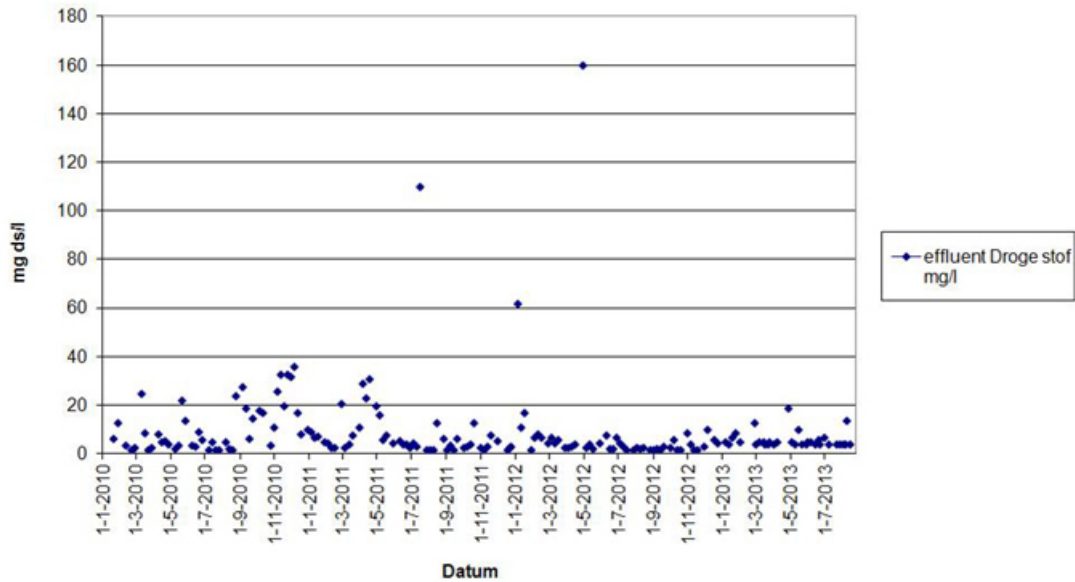
Conclusies

Allereerst is vastgesteld dat de hogere fosfaatconcentraties in het effluent het gevolg zijn van het niet voldoende verwijderen van zwevend stof, en niet van onvoldoende vlokvorming.

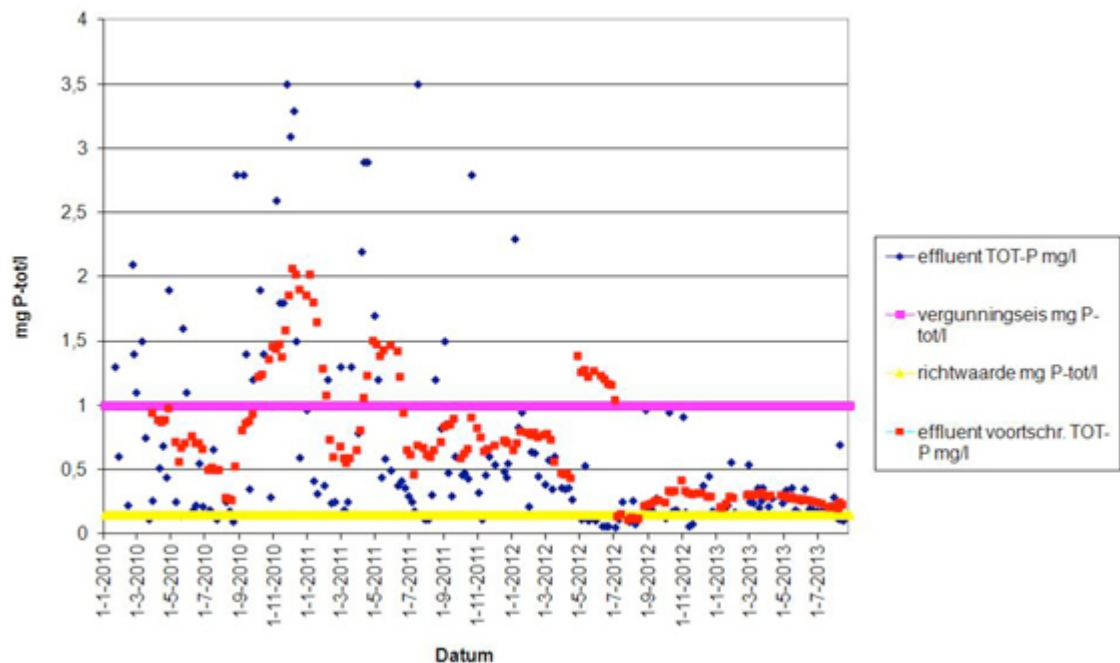
Optimalisatie van de filterinstallatie op rwzi Zeist heeft ertoe geleid dat de effluentkwaliteit sterk is verbeterd doordat fosfaat en zwevende stof beter worden verwijderd. De effluentnormen worden niet meer overschreden en de gemiddelde fosfaatconcentratie benadert de streefwaarde.

Om de zwevende stof verwijdering te verbeteren zijn de volgende aanpassingen van belang gebleken.

Allereerst is het op tijd in plaats van op druk spoelen van de filters, in combinatie met een relatief korte looptijd (dus hoge spoelfrequentie) belangrijk om de vuilophoping in het filter te beperken. Hiermee wordt voorkomen dat zwevende stof (gedeeltelijk) 'doorslaat' en bijdraagt aan de totaalfosfaatconcentratie in het effluent.



Afbeelding 4. Concentratie totaal fosfaat in het effluent (periode januari 2010 – juli 2013)



Afbeelding 5. Concentratie zwevende stof in het effluent (periode januari 2010 – juli 2013)

Om de zwevendstofverwijdering te verbeteren zijn de volgende aanpassingen van belang gebleken:

Allereerst is het op tijd in plaats van op druk spoelen van de filters, in combinatie met een relatief korte looptijd (dus hoge spoelfrequentie) belangrijk om de vuilophoping in het filter te beperken. Hiermee wordt voorkomen dat zwevende stof (gedeeltelijk) 'doorslaat' en bijdraagt aan de totaalfosfaatconcentratie in het effluent.

Daarnaast is gebleken dat een goede regeling van de aluminiumdosering, met name in het lage bereik, tot een stabiel doseerregime en een verminderd chemicaliënverbruik leidt, zonder dat de prestaties verminderen. Een aparte doseerpomp, die functioneert in het lage bereik, verdient daarvoor de voorkeur.

Verder is van belang dat de fosfaat- en zwevendestofbelasting van de filters niet te hoog wordt om een goede filterwerking te kunnen realiseren: het effluent van de nabezinktanks moet voldoen aan de eerder genoemde maximale vrachten. Hierbij hebben de beheersing van de slibbezinkbaarheid en de afstemming van de aanvoergemalen een belangrijke rol gespeeld.