



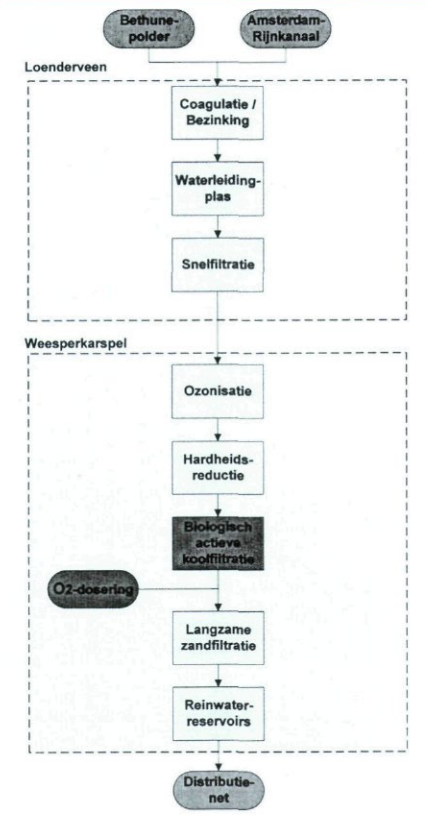

Verbeterde zuurstofdosering na de actief koolfiltratie bij GWA

J. Louter, Gemeentewaterleidingen Amsterdam
L. Kors, Gemeentewaterleidingen Amsterdam
H. van Lunsen, Gemeentewaterleidingen Amsterdam
H. Mars, Gemeentewaterleidingen Amsterdam

In de periode april – september wordt op de vestiging Weesperkarspel na actieve koolfiltratie zuurstof gedoseerd in het koolfiltraat. Aanvankelijk zijn voor deze zuurstofdosering poreuze roestvrijstalen doseerlansen gebruikt. Naast een laag rendement van 20 –30 procent bleek de controleerbaarheid van de zuurstofdosering hiermee slechts beperkt mogelijk. Teneinde de controleerbaarheid en het rendement van de zuurstofdosering te vergroten zijn in de periode 1997-1998 de doseerinstallaties vervangen door installaties gebaseerd op het 'venturi-mixer'-systeem van Hoek Loos/Linde. De verandering van de wijze van zuurstofdosering heeft geresulteerd in een goede controleerbaarheid van de zuurstofdosering in het koolfiltraat. Het doseerrendement is gestegen naar 70 – 90 procent waardoor een aanzienlijke besparing op het jaarlijkse zuurstofverbruik is gerealiseerd.

De Rivier-Plassenwaterleiding van de Gemeentewaterleidingen Amsterdam behandelt water afkomstig uit de Bethunepolder en het Amsterdam-Rijnkanaal (Afb. 1). Na de voorbehandeling in Loenderveen welke bestaat uit coagulatie, een verblijf in de Waterleidingplas en snelfiltratie, wordt dit voorgezuiverde water getransporteerd naar Weesperkarspel waar het verder wordt behandeld tot drinkwater. Op de vestiging Weesperkarspel is sinds 1992 de biologisch actieve koolfiltratie (BACF) operationeel. Deze techniek is in combinatie met de voorgeschakelde ozondosering een krachtig instrument voor het verwijderen van organische stof en microverontreinigingen door biodegradatie en adsorptie.

Afb. 1: Zuiveringsschema van de vestigingen Loenderveen en Weesperkarspel



De bacteriologische activiteit in de koolfilters zorgt voor zuurstofconsumptie tijdens het filtratieproces. Deze consumptie is in de winter gering (2-3 mg/l) maar loopt in de zomer op tot 6-7 mg/l. Ter compensatie wordt daarom in de periode april - september zuurstof gedoseerd in het koolfiltraat.

Op Weesperkarspel staan civieltechnisch gezien twee type koolfilters:

- koolfilters 'Noord' (1-12). Dit zijn voormalige snelfilters welke verbouwd zijn tot koolfilter. Zowel de even genummerde als de oneven genummerde filters zijn voorzien van een filtraatafvoerkanaal waarin zuurstof wordt gedoseerd.
- koolfilters 'Zuid' (13-26). Deze filters zijn nieuw gebouwd en voorzien van één filtraatafvoerleiding waarin zuurstof wordt gedoseerd.

Zuurstofdosering (oude situatie)

Aanvankelijk zijn poreuze roestvrijstalen doseerlansen gebruikt (doorlaat: 5-7 µm). Hiermee wordt zuurstof in de vorm van kleine zuurstofbelletjes in de koolfiltraatafvoerleiding gebracht. Helaas bleek slechts een doseerrendement van maximaal 20 - 30 procent mogelijk. Dit resulteerde soms in een zuurstofconcentratie in het koolfiltraat na dosering van 3-4 mg/l terwijl gestuurd wordt op minimaal 6-7 mg/l. Om een enigszins acceptabele eindconcentratie te krijgen, moest een enorme overdosering gebezigd worden. Dit zorgde voor ophoping van zuurstof in de koolfiltraatafvoerleiding wat bij ongecontroleerd vrijkomen potentieel gevaarlijk kan zijn. Teneinde de controleerbaarheid te vergroten, het doseerrendement te verbeteren en daardoor het zuurstofverbruik te verminderen is de doseertechniek in de jaren 1997-1998 gewijzigd.

In dit artikel zal alleen de gewijzigde wijze van zuurstofdosering bij de koolfilters 'Zuid' (13- 26) behandeld worden.

Zuurstofdosering (nieuwe situatie)

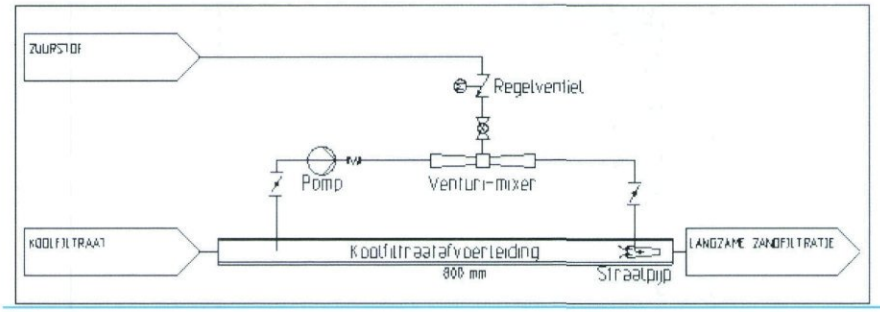
Ter vervanging van de oude doseerinstallaties, uitgevoerd met poreuze roestvrijstalen doseerlansen, zijn in 1997 en 1998 een drietal doseerinrichtingen geplaatst gebaseerd op het 'venturi-mixer'-systeem van Hoek Loos/Linde. Voor dit systeem is destijds gekozen vanwege het minimale benodigde ruimtebeslag, de goede bestuurbaarheid, de lage investeringskosten in vergelijking met traditionele oververzadigingstechnieken en de lage operationele kosten.

Zuivere zuurstof wordt met deze techniek in-line gedoseerd in een deelstroom afkomstig uit de koolfiltraatafvoerleiding (afb. 2). Deze deelstroom wordt door een venturi (een vernauwing in de leiding) en een statische menger gepompt. In deze vernauwing wordt via een massaflowmeter zuivere zuurstof gedoseerd. De met zuurstof verrijkte deelstroom wordt vervolgens via een straalpijp, welke in de koolfiltraatafvoerleiding is ingebouwd, weer toegevoegd aan het koolfiltraat. In de straalpijp wordt onderdruk gecreëerd door de uittredende deelstroom. Hierdoor wordt zuurstofarm water uit de hoofdstroom aangezogen. Door optredende turbulentie wordt menging van de deelstroom met de hoofdstroom bewerkstelligd.

Enkele technische gegevens van een nieuwe doseerinrichting staan in tabel 1.

Stuurbaarheid en rendement

Teneinde de stuurbaarheid en het rendement van de zuurstofdosering volgens het nieuwe principe te verifiëren zijn enkele proeven uitgevoerd waarbij de dosering stapsgewijs



Afb. 2: Vereenvoudigde technische lay-out van het nieuwe zuurstofdoseersysteem

is gewijzigd. Tussen deze stapsgewijze verandering is een tijdsinterval van 4 uur gekozen zodat een nieuwe evenwichtsconcentratie van zuurstof bereikt wordt.

Na het instellen van een nieuwe waarde (setpoint voor de zuurstofdosering) is vrijwel direct een wijziging te zien in de zuurstofconcentratie van het koolfiltraat. Dit is in afbeelding 3 grafisch weergegeven.

Het doseerrendement varieert (op grond van monitorwaarden) tussen 70 en 90 procent.

De nieuwe zuurstofdoseerinstallaties gebaseerd op het 'venturi-mixer'-principe hebben bijgedragen aan een betere bedrijfsvoering (afb. 4). Sinds de introductie in 1998 is gedurende de maanden waarin gedoseerd wordt (april - september) een zuurstofconcentratie in het koolfiltraat van minimaal 6-7 mg/l eenvoudig haalbaar.

Kosten en baten

Na de introductie van het nieuwe zuurstofdoseerprincipe is het zuurstofverbruik voor heel Weesperkarspel gedaald van 220.000 kg in 1997 naar 67.000 kg in 2000 en 55.000 kg in 2001. Hiermee wordt een besparing van respectievelijk 69 en 75 procent bereikt. Dientengevolge zou bij een eventuele vervanging van de zuurstofopslag, een uitvoering met een kleinere voorraadtank kunnen worden gekozen. Dit werkt positief door op het energieverbruik en de huurprijs van zo'n installatie.

Bij de gekozen doseertechniek moet een aanzienlijke hoeveelheid energie worden gestopt in de circulatiepomp (100 m³/h bij 11 mwk en bij een pomprendement van ca 70 procent gedurende 6 maanden per jaar). Per doseerstraat is dit dus ongeveer 4 kW ofwel 10.000 kWh/jaar.

Voor alle 3 doseerstraten is het energieverbruik dus ca. 30.000 kWh/jaar.

In de periode april - september wordt zuurstof gedoseerd in ca. 13 miljoen m³ koolfiltraat. Het relatieve energieverbruik van de zuurstofdoseerinstallatie is dus ca. 2,3 Wh/m³.

De vereiste investering in de installatie was destijds ca. fl. 75.000 (ca. fl. 25.000 per doseerstraat). In vergelijking met alternatieve oververzadigingstechnieken zijn deze investeringskosten laag. Tevens zijn de exploitatiekosten gering en is het ruimtebeslag minimaal.

Door de effectiviteit van het doseersysteem aangaande het zuurstofverbruik, verdient deze investering zich in ca. vijf jaar terug. Deze gegevens staan ook in tabel 2.

Tabel 1: Technische gegevens van het zuurstofdoseersysteem

Debiet koolfiltraat	ca. 1900 m³/h
Diameter koolfiltraatafvoerleiding	ø 800 mm
Snelheid in koolfiltraatafvoerleiding	ca. 1 m/s
Debiet deelstroom	ca. 95-110 m³/h
Opvoerhoogte deelstroom	ca. 11 mwk
Zuurstofdosering	ca. 0 - 5 kg/h
Diameter injectiestuk venturi	ø 70 mm uitwendig, ø 64 mm inwendig (uitgevoerd met 15 gaatjes rondom met een diameter van 4,5 mm)

Conclusie en discussie

De vervanging van de poreuze roestvrijstalen doseerlansen door een nieuwe zuurstofdoseerinstallatie gebaseerd op het 'venturi-mixer'-principe van Hoek Loos/Linde, levert een belangrijke bijdrage aan de goede stuurbaarheid van de filtraatkwaliteit van de actief koolfilters op Weesperkarspel.

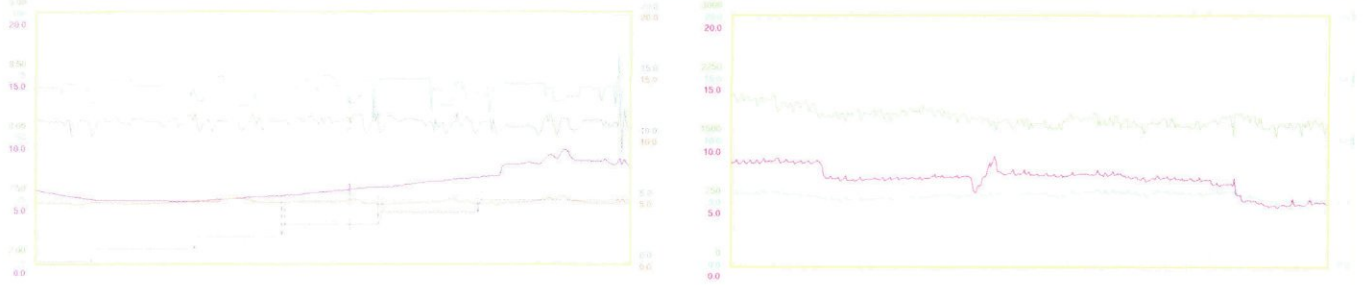
Deze in-line dosering kon door het kleine ruimtebeslag redelijk eenvoudig ingepast worden in de bestaande zuiveringsinstallatie.

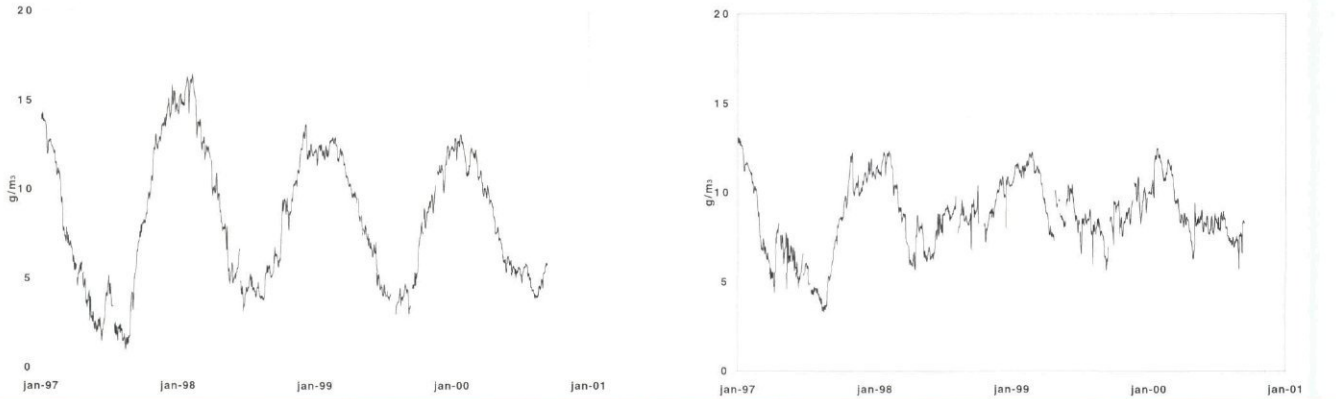
Het rendement van de zuurstofdosering bij de koolfilters is gestegen van 20 -30 procent bij toepassing van de poreuze roestvrijstalen doseerlansen naar 70 -90 procent met het 'venturi-mixer'-doseersysteem. Daarom kan gedurende de periode april - september een minimale eindconcentratie van 6-7 mg/l in het koolfiltraat eenvoudig worden gehaald. Tevens is de ongewenste ophoping van zuurstof in de koolfiltraatafvoerleiding grotendeels verholpen.

Het jaarlijkse zuurstofverbruik is sinds de introductie drastisch gedaald met zo'n 75 procent.

Door de rendementsverbetering van de zuurstofdosering en de relatief lage exploitatiekosten is de terugverdientijd van deze installatie circa 5 jaar.

Afb. 3: Meetgegevens proefneming





Afb. 4: Zuurstofconcentratie voor en na koolfiltratie

Tabel 2: Kosten, besparingen en terugverdientijd

Investeringskosten drie 'venturi-mixer'-doseerinstallaties	circa fl.75.000
Besparing op O_2-verbruik t.o.v. O_2-verbruik in 1998 (fl.0,16 1/kg)	circa 160.000 kg/jaar / circa fl.24.500 1/jaar
Extra energieverbruik circulatiepomp (fl.0,11 1/kWh)	circa 30.000 kWh/jaar / circa fl.3.300 1/jaar
Terugverdientijd van de investering	circa vijf jaar