Biologische monitoring van industrieel effluent: betere bewaking van waterkwaliteit

Peter van der Maas (WLN / VHL University of Applied Sciences), Bego Osuna (Centre of Expertise Water Technology), Gerhard Wubbels (WLN), Arco Wagenvoort (AqWa), Ger Notermans (Sitech Services)

Lozingen van gezuiverd industrieel afvalwater kunnen soms een bedreiging vormen voor de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Online bewaking met biologische meetsystemen (biomonitoring) kan helpen bij het vroegtijdig detecteren van veranderingen in de effluentkwaliteit die mogelijk leiden tot verhoogde toxiciteitsdruk op het ontvangende oppervlaktewater. Onderzoek door het Centre of Expertise Water Technology (CEW) en WLN heeft duidelijk gemaakt dat de selectie en implementatie van online biomonitoren ten behoeve van waterkwaliteitsbewaking maatwerk is. Dit artikel gaat in op de praktische toepasbaarheid van biologische bewakingssystemen op het effluent van de Integrale Afvalwater Zuiveringsinstallatie (IAZI) van Sitech in Geleen.

Sitech Services B.V. in Geleen zuivert afvalwater in de Integrale Afvalwater Zuiveringsinstallatie (IAZI) van een groot aantal fabrieken op het Chemelot-industriepark. Het effluent van de installatie wordt via een zijtak van de Ur op de Maas geloosd. Bekend is dat een wisselende vuillast op de IAZI, bijvoorbeeld als gevolg van storingen en onderhoudstops (start-up of shut-down) van fabrieken, effect kan hebben op de biologische zuiveringscapaciteit, en dus op de kwaliteit van het effluent.
De borging van de effluentkwaliteit kan worden verbeterd door implementatie van een Early Warning Systeem (EWS). Als onderdeel van dit EWS, is Sitech voornemens om online biomonitoring te implementeren op het effluent van de IAZI. De biomonitoring is gericht op het vroegtijdig signaleren van wijzigingen in de effluentsamenstelling die mogelijk een significant hogere toxiciteit veroorzaken in het ontvangende oppervlaktewater.

Bij de selectie van de biomonitor(en) zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Gevoeligheid: het systeem is voor het IAZI-effluent qua gevoeligheid minimaal vergelijkbaar met andere typen biomonitoren voor oppervlaktewater die in Nederland in gebruik zijn.
- Betrouwbaarheid: het systeem geeft geen aantoonbare vals negatieve of vals positieve alarmen.
- Snelheid: het systeem verliest geen tijd aan voorbewerking van de monsterstroom.
- Eenvoud: het systeem is eenvoudig te onderhouden en te bedienen door IAZI-operators van Sitech.
- Robuustheid: het systeem werkt tenminste 95% van de tijd, ongeacht de omstandigheden.
- Continuïteit leverancier: het systeem wordt geleverd door een betrouwbare partij, waarvan wordt verwacht dat deze over 5 jaar nog steeds ondersteuning kan bieden.

Op dit moment is een beperkt aantal online biomonitoren op de markt beschikbaar. Daarbij worden verschillende testorganismen en meetprincipes toegepast, zoals fotosynthese-remming (algen), afname van bioluminescentie (bacteriën), afwijkend zwemgedrag (watervlooien, vissen, vlokreeften) en afname van respiratie (bacteriën). Na een expertbeoordeling leek een systeem gebaseerd op een verandering van het zwemgedrag van vlokreeften perspectief te bieden, met name vanwege de relatieve eenvoud van het systeem. Omdat in de literatuur nog weinig informatie beschikbaar is over de gevoeligheid van de vlokreeft voor verontreinigingen die voor Sitech relevant zijn, is deze

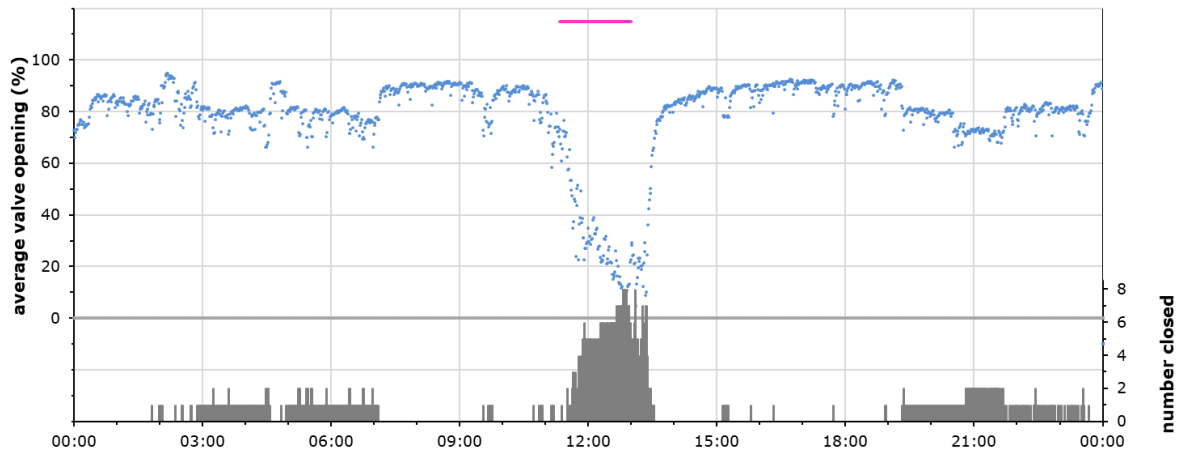
gevoeligheid op laboratoriumschaal onderzocht en vergeleken met de watervlo door middel van EC50-metingen (EC50 is de concentratie waarbij 50% van de testpopulatie afwijkend gedrag vertoont, in dit geval inactivatie, niet meer bewegen). Daaruit bleek dat de gevoeligheid van de vlokreeften voor acute toxiciteit, veroorzaakt door componenten die relevant zijn voor de situatie Sitech, in dezelfde orde van grootte ligt als die van watervlooien. Op basis van het geobserveerde bewegingsgedrag van de vlokreeften, is echter geconcludeerd dat de kans op vals positieve alarmen in deze toepassing relatief groot is. Daarom is overgestapt op de verkenning van een ander systeem: de Mosselmonitor®.

Mosselmonitor®

Het principe van Mosselmonitor® is gebaseerd op het detecteren van afwijkende patronen in het openen en sluiten van mosselschelpen. Mosselen sluiten hun schelpen wanneer de waterkwaliteit slecht is of afwijkt van normaal. In de Mosselmonitor wordt van acht mosselen iedere minuut de afstand tussen de schelpen gemeten door middel van inductie. In de zomer van 2018 is de monitor oriënterend getest in het Waterapplicatiecentrum (WAC) in Leeuwarden. Daar bleek dat mosselen gevoelig zijn voor verstoring van de waterkwaliteit van het effluent van de IAZI door toevoeging van kleine hoeveelheden influent (1 – 2 % op volumebasis). Wel bestonden nog onzekerheden over succesvolle implementatie in de praktijk, met name met betrekking tot (a) het langetermijngedrag van de mosselen bij IAZI-effluent (blijven de mosselen vitaal tijdens een lange periode) en (b) adequate instellingen voor de alarmen. Daarom is besloten om duurtesten uit te voeren op locatie om de toepasbaarheid van de Mosselmonitor in situ te testen en te demonstreren.

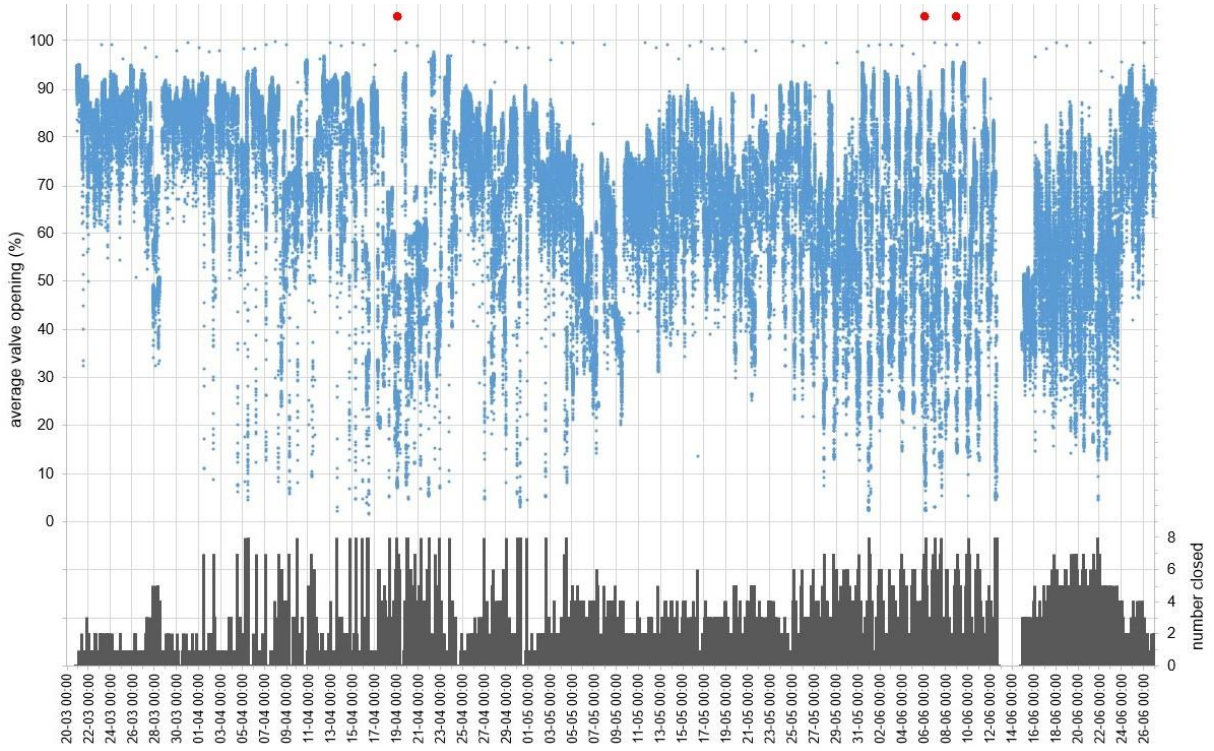
Duurtesten

Uit deze duurtesten (voorjaar en zomer 2019) is gebleken dat de monitor stabiel functioneert op het IAZI-effluent in situ. De mosselen blijven onder normale omstandigheden vitaal gedurende periodes van minimaal zes weken. Daarnaast is bevestigd dat de Mosselmonitor gevoelig is voor verstoring van de in situ-effluentkwaliteit. Tijdens het onderzoek is meerdere keren een verstoring gecreëerd door het toevoegen van lage concentraties IAZI-influent aan het effluent. Bij mengverhoudingen van 1 tot 3% (v/v) was een groter aantal mosselen gesloten dan onder reguliere omstandigheden (zie afbeelding 1). Na het beëindigen van de dosering gingen de mosselen weer open.

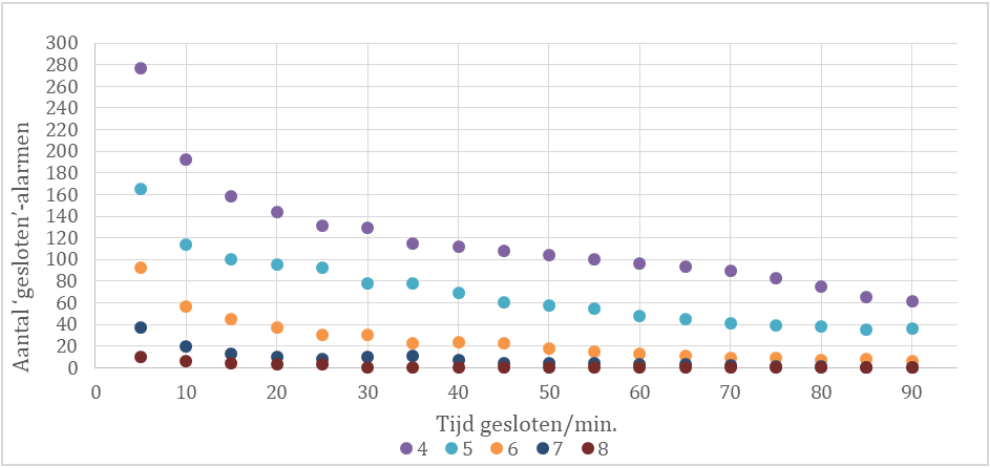


Afbeelding 1. Effect van dosering van influent (3% v/v) aan effluent op het patroon van de klepstand van de mosselen en het aantal gesloten mosselen. De magenta lijn geeft de periode van de dosering aan

De gevoeligheid van het biologische bewakingssysteem wordt in de praktijk mede bepaald door de instellingen van alarmen. Het 'close-alarm' lijkt het meest relevant voor de situatie van Sitech. Dat wil zeggen dat alarmen worden geactiveerd op het moment dat een bepaald aantal mossels gelijktijdig gesloten blijft tijdens een bepaalde tijdsduur. Het aantal mossels (van de acht) en de duur van gelijktijdige sluiting zijn hierbij de instelbare parameters. De gevoeligheid neemt, evenals de kans op vals-positieve alarmen, af als het aantal mosselen dat wordt meegenomen hoger is en/of de sluitingsduur toeneemt. Afbeelding 2 toont de gemiddelde klepopening (0 – 100% open) en het aantal mossels (1 – 8) dat gelijktijdig dicht is over de onderzoeksperiode van ruim drie maanden. Met deze data kan de relatie worden bepaald tussen enerzijds de instellingen 'sluitingsduur' en 'aantal mossels gelijktijdig gesloten', en anderzijds het aantal alarmen (afbeelding 3). De optimale alarminstellingen variëren per situatie c.q. locatie. In het geval van de IAZI van Sitech zullen de instellingen ter goedkeuring worden voorgelegd aan het bevoegd gezag.



Afbeelding 2. Gemiddelde klepopening (0 – 100% open, gemiddelde van 8 mossels) en het aantal mossels dat gelijktijdig dicht is (1 – 8) over de onderzoeksperiode van ruim drie maanden bij het effluent van de IAZI van Sitech. Bij een alarm-instelling van '7 mossels tegelijkertijd gesloten gedurende 60 minuten', zouden in deze periode drie alarmen zijn gegenereerd (rode stippen). Perioden voor onderhoud en testen zijn niet meegenomen in de data.



Afbeelding 3. Relatie tussen enerzijds de instellingen 'aantal mossels gelijktijdig gesloten' en 'duur van gelijktijdige sluiting' en anderzijds het aantal gegenereerde alarmen in de onderzoeksperiode van ruim drie maanden bij het effluent van de IAZI van Sitech

Conclusie

De Mosselmonitor heeft de testen voor de situatie van de IAZI van Sitech goed doorstaan. De mosselen blijven vitaal wanneer ze continu worden blootgesteld aan effluent en ze tonen duidelijk afwijkende klepstandpatronen (meer mosselen sluiten gelijktijdig) bij verslechterende waterkwaliteit (door toevoeging van onbehandeld influent). Daarmee is de basis gelegd voor een nog betere kwaliteitsbewaking door vroegtijdige detectie van afwijkingen, ook indien de specifieke stoffen (nog) niet bekend zijn.

Dankbetuiging
De auteurs bedanken Pedro da Silva (CEW), Marije Strikwold (VHL University of applied sciences) en Mieneke Bosman (WLN) voor hun bijdrage aan het onderzoek.