

Zuurstofregeling in de aquacultuur

Visteelt onder gecontroleerde condities neemt snel toe. Door automatisering, mogelijk gemaakt door gebruikmaking van computers, kunnen de condities in de visteelt worden geoptimaliseerd; automatiseringsapparatuur maakt het mogelijk de vitale parameters te meten en te regelen.

Een parameter die essentieel is voor optimaal bedrijf betreft het meten en regelen van de hoeveelheid opgeloste zuurstof in het water. Noodzakelijk hiervoor is een meetsysteem dat absoluut betrouwbaar is, ook op lange termijn. Dit geldt met name voor de sensor van de zuurstoftransmitter. Door de intensieve visteelt is het noodzakelijk de fysische parameters te meten en te regelen om een optimale visproductie te verkrijgen (verbeterde voedselopname, betere gezondheid, lagere vissterfte).

De zuurstofconcentratie en de pH-waarde zijn de belangrijkste parameters, die continue gemeten dienen te worden.

Deense experimenten hebben aangetoond dat de behoefte aan voedsel met 25 procent toeneemt wanneer het zuurstofgehalte van 5 mg/l naar 7 mg/l stijgt.

Andere experimenten in Denemarken hebben aangetoond dat de groei/voedsel verhouding met 40-50 procent afneemt bij een zuurstofdaling van 5 mg/l in plaats 7-8 mg/l.

Behalve dat vervuiling sterk wordt tegengegaan door zuurstofregeling, kan er ook een aanzienlijke energiebesparing behaald worden.

De actuele zuurstofbehoefte is steeds afhankelijk van de navolgende factoren:

- Zuurstofconcentratie in het water;

- Activiteitsniveau van de vis;
- Grootte en hoeveelheid van de vis;
- Wordt de vis gevoerd;
- Is het voedsel verteerd.

In een etmaal varieert het zuurstofgebruik met een factor 2 tot $2^{1/2}$. Indien ook het zuurstofgehalte in de aanvoer varieert met een factor 2, varieert dus het totale gehalte met een factor 2—5.

Experimenten uitgevoerd door het Deens Aquacultuur Instituut hebben tevens aangetoond dat het door middel van zuurstofmetingen en respiratie metingen ook mogelijk is om stress-symptomen in een zeer vroeg stadium te localiseren. Ook kan de actuele groei worden bepaald aan de hand van het totale zuurstofgebruik.

In-line zuurstofmeting heeft vele voordelen:

- Mogelijkheid tot het verhogen van de productie;
- Risico van vissterfte door zuurstoftekort wordt drastisch verkleind;
- Mogelijkheid tot energiebesparing;
- Reduceren van de voedselkosten, doordat dit beter wordt geconsumeerd;
- De vis neemt meer voedsel op wanneer de zuurstofconcentratie optimaal is; hierdoor wordt de groei vergroot;
- Zuurstofmeting geeft extra informatie omtrent het functioneren van de kwekerij.

Het meten en regelen van het zuurstofgehalte hangt echter volkomen samen met de betrouwbaarheid van de zuurstoftransmitter, waarvan de sensor met de meetcel het hart vormen.

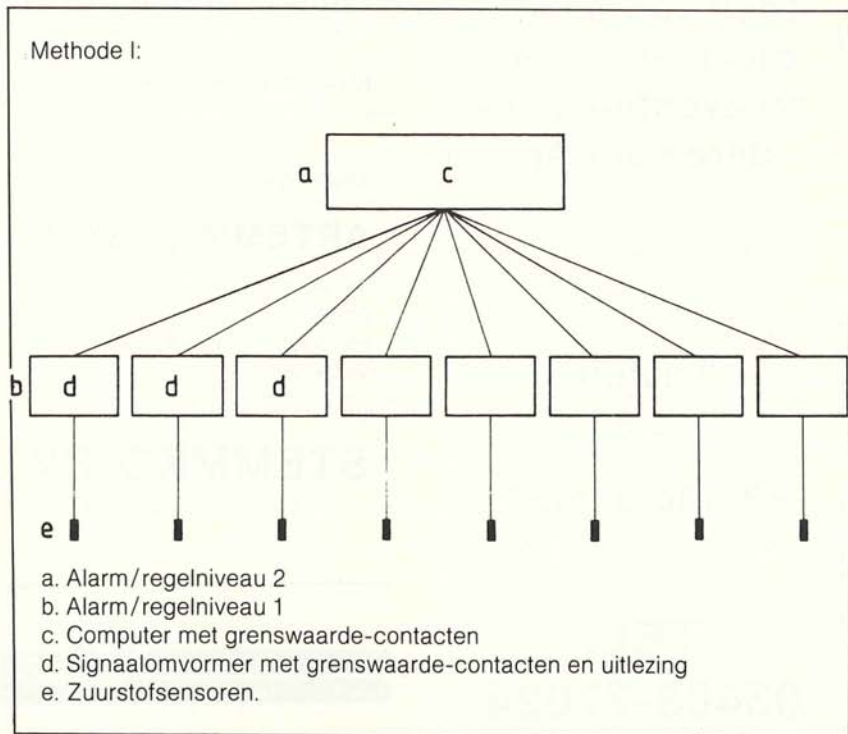
Het slecht functioneren van een sensor kan voor de viskwekerij fatale gevolgen hebben.

Optimaal functioneren vraagt daarom een kant en klare meetcel die borg staat voor een betrouwbare meting over een lange periode en niet behoeft te worden gereinigd met chemicaliën.

Regelsysteem:

Wanneer een hoge betrouwbaarheid en stabiliteit op lange termijn vereist is, moet aan voorwaarden worden voldaan.

Het systeem moet eenvoudig zijn en gemakkelijk te onderhouden. Maar ook moeten minimaal twee alarm/regelniveau's (decentraal en centraal) aanwezig zijn, mogelijk in de vorm van een voorkeur systeem. Verder moet alarm/regelniveau 1 altijd voorkomen vóór het punt waar de signalen van de transmitters samengevoegd worden in een centrale unit (computer, multiplexer, etc). Tenslotte mogen werking en betrouwbaarheid niet afhankelijk zijn van door de gebruiker aangebrachte veranderingen of gepleegd onderhoud aan de vitale delen van het systeem (met andere woorden de zuurstofsensoren). Om een meetsysteem op te zetten zijn er drie basismethoden.



Afb. 1. Zuurstofregeling inclusief sensoren, signaalomvormers en computer

Een systeem opbouwen volgens bovenstaande methode geeft de volgende voordelen:

A. Onderhoud en service zijn eenvoudig, daar iedere sensor op alarmniveau 1 een signaal omvormer heeft met een uitlezing en grenswaardecontacten.

Het aflezen kan hier direct geschieden terwijl het ook mogelijk is te zien of de grenswaarden overschreden zijn.

B. Het systeem heeft twee alarm/regelniveau's. Indien het computersysteem faalt (alarm/regelniveau 2) zal de signaalomvormer (alarm/regelniveau 1) ervoor zorgen dat er voldoende zuurstof in het systeem blijft. Tevens blijft de alarmfunctie gehandhaafd.

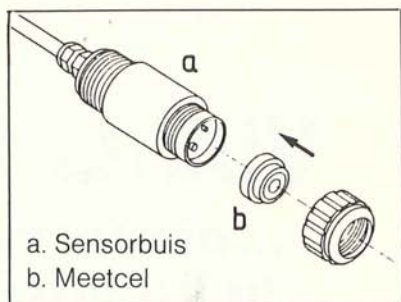
Indien er een defect optreedt aan een van de signaalomvormers of sensoren zal de computer een afwijkend functioneren signaleren.

C. Alarmniveau 1 is onafhankelijk van het functioneren van een gezamenlijke unit (multiplexer, computer).

Dit impliceert dat de betrouwbaarheid van het systeem aanzienlijk hoger is dan wanneer de sensoren direkt op een gezamenlijke unit aangesloten zouden zijn (bijvoorbeeld een gezamenlijke multiplexer voor alle sensoren).

D. De sensor is opgebouwd uit twee delen zoals getoond in afbeelding 2; een sensorbuis en een meetcel, die geen regeneratie behoeft. Met andere woorden de gebruiker behoeft geen membraan te vervangen, anode en kathode schoon te maken met chemicaliën, elektrolyt te vervangen enzovoort.

Het enige dat behoeft te worden gedaan is de meetcel (b) in zijn geheel vervangen. Deze behandeling vergt ongeveer 2 tot 3 minuten terwijl het regenereren van een conventionele meetcel 2 tot 3 uur vergt.

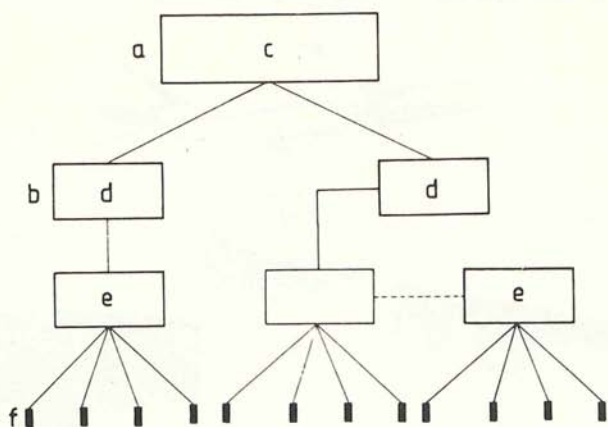


Afb. 2: De zuurstofsensor bestaat uit twee delen, de sensorbuis en de meetcel. De meetcel kan eenvoudig vervangen worden zonder gereedschap.

Aanvullende voordelen voor het sensorstelsel uit afbeelding 2 zijn:

- Regeneratie met chemicaliën is niet nodig, waardoor het onderhoud geen speciale proceskennis vergt;
- Hoge herhalingsnauwkeurigheid. De meetcel is kant- en klaar. Dit houdt in dat plaatsing van het membraan en aanvullen met chemicaliën (elektrolyt) onder optimale fabrieksomstandigheden geschieden;
- Het belangrijkste gedeelte van het meetstelsel, de sensor (meetcel) is altijd 'nieuw' — ook nog na 10 jaar. Afhankelijk van de zuurstofconcentratie dient de meetcel één of twee keer per jaar vervangen te worden. Dit verzekert een goede en betrouwbare meting op lange termijn;
- Nulpuntsinstelling is niet nodig;
- Kathode, anode en elektrolyt kunnen niet vervuilen, daar het membraan een geheel vormt met de sensor (dit in tegenstelling tot systemen met O-ringen en pakkingen). Doordat het een geheel vormt kan er in de meetcel geen water komen;
- Drukveranderingen (geen drukschokken) hebben geen invloed op de meting, daar zich geen lucht in de meetcel bevindt;
- Correcte temperatuurcompensatie voor

Methode II:



- a. Alarm/regelniveau 2
- b. Alarm/regelniveau 1
- c. Computer met grenswaarde-contacten
- d. Signaalomvormer met uitlezing en grenswaarde-contacten
- e. Multiplexer met 4-8 kanalen
- f. Zuurstofsensoren.

Afb.3: Zuurstofregelsysteem met sensoren, multiplexer 4-8 kanalen, signaalomvormers en computer. Het systeem heeft 2 alarmniveau's, met het eerste niveau na de multiplexer.

het membraan is mogelijk omdat de kracht waarmee het membraan op de cel gelijmd wordt, bekend is.

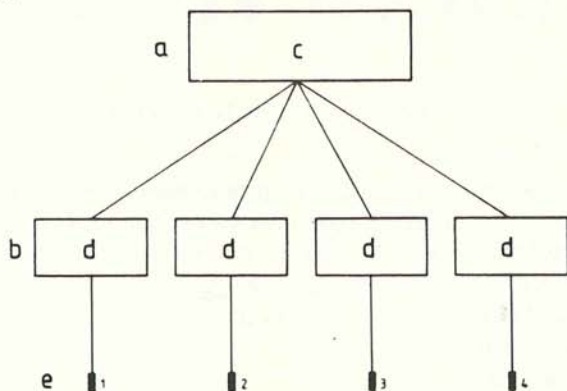
De methode in afbeelding 3 heeft bijna dezelfde voordelen als methode 1, met uitzondering van:

- Niet elke individuele sensor heeft een eigen aanwijsinstrument;
- De grenswaarde-contacten van de sensoren aangesloten op een multiplexer hebben dezelfde instelling;
- Als alternatief kan een sample-and-hold-unit op de multiplexer worden aan-

gesloten, zodat het alarm/regelniveau 1 'gedeeltelijk' een continu signaal per sensor geeft;

- Controle (foutlokalisering) van de sensor en signaalomvormer is minder gemakkelijk dan wanneer elke sensor een eigen signaalomvormer heeft;
- Wanneer de multiplexer uitvalt, vallen de sensoren eveneens uit;
- Van de sensoren wordt slechts een discontinu signaal verkregen. Dit impliceert dat een complexer systeem vereist is op niveau 1.

Methode III:



- a. Gedeeltelijk alarm/regelniveau 2
- b. Alarm/regelniveau 1
- c. Voorkeurfunctie
- d. Signaalomvormer met uitlezing en grenswaarde-contacten
- e. Zuurstofsensoren

Afb. 4: Zuurstofregelsysteem met sensoren een alarmniveau en een tweede gedeeltelijk alarmniveau.

Het meet/regelsysteem is zodanig opgebouwd dat sensor 3 de zuurstoftoevoer kan starten via een voorkeursysteem. Sensor 1 en 2 geven de correcte zuurstofconcentratie weer en sensor 3 is verder stroomafwaarts in de viskwekerij geplaatst. Indien sensor 3 een te lage zuurstofconcentratie registreert zal de zuurstoftoevoer gestart worden, onafhankelijk van het feit dat normaliter sensor 1 de aanvoer stuurt. Zelfs in het geval dat sensor 1 buiten gebruikt

raakt, is voldoende zuurstoftoevoer gegarandeerd, echter niet noodzakelijkerwijs economisch optimaal. Vergeleken met het systeem getoond in afb. 3 liggen de kosten van afbeelding 4 lager, echter de beveiligingsgraad is ook lager. Een voordeel van afbeelding 4 is dat het onderhoud gemakkelijk is en dat het systeem opgebouwd is uit minder componenten. Dit kan soms de voorkeur genieten boven een geavanceerd meetsysteem.