



Nico Wortel, Grontmij

Ruud van Dalen, Waterschap Veluwe

Peter van Alphen, Visser & Smit Hanab

Eerste Nederlandse Automatic Backwash Filter in Harderwijk

Vooruitlopend op de aangescherpte lozingsnormen vanuit de Kaderrichtlijn Water groeit vanuit de Nederlandse waterschappen de aandacht voor verdergaande zuivering van rwzi-effluent. Voor Waterschap Veluwe was verdergaande fosfaatverwijdering in 2005 aanleiding om een innovatief onderzoek uit te laten voeren naar nageschakelde zandfiltratietechnieken. Naast de bekende dubbellaags discontinuë- en continue zandfilters is een test uitgevoerd met het Automatic Backwash Filter (ABWF): een voor Nederland relatief onbekende techniek die de voordelen van beide filtratietechnieken in zich heeft¹. Eind 2007 volgde de vraag om een ontwerp en realisatie van de effluentfiltratie en nabezinktank voor de rwzi Harderwijk. Komende maand wordt de installatie in Harderwijk officieel geopend.

De proefinstallatie.



Naast de bouw van het Automatic Backwash Filter komen er bij rwzi Harderwijk ook voorzieningen om de nieuwe installatie in te passen in de bestaande zuivering, waaronder de bouw van een extra nabezinktank en aanpassing en uitbreiding aan het bestaande verdeel- en leidingwerk. Daarnaast wordt de infrastructuur aangelegd voor de voeding en het spoelwater van en naar het Automatic Backwash Filter.

Het patent op het oorspronkelijke ontwerp is eind jaren '60 verlopen, waardoor in het buitenland inmiddels meerdere uitvoeringsvormen bestaan. Kenmerkend voor dit zogeheten cellenfilter zijn de lage oppervlaktebelasting met daarbij horende uitstekende filtraatkwaliteit, relatief lage bouwhoogte (= gunstig energieverbruik), lage bouw- en onderhoudskosten en het eenvoudig spoelsysteem. Omdat per cel wordt gespoeld, zijn geen (grote) bufferkelders nodig voor schoon en vuil spoelwater. Ook ontbreken de zeer grote pompen, blowers, pijpen en kleppen die bij een behoorlijke maat filters horen. Bij de originele conventionele ABWF-uitvoering zijn de afzonderlijke cellen enkellaags, die alleen met water worden gespoeld en vaak zonder expansie. Omdat de toelaatbare vuilbelasting hierdoor beperkt is (oppervlaktefiltratie), wordt het ABWF in het buitenland toegepast voor niet al te kritische filtratieprocessen, met name voor het verwijderen van zwevend stof met een beperkt rendement, te denken valt aan 50 tot 80 procent. Tijdens buitenlandse werkbezoeken is een tiental knelpunten in de conventionele bouwwijze geconstateerd,

waardoor de operationele kosten hoger kunnen uitvallen dan begroot en de bedrijfsvoering niet optimaal is²⁾.

Het vernieuwde en inmiddels beproefde Nederlandse ontwerp, dat op rwzi Harderwijk wordt gebouwd, heeft afgerekend met deze geconstateerde knelpunten. Het betreft een tweetal filters met een wateroppervlak van elk circa 180 m², die met deze afmetingen tot de grootste ter wereld behoren. Met behoud van de oorspronkelijke kenmerken betreft het nu een dubbellaagse uitvoering, die is voorzien van luchtspoeling naast de voor een ABWF typerende waterspoeling en beweegbare brugconstructie. Hierdoor is het mogelijk om de afzonderlijke cellen beurtelings optimaal te spoelen. Dat kan op basis van tijdsinterval en/of oplopende bovenwater-/bedweerstand.

Naast een uitstekende filtraatkwaliteit, vooralsnog primair gesteld voor verdergaande verwijdering van fosfaat uit het rwzi-effluent, biedt het ontwerp door de luchtspoelmogelijkheid veel flexibiliteit voor mogelijk toekomstig aangescherpte effluent-eisen. Bovendien blijft het filtermateriaal zeer lang bruikbaar. Hierbij valt vanuit de Kaderrichtlijn Water bijvoorbeeld te denken aan verwijdering van nitraat, stikstof, zware metalen, pesticiden, medicijnen/hormoonverstorende stoffen en zwevend stof.

Het filterbed is een vast zand-/hydro-antracietbed met een hoogte van circa 120 cm en een breedte van 5,5 meter. Over een lengte van 35 meter is het filter opgedeeld in 'cellen' van 70 cm gescheiden door stijve tussenwanden. Door het geringe oppervlak per cel zijn de investeringen voor buffering van schoon en vuil spoelwater met bijkomende kosten voor (grote) blowers en spoelpompen en leidingen niet aan de orde. Voor deze toepassing is de filtersnelheid bij ABWF met vier tot zeven meter per uur laag gekozen in vergelijking tot bijvoorbeeld dubbellaagsfiltratie (acht tot twaalf meter per uur). Later uitgevoerd onderzoek toonde aan dat ook ruim hogere filtersnelheden met een ABWF mogelijk zijn.

Om tegemoet te komen aan de eisen van het waterschap, een spoelwaterlozing van maximaal 150 kubieke meter per uur bij een zuiveringscapaciteit van 1.900 kubieke meter per uur, is er op de rwzi Harderwijk voor gekozen om het benodigde filteroppervlakte te scheiden in twee filterunits met elk 43 gelijkwaardige cellen.

Het effluent wordt vanuit de aanvoerleiding middels twee zijwaartse aanvoergoten over de afzonderlijke filtercellen verdeeld. Om fosfaat adequaat te verwijderen, wordt uitgegaan van dosering van metaalzouten aan de afloop van de nabezinktanks, waardoor vlokken worden gevormd die het (opgeloste) fosfaat binden. Om zeker te zijn van juiste vlokvormingscondities gedurende transport en verdeling vanuit de aanvoergoten, wordt de bovenwaterstand geregeld door een in hoogte verstelbare afsluiter en het water door gekalibreerde openingen in het filter geleid. De vlokken worden in het ABWF uit het water gefilterd en middels spoelwater afgevoerd. Vervolgens komt



het spoelwater in contact met actief slib, waarna (weer) nabezinking plaatsvindt. De filtercellen worden neerwaarts doorstroomd. Hierbij vervangt dieptefiltratie (deels) de oppervlakfiltratie (deels). Het kraakheldere fosfaatarme filtraat verzamelt zich in de filtraatgoot en stroomt weg naar de Veluwerandmeren. De lage fosfaatbelasting zal de algengroei daar sterk beperken. Beoogd wordt om in de afloop van het ABWF een jaargemiddelde gehalte P-totaal te krijgen van maximaal 0,2 mg/l.

De afzonderlijke cellen worden beurtelings gespoeld door het afpompen van het bovenwater. Hiertoe plaatst men met een verrijdbare spoelbrug een speciale kap over de betreffende filtercel, zodat vuil spoelwater zich niet kan verspreiden over het gehele filterbed. Het benodigde spoelwater wordt

onttrokken vanuit de filtraatgoot en in tegenstroom door het filterbed verpompt. Door de geringe spoelcapaciteit en opvoerhoogte per cel wordt gewerkt met kleine spoelpompen en een blower op de spoelbrug. Een gelijkmatige stroming onder het filter en voldoende weerstand van de spoeldoppen voorkomt verstoring van het filterbed door wervelstromingen. Door de introductie van lucht tijdens de spoelcyclus (bij discontinue vastbed dubbellaagsfiltratie al circa 100 jaar algemeen toegepast) is de ABWF nu voor complexere filtertoepassingen in te zetten met behoud van de eigen specifieke kenmerken.

Tijdens het ontwerp is grote aandacht besteed aan de procestecnologische aspecten van fosfaatverwijdering door middel van coagulatie, flocculatie en

De gecallibreerde invoergaten voor goede vlokvorming.





De spoelbrug.

filtratie met een ABWF. Na de dosering van vlokmiddel bij hoge turbulentie neemt in het aanvoersysteem de energiewaarde (G-waarde) in het water steeds verder af, zodat gevormde vlokjes niet worden afgebroken door een plotselinge vergroting van turbulentie, want een eenmaal afgebroken vlok met daaraan geadsorbeerde fosfaat slaat door het filtermateriaal heen. De energiewaarde in het systeem is gekalibreerd bij zowel hoge als lage belasting van de filters en zowel bij hogere als lagere bovenwaterstand; het filterproces werkt namelijk in eerste instantie met enige oplopende bovenwaterstand. Hiertoe zijn de invoergaten boven de cellen speciaal gedimensioneerd en is de energie-inbreng op basis van de geëigende energieformules berekend voor alle omstandigheden. Vlokken mogen ook niet te groot of te klein zijn. Te grote vlokken verstoppen de bovenlaag van het filter, te kleine vlokken slaan door.

Een tijdens de proefperiode ontwikkeld spoelprogramma zorgt ervoor dat het zandfilter gedurende vele jaren ongestoord in bedrijf wordt gehouden en het filtermateriaal niet vervuult. Dit waarborgt een optimale filtraatkwaliteit en gaat verspilling van energie door minimalisatie van de spoelwater- en spoelluchthoeveelheid tegen. Bij het spoelen is uitgebreid rekening gehouden met de hydraulische omstandigheden onder de filterbodem, zodat slechts een zeer gering drukverschil over de

lengte van de filterbodem ontstaat (Wet van Bernoulli). Dit levert, samen met de gekozen weerstand in de filterdoppen, een optimaal spoelproces op. Een iets te groot drukverschil - het gaat hier om centimeters waterkolom - zorgt voor een slecht spoelproces, waarbij zand rondwervelt en vuil dieper het filter in trekt. Dit is vaak een oorzaak van het ontstaan van 'mudballs', waarvan de aanwezigheid desastreus uitpakt op de goede filterwerking.

Na het spoelen van één of meerdere cellen is de situatie boven het filter zodanig dat een relatief groot verschil tussen bovenwaterstand en filtraatniveau ontstaat en één of meerdere cellen schoon zijn. Deze schone cellen hebben een geringere weerstand tegen filtratie (hogere k-waarde) en produceren derhalve meer filtraat dan de andere cellen; afhankelijk van de bovenwaterstand. Met behulp van de Wet van Darcy ($V_f = k \times i$) kan gecalculeerd worden dat deze productie zo vier tot zes maal zo hoog is en daarmee dus ook de filtratiesnelheid. Het rendement op de verwijdering van fosfaat bij deze snelheden (tot 30 m/h) is iets geringer dan bij de ontwerpsnelheden, maar nog altijd goed. Omdat de celproductie hoger is dan de aanvoer, daalt de bovenwaterstand en nemen de filtersnelheden over het gehele filter af, waardoor een evenwichtssituatie ontstaat bij de lage ontwerpsnelheid met een superieure filtraatkwaliteit. De iets mindere filtraatkwaliteit van

de net gespoelde cellen wordt ruimschoots gecompenseerd door de zeer goede kwaliteit van de overige cellen. Op basis van calculatie blijkt dat in het slechtste geval de gemiddelde filtraatkwaliteit van 0,12 mg/l fosfaat (proefonderzoek) gedurende korte tijd op 0,16 mg/l fosfaat uitkomt, hetgeen nog ruimschoots binnen de gehanteerde normen ligt.

Zoals eerder aangegeven is het huidige ontwerp van het ABWF vooralsnog bedoeld voor verwijdering van fosfaten uit rwzi-effluent. In het ontwerp is echter al in ruime mate rekening gehouden met mogelijke toekomstige eisen aan filtraat vanuit de Kaderrichtlijn Water.

LITERATUUR

- 1) Wortel N. en R. van Dalen (2007). Zandfiltratie op rwzi Harderwijk; een innovatief onderzoek. Neerslag nr. 1.
- 2) Wortel N., R. van Dalen en L. Schoenmakers (2007). Oude wijn in nieuwe zakken bij filtratie op rwzi's. Neerslag nr. 3.