

Watercirculatie oplossing voor zuurstoftekort stedelijk water?

Arnold Osté (RPS advies- en ingenieursbureau), Hilde Ketelaar en Hella Pomarius (waterschap Rivierenland)

Waterschap Rivierenland beschikt op meerdere locaties over circulatiesystemen in stedelijke watergangen. Wat het effect hiervan is op de zuurstofconcentraties in het water is onvoldoende bekend. Daarom heeft RPS in opdracht van het waterschap een praktijkproef uitgevoerd in drie stedelijke kernen. Hiervoor zijn vorig jaar zomer met intensieve veldmetingen de zuurstofconcentraties op de route in het circulatiesysteem in beeld gebracht. Daaruit blijkt dat het circuleren van water een nivellerend en verlagend effect heeft op de concentraties. Dit artikel beschrijft de zoektocht naar oplossingen die een grotere kans van slagen hebben.

Het verbeteren van de zuurstofhuishouding in stedelijk water gebeurt meestal met het doorspoelen van 'gebiedsvreemd water' en door het circuleren van water. In Culemborg, Driel en Papendrecht zorgen gemalen in de zomerperiode voor watercirculatie. Deze circulatiesystemen zijn speciaal aangelegd voor de zuurstofhuishouding. De werking van de systemen verschilt per plaats. In Papendrecht draait het gemaal elke nacht automatisch een paar uur met een tijdschakelaar. In Culemborg wordt bij lange, droge perioden en hoge temperaturen (> 20 °C) het gemaal (met beluchter) handmatig een paar uur in de middag aangezet. En in Driel werkt het gemaal onder *real time* aansturing van een zuurstofmeter. Bij te lage zuurstofconcentraties gaat het gemaal aan. Zowel in Papendrecht als Culemborg zijn twee fontein en aanwezig.

In een praktijkproef in deze drie plaatsen heeft RPS advies- en ingenieursbureau de effecten van de watercirculatie bepaald. Het doel van deze praktijkproef is niet alleen kennis vergaren over de zuurstofhuishouding binnen de systemen. Er is ook gekeken naar het optimaliseren van de werking van de systemen. Verder is in beeld gebracht hoe te komen tot een praktische en duurzame oplossing voor problemen met zuurstof in stedelijk water.

Stuurfactoren

Verschillende biotische en abiotische processen beïnvloeden de zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater. Zuurstof kent allereerst een dag- en nachtritme. Waterplanten en algen zorgen overdag voor een netto zuurstofproductie. 's Nachts is alleen sprake van zuurstofverbruik. Hierdoor stijgt overdag het zuurstofgehalte, terwijl het 's nachts weer daalt. De minimumconcentratie wordt bereikt vlak voordat het 's morgens weer licht wordt.

Kroos blokkeert het zonlicht voor onderliggende waterplanten. Deze planten krijgen hierdoor weinig zonlicht en produceren overdag weinig zuurstof. Naast zonlicht blokkeert kroos ook de uitwisseling van zuurstof tussen het water en de atmosfeer. Verder vindt zuurstofverbruik plaats door sediment en organische stof in de waterkolom. Ook zuurstofarme kwel en het zuurstofverbruik door ijzerrijke en/of ammoniumrijke kwel kan relevant zijn. Dat geldt ook voor een geringe waterdiepte. Ondiep water warmt sneller op en kan daardoor minder zuurstof bevatten.

Om de meest effectieve maatregelen te bepalen, willen we weten welke factor of factoren de grootste invloed hebben in een bepaald systeem.

Lage zuurstofconcentraties kunnen leiden tot vissterfte, problemen voor macrofauna en stankoverlast. Ook vindt nalevering plaats van fosfaat uit de waterbodem onder zuurstofarme condities. Hierdoor kunnen eutrofiëringsproblemen, zoals overmatige groei van kroos, algen en flab (clusters van drijvende draadalgen) ontstaan of verergeren. De temperatuur heeft sterke invloed op de processen die zuurstof verbruiken. Het probleem van lage zuurstofconcentraties doet zich dan ook met name voor in de zomer. Het waterschap hanteert als ondergrens voor zuurstof de MTR-norm van 5 milligram per liter. Daarnaast is een kritieke ondergrens voor vissterfte van 3 mg/l een veel gehanteerde norm.

Opzet praktijkproef

Tijdens de praktijkproef is het beïnvloedingsgebied in beeld gebracht. Zo zijn de zuurstofconcentraties en de omvang van het zuurstofprobleem op de route in het circulatiesysteem geïnventariseerd. Het gaat hierbij om dag- en nachtritme en ruimtelijke spreiding met en zonder werking van het circulatiegemaal en/of beluchting. De vraag is tot hoever in de doorspoelroute er een meetbaar effect is op zuurstof. En of er een relatie is tussen zuurstofconcentraties en de bedekking met kroos, aanwezigheid van waterplanten, kwel en sediment.

Voor het antwoord op die vragen heeft RPS van juni tot en met september 2015 metingen uitgevoerd. Naast de zuurstofconcentratie en zuurstofverzadiging zijn ter ondersteuning de zuurgraad, het elektrisch geleidingsvermogen en de watertemperatuur gemeten. Ook zijn het doorzicht, de waterdiepte en slibdikte bepaald en de bedekkingspercentages van de watervegetatie in beeld gebracht. Ecologische veldmedewerkers voerden handmatig per kern op vijftien meetlocaties de metingen uit in zes meetronden van 's morgen zes uur tot 's avonds negen uur.

Zuurstofconcentraties in Driel

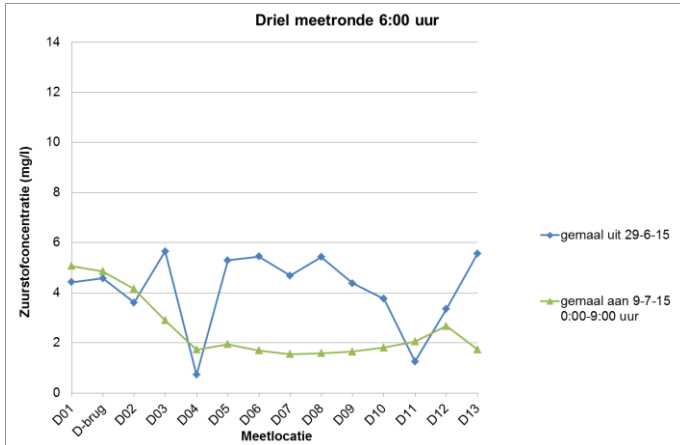
Een aantal meetresultaten van het circulatiesysteem in de nieuwbouwwijk Breekenhof in Driel zijn als voorbeeld weergegeven. Afbeelding 1 geeft de meetlocaties in Driel weer, die zijn genummerd in de stroomrichting van het circulatiesysteem. In Driel zijn drie meetdagen uitgevoerd met de drie scenario's: gemaal uit, gemaal aan 's nachts en gemaal aan 's ochtends. Het watersysteem kon zich hierop instellen, omdat het gemaal minimaal twee dagen voor de meetdag op het gekozen scenario werd afgestemd. Op alle meetdagen in Driel was het zonnig weer, waardoor de meetresultaten onderling goed vergelijkbaar zijn.



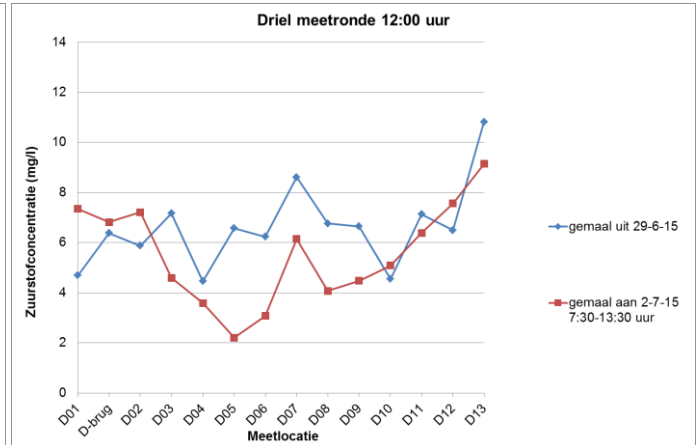
Afbeelding 1: circulatiegemaal (locatie D13) en overzicht meetlocaties

Afbeelding 2 geeft het ruimtelijke beeld van de zuurstofconcentraties tijdens de meetronde van 6:00 uur. In de grote brede waterpartij aan het begin van het traject (locatie D01, D-brug en D02) blijven de zuurstofconcentraties 's ochtends vroeg met 4-5 mg/l redelijk op orde. Bij het scenario met het gemaal de hele nacht aan (9 juli) is te zien dat alle meetwaarden verderop in het watersysteem afvlakken. Vanaf meetlocatie D04 zijn de zuurstofconcentraties al op een laag niveau onder de 2 mg/l. Locatie D04 was helemaal dichtgegroeid met ongelijkbladig vederkruid (een exoot) en flab. Tevens bevindt zich er een dikke sliblaag die in combinatie met afstervende waterplanten leidt tot een grote zuurstofvraag. Het zuurstofarme water verspreidt zich vervolgens met de stroom mee over de andere watergangen. De scenario's met het gemaal uit om 6:00 uur (29 juni en 2 juli) hebben opvallend genoeg meestal de hoogste zuurstofconcentraties.

Het nivellerend effect van het gemaal is ook te zien in de meetronde van 12:00 uur (2 juli) toen het gemaal de hele ochtend draaide (afbeelding 3). Het positieve effect van de inbreng van zuurstofrijk water (vanaf D02, de grote waterpartij) is ook op deze meetdag vanaf locatie D04 al uitgedoofd.

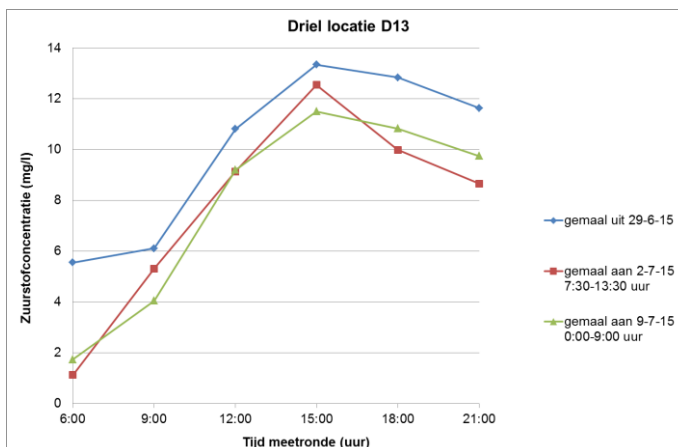


Afbeelding 2.

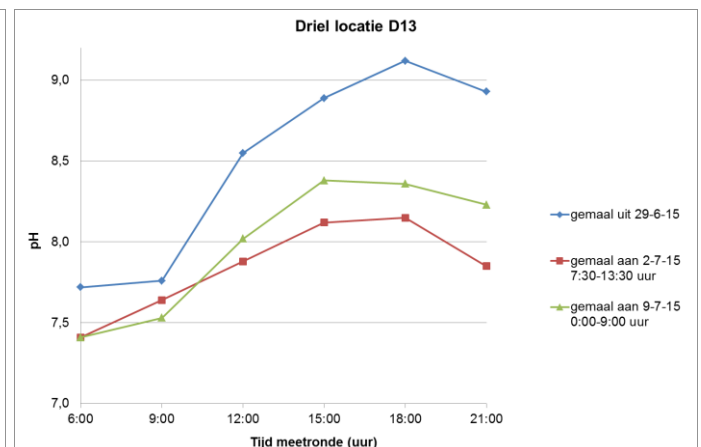


Afbeelding 3.

Het grootste verschil in zuurstofconcentraties over de dag is gemeten op het einde van het circulatiesysteem bij locatie D13. Door de enorme productie van grof hoornblad en smalle waterpest stijgen de concentraties hier van 1 naar 13 mg/l in de middag (afbeelding 4). Om 15:00 uur is op alle meetdagen sprake van oververzadiging (120-165%). De sterke productie op locatie D13 is ook terug te zien in een stijging van de pH-waarden (zie afbeelding 5). Sterke fotosynthese van ondergedoken waterplanten verhoogt de pH door onttrekking van koolstofdioxide aan het water.



Afbeelding 4



Afbeelding 5

Wat kunnen we leren over de werking van circulatiesystemen?

Het effect van het verplaatsen van zuurstofrijker water naar locaties met lagere concentraties is beperkt. Binnen 200-500 meter zijn de zuurstofconcentraties immers al gedaald naar een laag niveau. Door het circuleren verspreidt zuurstofarm water zich vervolgens over de rest van het systeem. Dit leidt tot nivellering en verlaging van de zuurstofconcentraties. Laatstgenoemde treedt waarschijnlijk op doordat zuurstofrijk(er) water wordt getransporteerd naar een locatie met een hoge zuurstofvraag.

Circuleren is alleen nuttig als het erge dips in zuurstofconcentratie kan voorkomen én goede locaties daarmee niet negatief worden beïnvloed. Dit lijkt in de praktijk nauwelijks haalbaar. Het toepassen van beluchting of de aanwezigheid van fontein zorgt slechts voor beperkte zuurstofinbreng en heeft een korte reikwijdte.

De weersomstandigheden en daarmee de productie van zuurstof hebben een grotere invloed op de zuurstofconcentraties dan de circulatiegemalen. Bij zonnig weer is er bij aanwezigheid van waterplanten en algen veel productie met hoge zuurstofconcentraties als gevolg. Tijdens zwaar bewolkte, regenachtige dagen komt de productie nauwelijks op gang en blijven de concentraties de hele dag door laag. In de brede watergangen is de zuurstofhuishouding veelal op orde ondanks het ontbreken van waterplanten. Sturende factoren zijn hier waarschijnlijk de windwerking (meer uitwisseling met de lucht) en zoninstraling (meer zuurstofproductie algen). In de smalle watergangen zijn ondergedoken waterplanten de sturende factor. De aanwezigheid van ondergedoken watervegetatie is zeer belangrijk voor een goede zuurstofhuishouding. Watergangen met honderd procent kroosbedekking hebben altijd zeer lage zuurstofconcentraties. Een goede inrichting van watergangen en een goed beheer zijn daarom cruciaal.

Het samenspel van de verschillende abiotische en biotische processen die de zuurstofconcentratie bepalen is zeer complex. Op korte afstand van elkaar kunnen de verschillen enorm groot zijn. Eén meetlocatie zegt dan ook niet zoveel over de toestand van het hele watersysteem.

Aanbevelingen

Op basis van de praktijkproef in Culemborg, Driel en Papendrecht komen de volgende aanbevelingen naar voren:

- Het advies is de circulatiegemalen in de zomermaanden voor een korte periode (circa 2-3 uur) in de middag te laten draaien. De zuurstofconcentraties zijn dan hoger, waardoor het negatieve effect veel kleiner is. Enige watercirculatie kan de vorming van flab en/of kroos voorkomen.
- Het is aan te bevelen onderzoek te doen naar de effecten van de circulatiegemalen op de nutriëntenhuishouding. Dit is nodig om een goede keuze te kunnen maken voor het wel, niet of beperkter inzetten van de gemalen. In Culemborg is namelijk de nutriëntenhuishouding aanzienlijk verbeterd sinds de aanleg van het circulatiesysteem.

Algemeen geldt dat:

- lokaal toepassen van zuurstofinjectie op slechte plekken zinvol is, maar hiervoor geldt dat de reikwijdte beperkt is.
- een goede inrichting van watergangen met flauwe oevers zonder overhangende bomen bijdraagt aan de ontwikkeling van de watervegetatie. Met name ondergedoken waterplanten zijn belangrijk voor een goede zuurstofhuishouding.
- het verdiepen en verbreden van waterpartijen een positieve invloed heeft op de zuurstofhuishouding door een groter watervolume en verbeterde uitwisseling met de lucht.
- een optimaal maaibeheer voorkomt dat watergangen helemaal dichtgroeien met één dominante soort. Ecologisch is dit niet wenselijk en ook voor de zuurstofhuishouding leidt dit tot een hoog zuurstofverbruik in de nacht. Verder is het zinvol een deel van de ondergedoken vegetatie bij het maaien te laten staan.
- lokaal kroosruimen op structurele probleemlocaties kan helpen de zuurstofconcentraties te verbeteren. Op locaties waar waterplanten ontbreken en die potentie hebben, kan het uitzetten van waterplanten wellicht bijdragen aan het maken van een goede start.

- frequenter baggeren tot de vaste bodem kan leiden tot een kleiner sedimentzuurstofverbruik en een grotere waterdiepte.
- voldoende grote duikers en het tijdig schonen van duikers nodig zijn om voldoende doorstroming te houden. Lange duikers met sediment/slib en daardoor zuurstofverbruik leiden ook tot een daling van het zuurstofgehalte. Gebruik bij voorkeur dus geen lange duikers.