

# Voortschrijdend systeemontwerp

DOOR IR. E. HAKEN, CATVIS

**Betreft samenvatting 3e lezing met titel 'Voortschrijdend systeemontwerp'.**

**In aansluiting op de verhalen van de heren Schuilenburg en Speekenbrink wordt nagegaan of het systeemontwerp van palingkwekerijen in de pas loopt met de nieuwste ontwikkelingen uit de praktijk.**

Dat in Nederland een enorme ontwikkeling op het gebied van de palingteelt heeft plaatsgevonden, kan aardig geïllustreerd worden aan de hand van het feit dat een jaar of twee geleden op soortgelijke avonden met kwekers, werd gediscussieerd over onderwerpen als keuze deeg- of pelletvoeding en bijvoorbeeld keuze wilde of gekweekte pootaal. Het is onnodig te zeggen dat die discussies thans niet heroppend behoeven te worden.

Ondervormd verhaal behandelt eerst een aantal algemene aspecten betreffende waterzuivering in recirculatiesystemen waarna vervolgens gerekend wordt aan een 50-tons palingkwekerij.

## **Algemene aspecten waterzuivering in recirculatiesystemen**

Om inzicht te krijgen in de achtergronden van systeemontwerp dient eerst de vraag beantwoord te worden wat bedoeld wordt met een 'recirculatiesysteem in de visteelt'. Het antwoord luidt: een teelt- of houderij-unit voor vissen, gekoppeld aan

een waterzuiveringsinrichting, zodanig dat de waterkwaliteit in het teeltgedeelte wordt beheerst door een combinatie van zuivering en verversing. Dit is schematisch weergegeven in figuur 1.

Vervolgens dient vastgesteld te worden aan welke eisen de waterzuivering minimaal moet voldoen.

## **1. Zuurstof (O<sub>2</sub>) toevoegen**

Dit kan op de volgende manieren plaatsvinden;

a. Middels een hoge doorstroming (Q<sub>r</sub>), met beluchting van de hoofdstroom (zie figuur 2a), waarbij de maximale zuurstofconcentratie ingaand in de teeltbassins bij 25°C maximaal ca. 8 mg/l bedraagt.

b. Middels inbreng van pure zuurstof (O<sub>2</sub>) in een zuurstofreactor, geplaatst in de hoofdstroom Q<sub>r</sub> (zie figuur 2b). De zuurstofconcentratie van het ingaande water in de teeltbassins is inregelbaar met de O<sub>2</sub>-toevoer en bedraagt meestal ca. 15 à 25 mg/l, afhankelijk van de aanwezige standding stock.

c. Middels inbreng van pure zuurstof (O<sub>2</sub>) in een deel van de hoofdstroom met behulp van een zuurstof reactor (zie figuur 2c). In de deelstroom kan verrijking met zuurstof plaatsvinden tot meer dan 30 mg/l. In het teeltbassin vindt vervolgens mening plaats met de niet oververzadigde waterstroom om de concentratieverschillen zo klein mogelijk te houden en de

inbreng efficiëntie zo hoog mogelijk. Met dit systeem kunnen de waterdebieten per bassin min of meer constant worden gehouden, ook als de visdichtheden sterk verschillen per bassin.

d. Middels inbreng van pure zuurstof ( $O_2$ ) per bassin, met behulp van een zuurstofreactor in een separate deelstroom (zie figuur 2d). In dit systeem is de zuurstofconcentratie van de deelstroom variabel (aan/uit) en wordt gestuurd door een permanente zuurstofmeting in het teeltbassin.

De zuurstofelectrode kan tevens gebruikt worden voor bewakingsdoeleinden en aangesloten worden op een alarmsysteem.

## 2. Ammonium-N ( $NH_4^+-N$ ) verwijdering

Ten behoeve van de ammonium-verwijdering worden in de praktijk toegepast:

- Ondergedompeld upflow-filter zonder beluchting
- Ondergedompeld upflow-filter met beluchting
- Trickling-filter
- Biorotor.

Bovengenoemde filtertypen maken alle gebruik van een dragermateriaal waarop zich na verloop van tijd een zogenaamde biofilm ontwikkelt. Deze biofilm ontwikkelt zich als gevolg van groei van onder andere nitrificerende bacteriën, verantwoordelijk voor de ammoniumverwijdering. Deze en andere bacteriën in het filter hebben voor hun groei zuurstof nodig uit het water.

Bij voldoende ammoniumaanbod is zuurstof de beperkende factor voor de ammoniumverwijdering (uitgedrukt in gram-

men ammoniumverwijdering per vierkante meter specifieke oppervlak per dag).

Hieruit volgt dan ook dat beluchting van het water de werking van ondergedompelde upflow-filters ten aanzien van ammoniumverwijdering aanzienlijk kan verbeteren (zie figuur 3).

In trickling-filters bereikt de zuurstofconcentratie in het water al in de bovenste lagen van het trickling-filter een zekere evenwichtsconcentratie. Dit is het gevolg van de spontane c.q. gedwongen luchttek door het filter.

Deze evenwichtsconcentratie (7,6 — 8 mg  $O_2/l$  bij  $25^\circ C$ ) bepaalt de maximale ammoniumverwijderingscapaciteit van tricklingfilters (zie figuur 4).

De ammoniumverwijderings-snelheid in biologische filters wordt naast zuurstof beïnvloed door:

- temperatuur;
- pH;
- zoutgehalte;
- organische stof (BZV) belasting;
- hydraulische belasting ( $m^3$  water/  $m^2$  filter bovenoppervlak)

— eventuele behandelingen met chemicaliën of antibiotica.

## 3. Koolzuur ( $CO_2$ ) verwijdering

Koolzuurverwijdering kan op de volgende manieren plaatsvinden:

- Middels beluchting in de hoofdstroom  $Q_r$ , bijvoorbeeld:
  - met een blower en een beluchtingsbak;

— als neveneffect ten gevolge van het breken van water dat door een zeefplaat-filter valt;

— als neveneffect van een trickling-filter waar het water als het water doorheen druppelt.

b. Middels beluchting in de teeltbassins. Bijvoorbeeld met een blower en bruisstenen in de teeltbassins.

c. PH-wijziging. De pH in combinatie met de carbonaathouding van het water bepalen in hoge mate de  $\text{CO}_2$ -concentratie in het water (zie figuur 5).

Van bovengenoemde methoden is  $\text{CO}_2$ -stripping' in een tricklingfilter het meest effectief.

Beluchting in een teeltbassin met bruisstenen is op zich weinig effectief maar kan interessant zijn in systemen met hoge bezettingsdichtheden en relatief lage doorstroming. In die situaties zal beluchting de gemiddelde  $\text{CO}_2$ -concentratie in de teeltbassins iets doen dalen en bovendien schommelingen in  $\text{CO}_2$ -concentratie afvlakken.

#### **4. Deeltjes (S.S.: suspended solids) verwijdering**

In de praktijk worden de volgende principes toegepast:

a. Bezinking in de hoofdstroom (Qr), bijvoorbeeld middels een:

— platenbezinker;

— ondergedompeld upflow-filter;

— swirl-concentrator.

b. Mechanische zeef in de hoofdstroom Qr, bijvoorbeeld door middel van een:

— triangelfilter; dit is een apparaat met zeefplaten en een volautomatisch reinigingsmechanisme;

— zand, grind of bijvoorbeeld lavasteen-filter;

— upflow-filter.

Triangelfilters zijn typische bulkvangers; upflow-filters zijn in staat ook hele fijne deeltjes uit het water weg te vangen. Upflow-filters toegepast als bulkvanger maakt dat ze vaak teruggespoeld moeten worden als gevolg van dichtslibbing.

Voor de meeste van bovengenoemde filtertypen geldt dat de effectiviteit mede bepaald wordt door de mate van 'heerheid' waarmee faecaliën en eventueel voederresten het filter binnenkomen.

#### **5. Opgeloste stof (BZV) verwijderen**

Opgeloste stof, uitgedrukt als biologisch zuurstofverbruik (BZV) wordt op dezelfde manieren verwijderd als ammonium-N; dat wil zeggen middels een ondergedompeld upflow-filter, een tricklingfilter of een biorotor. Voor de afbraak van organische stof in de biofilm zijn zogenaamde 'heterotrofe' bacteriën verantwoordelijk. Deze bacteriën concurreren om het zuurstof dat de biofilm binnendringt als gevolg van een concentratieverschil.

Aangezien de afbraak van organische stof relatief gemakkelijk tot stand komt ('heterotrofe' bacteriën kunnen dus beter concurreren), vindt de dimensionering van biologische filters plaats op basis van ammoniumverwijdering.

Voor de theoretische achtergronden van de werking van biologische filters kan verwezen worden naar het binnenkort te verschijnen proefschrift van ir. J. Boven-deur.

## REKENVOORBEELD 50 TONS PALINGKWEKERIJ

Uitgangspunten:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| * 50 ton productie/jaar                 | gem. aanwas van 137 kg/dag        |
| * stel gem. s.g.s. 0.8% dag             | gem. standing stock 17.125 kg     |
| * stel gem. v.c. 1,8                    | gem. voedergift 247 kg/24 uur     |
|   | max. voedergift ca. 310 kg/24 uur |
| * gem. O <sub>2</sub> cons./kg voer     | 450 gram O <sub>2</sub> /kg voer  |
| * gem. NH <sub>4</sub> -N prod./kg voer | 30 gram/kg voer.                  |

Met behulp van bovenstaande uitgangspunten kan berekend worden:

### 1. Biologische filter

- Gegeven: — goede voorverwijdering s.s.;
- hydraulische belasting 150 — 200m/dag;
- pH — 7.5 & temp. ca. 25° C.

Geldt: ammonium omzettingsnelheid in de praktijk ca. 0.3 — 0.4 g/m<sup>2</sup>.

$$\text{Volgt: } \frac{310 \text{ kg voer } \% 30 \text{ g N/kg} = 31000 \text{ m}^2/200 = 155 \text{ m}^3}{0,3 \text{ g N/m}^2} \quad \text{filtermateriaal}$$

### 2. Debiet t.b.v. zuurstofinbreng

Gegeven: O<sub>2</sub>-verbruik  $\frac{310 \text{ kg} \times 450 \text{ g O}_2/\text{kg}}{24 \text{ uur}} = 5800 \text{ g O}_2/\text{uur}$ .

| <u>Systeem</u>                             | <u>A</u>                      | <u>B</u>                      |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| zuurstoftoevoeging middels                 | beluchtingsbak                | zuurstofreactor               |
| toedienen van                              | lucht                         | puur zuurstof O <sub>2</sub>  |
| O <sub>2</sub> -conc. ingaand teeltbassin  | max. 8 g/m <sup>3</sup>       | var. bv 21 g/m <sup>3</sup>   |
| O <sub>2</sub> -conc. uitgaand teeltbassin | gew. <u>6 g/m<sup>3</sup></u> | gew. <u>6 g/m<sup>3</sup></u> |
| O <sub>2</sub> -concentratieverschil       | 2 g/m <sup>3</sup>            | 15 g/m <sup>3</sup>           |
| min. benodigd debiet (m <sup>3</sup> /uur) | 5800/2-2900<br>====           | 5800/15=387<br>==             |

### 3. Teeltoppervlak houderijsysteem

Gegeven: huidige gemiddelde bezettingsdichtheid ca. 50 kg/m<sup>2</sup>.

Volgt: te installeren teeltoppervlak:

$$\frac{\text{standing stock} = 17125 \text{ kg} = 343 \text{ m}^2 \text{ teeltoppervlak}}{\text{gem. dichtheid } 50 \text{ kg/m}^2} = =$$

## Toekomst

Een gemiddelde houderijdichtheid van 50 kg/m<sup>2</sup> is goed mogelijk. In de praktijk blijkt dat een gemiddelde houderijdichtheid van 70 kg/m<sup>2</sup> ook goed gaat.

De consequenties voor de waterzuivering zijn weergegeven in de navolgende tabel.

|   |        |        |
|---|--------|--------|
| gem. houderijdichtheid (kg/m <sup>2</sup> )                                   | 50     | 70     |
| teeltoppervlak (m <sup>2</sup> )  | 343    | 343    |
| gem. standing stock (kg)  | 17.100 | 23.800 |
| filtermateriaal (m <sup>3</sup> )   | 155    | 217    |
| min. debiet t.b.v. de zuurstofinbreng (O <sub>2</sub> ) (m <sup>3</sup> /uur) | 387    | 542    |
| productiecapaciteit (ton/jaar)  | 50     | 70     |

## Conclusies

- De verhouding tussen m<sup>2</sup> geïnstalleerd teeltoppervlak en zuiveringscapaciteit zal veranderen, dat wil zeggen meer zuiveringscapaciteit per m<sup>2</sup> teeltoppervlak.
- De productiecapaciteit per m<sup>2</sup> teeltoppervlak zal navenant toenemen.
- De investeringen per kg productiecapaciteit zullen iets lager worden.

Bristol Channel Fisheries Ltd  
Suppliers of eel fry

**EEL FINGERLINGS**  
2 grams

AVAILABLE  
JANUARY/FEBRUARY

CONTACT:

123, Hempsted Lane, Cloucester.  
GL26JY England. Telephone:  
(0452)23534 fax: (0452)310294 te-  
lex 43356 EVIKG



**RENDABEL PALING MESTEN  
BEGINT MET**

**VITAAL<sup>®</sup> POOTAAL**

- Gegarandeerd vrij van zwemblaasworm.
- Gehele jaar door leverbaar.
- Keuze uit vier gewichtsklassen.

POOTAALKWEKERIJ

**JAN JANNINK**

Enschede telefoon 053-613195