

Deskstudie Bedrijfsverzamelgebouw voor Aquacultuur

Wout Abbink, Noortje Ros en Ainhoa Blanco Garcia
Rapport C174/13



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Stichting ZIGZAG
Edisonweg 41 A5
4382 NV Vlissingen

Publicatiedatum:

11 november 2013

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V13.2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	5
2. Kennisvraag.....	6
3. Methoden.....	7
4. Resultaten.....	8
5. Conclusies.....	20
6. Kwaliteitsborging.....	21
Referenties.....	22
Verantwoording.....	23
Bijlage A.....	24

Samenvatting

Stichting ZIGZAG heeft de indruk dat er in Zeeland behoefte is aan een bedrijfsverzamelgebouw voor aquacultuur. Het voormalige mijnendepot in Veere is als gebouw beschikbaar om deze functie te vervullen, en is qua ligging en vormgeving geschikt.

Het doel van deze studie is een beeld te geven van de mogelijke inrichting en de kosten voor diverse aquacultuur teeltvormen in het gebouw. Daarnaast om aan te geven of de waterkwaliteit rondom het beoogde complex hiervoor geschikt is.

Er zullen door Imares modellen van systemen voor verschillende typen aquacultuur worden aangeleverd:
zilte groentekweek,
(pelagische) viskweek,
platviskweek,
algenkweek,
schelpdierkweek,
een hatchery/nursery,
Hierbij horen de randvoorwaarden rondom oppervlakte per systeem, apparatuur, huisvesting (klimaat), watervoorziening, energieverbruik en personeelsuren wanneer de systemen draaien.

De eenmalige watermonstering suggereert dat het water geschikt is voor gebruik voor aquacultuur, en zijn geen sterk afwijkende waarden gevonden voor stikstofhoudende componenten en zware metalen, al blijft voorbehandeling noodzakelijk. Voor een gedegen analyse voor de geschiktheid van het water voor aquacultuur moet de waterkwaliteit gedurende een lange tijd gemeten worden, waarbij ten minste de vier seizoenen meegenomen worden in de analyse. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met aspecten als pleziervaart, toerisme, scheepvaart, industrie, bebouwing en landbouw. Kwekers willen een constante waterkwaliteit met zo min mogelijk fluctuaties, omdat dit negatieve effecten heeft op het systeem en de dieren. Kwekers hebben hierdoor een sterke voorkeur voor diep grondwater.

Onafhankelijk van het type systeem zijn een pomp- en leidingsysteem om het water binnen te halen, voorbehandeling van het water en een noodgenerator noodzakelijk. Daarnaast is voldoende personeel met een goede technische en biologische kennis nodig.

De kosten van de RAS zijn enigszins afhankelijk van het type systeem en de soort waarvoor deze bedoeld is, maar zijn vergelijkbaar. Er zijn veel overeenkomsten in de generale bouw, zoals kweektanks, filtersystemen, pompen, waterbehandeling, warmteregulatie en zuurstofvoorziening. Voor een RAS (of algensysteem) van ongeveer 15 m² moet rekening gehouden worden met € 20.000-25.000,- aanschafkosten, en ongeveer € 10.000,- aan jaarlijkse onderhoudskosten (inclusief personeel). In een dergelijk systeem kan tot 1.5 kilo voer per dag verwerkt worden.

Kleinere systemen voor bijvoorbeeld een hatchery/nursery zijn goedkoper, maar zijn in de praktijk alleen te gebruiken in combinatie met algenkweek en vergen relatief veel personeelskosten.

1. Inleiding

Probleemstelling

Stichting ZIGZAG heeft de indruk dat er in Zeeland behoefte is aan een bedrijfsverzamelgebouw voor aquacultuur als incubator voor startende bedrijven in deze sector, een centrum waarin jonge en startende bedrijven de kans krijgen om hun plannen op het gebied van aquacultuur en aanverwante sectoren in de praktijk te kunnen brengen. Daarbij speelt de coaching en het van elkaar leren een heel belangrijke rol. Ook de laagdrempeligheid voor wat betreft de kosten is belangrijk. Bij een dergelijk centrum kan onderscheid gemaakt worden in een tweetal functionaliteiten:

- Incubatorfunctie, een startend bedrijf of student krijgt ruimte en faciliteiten om een goed idee en/of plan op pilotschaal verder te ontwikkelen;
- Bedrijfsverzamelgebouw functie, een laagdrempelige bedrijfsruimte met de nodige faciliteiten voor (door)startende bedrijven.

Zeeland, als gebied van land en water, leent zich goed voor bedrijvigheid op het gebied van aquacultuur. Van oudsher heeft de provincie een meer traditionele aquacultuur op het gebied van mosselen en oesters. De laatste jaren is er een ontwikkeling gaande van nieuwe kweek- en vangstmethodieken, en de opkomst van nieuwe teelten op het gebied van schaal- en schelpdieren, vis, zilte groenten, algen en wieren.

In Zeeland zijn diverse soorten bedrijven actief met de verwerking van vis, schaal- en schelpdieren en zilte groente. Deze bedrijven hebben veel afval waarvoor momenteel nog geen duurzame goedkope oplossing voor is. In dit centrum zouden mogelijkheden moeten komen om ook hiervoor oplossingen te vinden zodat er meerwaarde gecreëerd kan gaan worden uit deze producten.



De begoogde locatie; het voormalig mijnendepot in Veere.

Er is in Zeeland een gebouw dat qua uiterlijk en ligging geschikt is om bovenstaande functies te vervullen. Het gaat om het voormalige mijnendepot in Veere, hier is voldoende ruimte en kan de monumentale uitstraling behouden blijven. Er is vers zout water in de nabijheid vanuit het Veerse Meer, al moet de geschiktheid en kwaliteit onderzocht worden. Er is waarschijnlijk ook zout grondwater, dit moet ook onderzocht worden. De locatie lijkt dus uitermate geschikt voor verwatering, kweek en hangcultures. Daarnaast is het gebouw geschikt om te combineren met uniek bezoekerscentrum. De bestaande steiger lijkt ongeschikt voor de aanvoer producten uit Veerse Meer en Oosterschelde, naar verwachting is een nieuw aan te leggen steiger nodig. Stichting ZIGZAG heeft de beschikking over nadere informatie over het gebouw en kan dit koppelen aan de informatie die in dit rapport wordt verstrekt.

Op basis van de gedane literatuuronderzoeken en de gesprekken met diverse instanties en betrokkenen zijn diverse mogelijkheden besproken die in het centrum opgenomen kunnen worden. Hieronder vallen kweekbassins voor vis, algen en wieren, schaal- en schelpdieren, zeegroenten en een hatchery/nursery. Proefopstellingen, verwerking en verpakking, een proeflokaal en of restaurant en bezoekerscentrum behoren ook tot de mogelijkheden.

Buiten langs het kanaal en in het Veerse Meer zijn ook diverse mogelijkheden om activiteiten te ontplooiën, zoals verwatering voor mosselen en oesters, hangcultures voor mosselen en oesters, zeewierkweek en viskweekopstellingen in open bakken voor bijvoorbeeld zalm en zeeforel.

Op het land kan nog een speciale ruimte (bunkerterrein) ingericht worden voor de kweek van zilte groenten (zeekraal of lamsoor), zagers of platvis.

Om de juiste keuze te maken voor de realisatie van het centrum zijn er diverse zaken die goed uitgezocht moeten worden, met name de waterkwaliteit (zout of zoet), kwaliteit afvalwater, klimaat, afvalproducten, kosten, etc.

2. Kennisvraag

Het bedrijfsverzamelgebouw moet startende ondernemers in de aquacultuur de mogelijkheid bieden om op pilot schaal te experimenteren. Het gebouw moet daarom geschikt zijn voor verschillende aquacultuur teelten. ZIGZAG wil graag weten of een bedrijfsverzamelgebouw voor aquacultuur realiseerbaar is, en heeft IMARES gevraagd om aan te geven hoe een dergelijk gebouw ingericht kan worden.

Het doel van deze studie is een beeld te geven van de mogelijke inrichting en de kosten van het gebouw waarin verschillende ruimten worden ingericht voor de diverse teeltvormen. En tevens aan te geven of de waterkwaliteit rondom het complex hiervoor geschikt is.

Er zullen door Imares modellen van systemen voor verschillende typen aquacultuur worden aangeleverd:
zilte groentekweek,
(pelagische) viskweek,
platviskweek,
algenkweek,
schelpdierkweek,
een hatchery/nursery

3. Methoden

Er zijn twee aspecten binnen dit project te onderscheiden, namelijk de beschikbare waterkwaliteit en de inrichting. Er is een eenmalige analyse van de waterkwaliteit gemaakt, en er is een beschrijving van een aantal, vooraf bepaalde, systeemtypen gegeven worden die mogelijk in het centrum terecht kunnen.

Indicatie waterkwaliteit

Er zijn op drie plekken rondom het complex en uit het Veerse Meer watermonsters genomen worden van het oppervlaktewater om een indicatie aan te kunnen geven van de waterkwaliteit (zie foto's hieronder). De monsters zijn op 16 oktober 2013 genomen door personeel van Imares in aanwezigheid van de heer Bram Maljaars.



Samplepunten 1, 2 en 3 zijn bij de steiger van het complex, Samplepunt 4 is net voorbij de monding van het Veerse Meer aan de rechterkant ten opzichte van het complex.

De watermonsters zijn doorgemeten op temperatuur, zuurstofconcentratie, saliniteit, conductiviteit (geleidbaarheid), pH, nitriet, nitraat, ammonium, fosfaat, fosfor, alkaliniteit (zuurbufferende capaciteit), kwik, lood, ijzer, cadmium, koper, nikkel, chroom en zink.

Het water is na monsternamen gefilterd met een 45 µm filter voorafgaand aan de metingen. Een deel van de analyses is ter plekke uitgevoerd door personeel van IMARES, het gaat hierbij om temperatuur, zuurstof, pH, saliniteit, conductiviteit, alkaliniteit, fosfaat en fosfor, en de stikstofcomponenten (Hach Lange DR2800 spectro-fotometer).

De concentraties zware metalen zijn met een ICP-MS (Inductively-Coupled Plasma Mass Spectrometry) bepaald bij het Institute for Water and Wetland Research (IWWR) van de Radboud Universiteit Nijmegen.

Systemen en vormen van aquacultuur

Er zijn in dit rapport modellen van de volgende typen aquacultuursystemen (RAS) aangeleverd:

- zilte groentekweek,
- (pelagische) viskweek,
- platviskweek,
- algenkweek,
- schelpdierkweek,
- hatchery/nursery.

Hierbij horen de randvoorwaarden rondom oppervlakte per systeem, apparatuur, huisvesting (klimaat), watervoorziening, energieverbruik en personeelsuren wanneer de systemen draaien. Ook zal voor de installaties een schatting van de benodigde aanschafkosten worden gegeven.

4. Resultaten

4.1 Indicatie waterkwaliteit

De analyses van de watermonsters geven een indicatie van de waterkwaliteit rondom het complex en bij de monding van het Veerse Meer. Daarnaast zijn waterkwaliteitsdata op te vragen via RWS.

Voor een gedegen analyse voor de geschiktheid van het water voor aquacultuur moet de waterkwaliteit gedurende een lange tijd gemeten worden, waarbij ten minste de vier seizoenen meegenomen worden in de analyse. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met aspecten als pleziervaart, toerisme, scheepvaart, industrie, bebouwing, landbouw, etc.

In onderstaande tabel staan de resultaten. Ondanks dat het hier om een momentopname gaat, geven de resultaten van de waterkwaliteitsmetingen toch een indicatie van de geschiktheid van het water rondom het complex.

Van vier locaties bij het complex zijn watersamples genomen;

1: steiger 1; 2: steiger 2; 3: steiger 3; 4: Veerse Meer

locatie	1	2	3	4
Temperatuur (°C)	12.5	12.8	12.5	12.2
Zuurstof (mg/l)	6.91	6.95	6.55	10.77
Saliniteit (g/l)	19.7	21.7	20.1	22.5
pH	7.12	7.42	7.59	7.50
Conductiviteit (mS/cm)	24.7	26.7	24.6	27.0
NO ₂ -N (mg/l)	0.04	0.03	0.04	0.03
NO ₂ (mg/l)	0.12	0.10	0.12	0.11
NO ₃ -N (mg/l)	1.2	0.9	2.1	1.1
NO ₃ (mg/l)	5.5	4.0	9.5	4.9
NH ₃ -N (mg/l)	0.35	0.30	0.31	0.20
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.43	0.37	0.38	0.25
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1.73	1.02	1.4	0.93
Fosfor (mg/l)	0.56	0.33	0.46	0.3
Alkaliniteit (mg/ml CaCO ₃)	200	180	200	160
Kwik (µg/l)	1.489	0	0.217	0
Lood (µg/l)	0.92	0.003	0.124	0.060
IJzer (µg/l)	1555	1748	1656	1900
Cadmium (µg/l)	0.239	0.068	0.086	0.336
Koper (µg/l)	6.80	3.68	2.95	2.43
Nikkel (µg/l)	6.23	4.68	4.67	4.78
Chroom (µg/l)	2.09	2.11	2.09	2.20
Zink (µg/l)	31.02	2.98	2.46	0.65

De zuurstofconcentratie is met waarden tussen de 6.5 en 7 g/l in het kanaal en 10.7 g/l voor de meeste vissoorten hoog genoeg, maar extra beluchtingscapaciteit is wel nodig (ook als noodvoorziening). De

zuurstofconcentratie in het kanaal zit ver onder het verzadigingsniveau, wat duidt op organische verontreiniging. Sommige soorten kunnen slecht tegen hypoxische condities, en vissen verbruiken op piekmomenten (zoals bij het voeren) meer zuurstof, waardoor de zuurstofconcentratie in de tanks snel lager kan worden.

De saliniteit en geleidbaarheid zijn wat lager dan in vol zeewater, wat een saliniteit van 30-34 g/l en een geleidbaarheid van rond de 54 mS/cm heeft. Voor het kweken van zoutwater vissen is dit over het algemeen geen probleem, de meeste vissen groeien zelfs beter bij een wat lagere saliniteit dan bij vol zeewater. Eventueel kan zeezout worden toegevoegd aan het water om de saliniteit te verhogen.

Voor pH zijn vrij grote verschillen gemeten tussen de verschillende samplepunten. Vol zeewater heeft een pH van rond de 8.2. Voor de meeste vissoorten is een iets lagere pH niet erg, maar lager dan 7.5 kan op den duur negatieve gevolgen hebben voor vissen. Regulatie is hier dus nodig.

Een belangrijk gegeven is dat de concentraties stikstofhoudende componenten (nitriet, nitraat en ammonium) laag zijn en binnen de marges die voor aquacultuur worden aangehouden vallen. Ditzelfde geldt voor de concentraties voor fosfor en fosfaat, al is het kanaal door de landbouw in de omgeving vatbaar voor verschillen in deze stoffen.

De concentraties zware metalen laten een divers beeld zien. In bijlage 1 zijn de waarden zware metalen te zien die in het kader van rijksmonitoring gemeten zijn in de Rijn, Maas en Schelde, in deze tabel staat ook de normering (VR) voor deze metalen en het MTR (Maximaal toelaatbaar risico).

Wat opvalt is dat voor een aantal zware metalen samplingpunt 1 een hogere concentratie laat zien dan de overige samplepunten. Dit kan veroorzaakt worden door de momentopname van monitoring, of door de plaats van sampling. Het gaat om de concentraties zink, kwik, lood, cadmium en koper. Voor zink en kwik liggen de waarden op dit samplepunt zelfs hoger dan de norm.

De concentraties cadmium, chroom en lood zijn op alle samplepunten lager dan de norm, de concentratie nikkel is over het algemeen iets hoger dan de geldende norm. De koperconcentratie ligt hoger dan de norm, maar is vergelijkbaar met concentraties die in de rivieren gemeten worden.

IJzer komt in (zee)water meer voor dan de andere zware metalen. Ontijzeren van water is binnen de aquacultuur een bekend verschijnsel. De concentratie ijzer in zeewater is ongeveer 1-3 µg/l, terwijl dit in zoetwater 0.5-1 mg/l is, en in grondwater kan oplopen tot 100 mg/l. De gemeten waarden van 1.5 -1.9 mg/l liggen in de range van zoetwater, waardoor ontijzeren bij het kweken van zoutwater vissen nodig zal zijn.

4.2 Systemen en vormen van aquacultuur

RAS systemen algemeen

De Nederlandse aquacultuur maakt gebruik van recirculatie systemen (RAS). Het gebruik van deze systemen is voor vis al goed ontwikkeld, terwijl voor schelpdieren en algen de implementatie nog in een experimenteel stadium verkeerd. Grote voordelen van het gebruik van RAS zijn de intensiviteit en de controle op de houderijomstandigheden. Hierdoor kunnen de vissen in hoge dichtheden gehouden worden en kan constant de optimale omstandigheden aan de dieren worden aangeboden, zodat de dieren goed groeien. Een nadeel van RAS zijn de hoge kosten, de arbeidsintensiviteit en technische kennis die nodig is om de systemen te laten draaien.

Een RAS bestaat uit houderijtanks (voor bijvoorbeeld vis of schelpdier) en een filtersysteem, waarbij het water gezuiverd wordt, zodat het weer kan worden hergebruikt. Op deze manier wordt minimaal 90% van het water opnieuw naar de houderijtanks geleid. Naast het filtersysteem zijn doorstroming,

zuurstofvoorziening, UV-filtratie, warmteregulatie en opslag (bezinking) van het afval(water) uit het systeem belangrijke componenten.

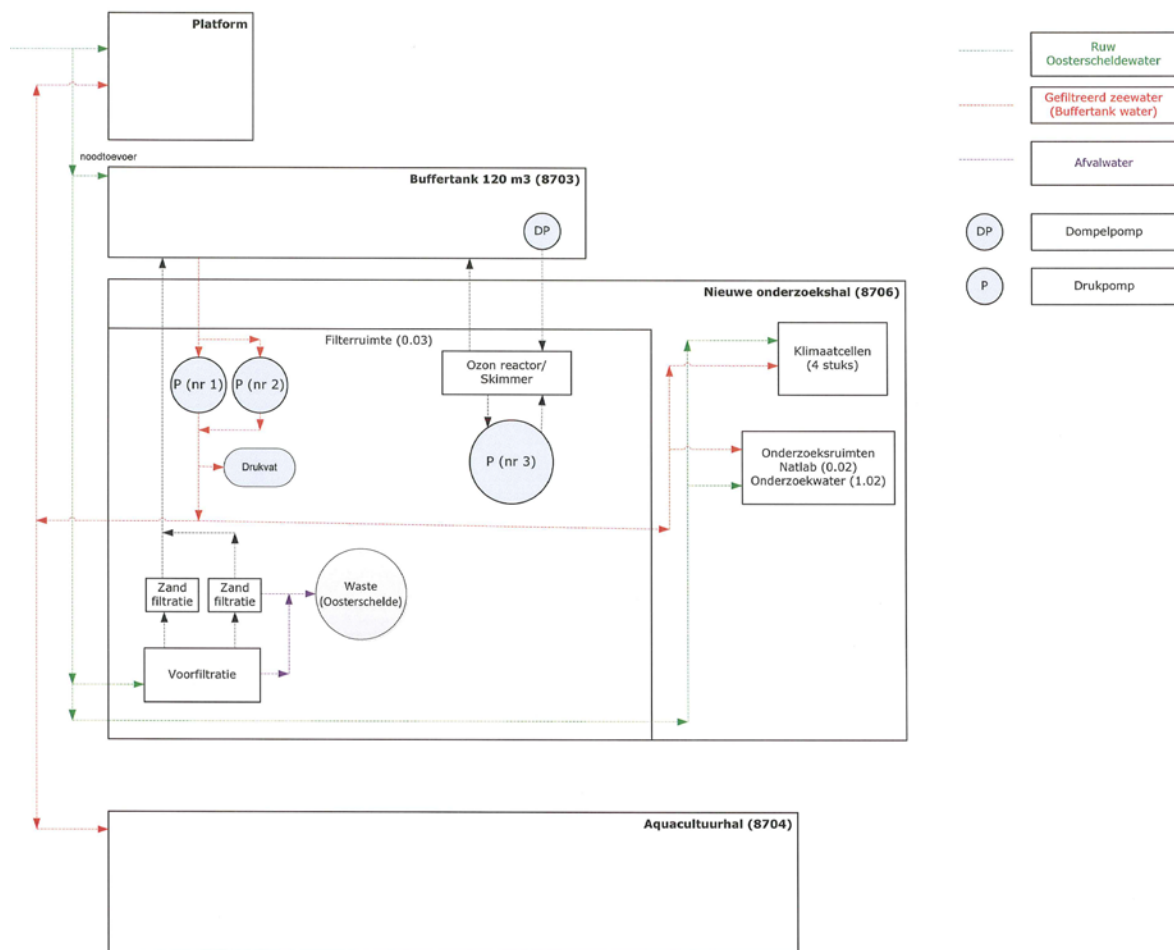
Het filtersysteem bestaat uit een bacterieel (biologisch) trickling filter om het ammonium dat door de dieren wordt uitgescheiden via nitriet om te zetten in het minder giftige nitraat (het plafond moet dus hoog genoeg zijn). Een drum-filter zorgt voor de verwijdering van vaste bestanddelen, zoals mest en voerresten, en voert dit af naar een bezinker. Een goede zuurstofvoorziening en temperatuurregulatie zijn belangrijk voor zowel een goede werking van het trickling filter als de prestatie (groei) van de dieren.

Voorfiltratie

Het water dat wordt gebruikt (bijvoorbeeld uit de Oosterschelde of het Veerse Meer) voor de systemen moet worden voorbehandeld om de dieren van water van een goede kwaliteit te voorzien.

Als voorbeeld hieronder is het schema van voorfiltratie van het water uit de Oosterschelde dat Imares gebruikt kort beschreven. Dit water wordt aangeleverd via aanvoersysteem naar het platform (linksboven in het schema) waar ook de schelpdierbedrijven aan de Korringaweg in Yerseke water aan onttrekken. Het water wordt via voorfiltratie door twee zandfilters opgeslagen in een buffertank van 120 m³. Afval wat uit de voorfiltratie afkomstig is wordt weer naar de Oosterschelde teruggevoerd. Daarnaast wordt het water in de buffertank over een eiwitafschiemer en een ozonreactor geleid (tegen bacteriën). Vanuit de buffertank wordt het water via twee drukpompen naar de systemen geleid.

De grootte van de buffertank, filters en pompen hangt uiteindelijk af van de kwaliteit van het ruwe water, het totale volume van de systemen die erop moeten draaien, en van de eisen die gesteld worden door de dieren (en hiermee ook de kosten).



Het schema van voorfiltratie van het water dat Imares gebruikt.

Noodgenerator

In geval van stroomuitval is een noodgenerator noodzakelijk om de stroomvoorziening te waarborgen voor de systemen, en daarmee de overleving van de dieren te garanderen.

De noodgenerator bij Imares is een aggregaat van 62.5 kVA met overname kast en is ingebouwd in een container. Het aggregaat is gekoppeld aan een alarmeringskast. Het maximale vermogen is ongeveer 50 kW met een maximale afname van ongeveer 90 Amp. De kosten hiervoor waren € 17.750,- exclusief het aansluiten en omleggen van de elektra.



De noodgenerator bij Imares die in het geval van stroomuitval de systemen draaiende houdt.

Kosten

De kosten voor het laten functioneren van het complex zijn grofweg onder te verdelen in personeelskosten en overige kosten.

Personeel

Het personeel zal zorg moeten dragen voor de onderhoud van de systemen, en dus voldoende technische kennis van de systemen moeten hebben. Wanneer er met dieren gewerkt wordt zal het personeel hier ook affiniteit mee moeten hebben.

Het onderhoud van de systemen bestaat uit het schoonmaken van de tanks, filters en sensoren, het onderhouden van de watertoevoer, bijhouden van de registratie en administratie van de systemen, eventueel het voeren en monitoren van de vissen, het reguleren van de waterinlaat en voorfiltratie, en het onderhouden van de hierbij behorende pompen.

Er zal met een weekendrooster en alarmdienst gewerkt moeten worden. Deze werkzaamheden kunnen natuurlijk (deels) gedaan worden door personeel van de bedrijven of studenten die in het complex komen werken, maar toch zal het personeel alle facetten moeten beheersen.

Overige kosten

Als voorbeeld voor de overige kosten om het complex te laten functioneren wordt hier de situatie van Imares aan de Korringaweg weergegeven. Het gaat hier om een indicatie van de kosten.

Deze kosten bestaan uit het onderhoud van de systemen (vooral de filters en pompen), de afschrijving van de systemen, de kosten voor het water (zeewater en leidingwater), elektriciteit, gas en allerlei kleine kosten, zoals slangen, zuurstof, kranen, pvc buizen, leidingen, netten, schoonmaakmateriaal, gereedschap, etc.

Kosten per jaar (€)

Onderhoud systemen	40.000,-
Afschrijving	50.000,-
Elektriciteit	40.000,-
Water	5.000,-
gas	12.000,-

Het complex wat ZIGZAG op het oog heeft is groter dan de faciliteiten van Imares in Yerseke en kan dus in potentie meer systemen bevatten. Daarnaast hangen bovengenoemde kosten ook af van het type systeem, de soort en de hoeveelheid vis, verwarming, voergift etc.

Een aantal bedrijven die zich bezig houden met het leveren van aquacultuursystemen en/of het onderhoud hiervan zijn hieronder weergegeven. Daarnaast zijn er ook mogelijkheden om systemen tweedehands te kopen.

Hesy; <http://www.hesy.com/home/>

Fleuren en Nooijen; <http://www.fleuren-nooijen.nl/>

Multivis; <http://www.multivis.nl/frame-home.htm>

Aquaculture Consultancy & Engineering (ACE); <http://www.ace4all.com/company>

Van Antwerpen Milieutechniek; <http://www.vambv.nl/en>

APS; <http://www.apspompen.nl/>

Imares maakt van de diensten van deze bedrijven gebruik maar geeft geen aanbeveling voor een van de bedrijven. Daarnaast zijn er ook buitenlandse bedrijven die systemen in Nederland kunnen leveren.

Systeemttypen aquacultuur

zilte groenten

Voor de teelt van zilte groente is geen recirculatiesysteem nodig zoals voor bijvoorbeeld visteelt. Zeekraal en lamsoor zijn de twee bekendste zilte groenten van Nederland. Het snijden van zilte groente vindt nog vooral plaats uit het wild, en is hierdoor in sterke mate afhankelijk van seizoensinvloeden. De laatste jaren is veel onderzoek gedaan naar de professionalisering en optimalisering van zilte groente als landbouwgewas, mede door een toenemende vraag naar deze producten en beperkingen die opgelegd worden aan snijden in het wild vanwege milieuoverwegingen.

Teelt van zilte groente in open grond is mogelijk in Zeeland waar zilt grondwater aanwezig is.

Aandachtspunten voor onderzoek zijn onder andere bemestingsbehoefte, heterogeniteit van de gewassen, onkruidbestrijding, mechanisatie, verbetering van het uitgangsmateriaal en ziekten.

De aanwezigheid van het juiste zilte grondwater is dus essentieel voor het opzetten van proefvelden voor zilte groente bij het complex. Buiten het normale groeiseizoen is teelt in kassen ook een mogelijkheid.

Door het sterk experimentele karakter van de zilte groenteteelt is het niet mogelijk een kostenindicatie te geven. Aan de ene kant lijkt het opzetten van een proefveld vrij eenvoudig voor gebruik in de zomermaanden, gebruik makend van de zilte grond in de vorm van een soort moestuin. Aan de andere kant vergt intensieve teelt jaarrond grote investeringen in de vorm van een kas.



Zeekraal (foto's Greet Blom, PRI)



Intensieve teelt onder plastic



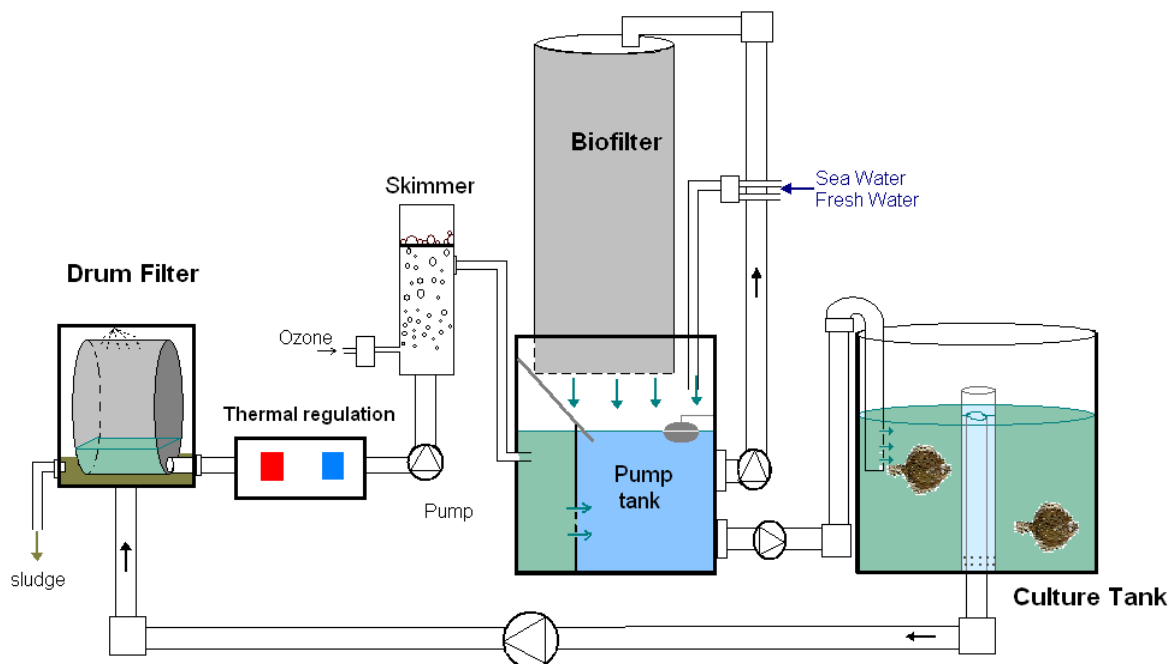
Teelt van zilte groente in kassen

Voor verdere informatie over zilte groente kan contact opgenomen worden met Plant Research International (PRI). Dit is een DLO instituut (vergelijkbaar met Imares) waar veel onderzoek gedaan wordt naar de professionalisering van de kweek van zilte groente.

Visteelt algemeen

Voor de kweek van de meeste vissoorten voldoet een 'standaard' RAS, het type wat in de Nederlandse visteeltsector wordt gebruikt, zowel voor het houden van ouderdieren, de opkweek naar marktwaardige vis, alsook voor het kweken van zogenaamde fingerlings (jonge visjes). In Nederland worden paling, meerval, snoekbaars, tarbot, steur, tilapia en yellowtail kingfish in RAS (op)gekweekt. Van deze soorten zijn de tarbot en de yellowtail kingfish zoutwater vissen.

Andere vissoorten kunnen echter ook in RAS gehouden worden, zo heeft Imares de laatste twee jaar zalmen in RAS, en kan bijvoorbeeld ook bijvoorbeeld zeebaars in RAS gehouden worden. In landen waar deze soorten veelvuldig gekweekt worden, worden de larven en jonge vissen in doorstroomsystemen of RAS gehouden totdat de vissen sterk genoeg zijn om in kooien verder opgekweekt te worden. De laatste jaren is de tendens om de vissen langer in systemen op land te houden, voordat de vissen naar kooien op zee gaan. Hierdoor wordt steeds vaker overgeschakeld op RAS in plaats van doorstroomsystemen, vanwege duurzaamheidsaspecten.



Schema van een standaard RAS bij Imares, zoals gebruikt voor viskweek (schema afkomstig van Eugene Rurangwa).

Het gebruik van RAS biedt dus volop mogelijkheden om in gesloten systemen in Nederland verschillende vissoorten in te houden.

Er zijn voor iedere vissoort verschillen in de precieze opbouw van een systeem ('fine tuning', zoals de vorm van de houderijtanks of de capaciteit van het filter). De meerval is bijvoorbeeld zeer tolerant voor ammonium in het water en kan goed tegen lage zuurstofconcentraties, maar heeft wel weer warm water nodig. Een RAS zal dus op specifieke punten aan de vissoort aangepast moeten worden.

Moderne RAS hebben sensoren die automatisch de waterkwaliteit monitoren, en dit wegschrijven in een online registratiesysteem. Daarnaast zijn alarminstellingen ingesteld die bij overschrijding van een ingestelde boven- of ondergrens voor bijvoorbeeld temperatuur via een alarmtelefoon het personeel waarschuwt. Dit systeem van sensoren en alarmering moet goed worden onderhouden (schoongemaakt en gekalibreerd) om de betrouwbaarheid te waarborgen.

Als voorbeeld zijn twee RAS van verschillende grootte weergegeven zoals deze bij Imares staan opgesteld, een zgn. blauw systeem en een zgn. grijs systeem (vernoemd naar de kleur van de filters).



Een standaard RAS bij Imares, met de watervoorziening, het controle paneel, eiwitafschuimer en warmteregulatie.

Op de foto links zijn de vistanks en het biologische filter duidelijk te zien. Links van dit trickling filter is tevens in het blauw het drum filter te zien, en het rode alarm met daaronder het controle paneel voor de waterkwaliteit.

Op de foto rechts zijn het controle paneel voor controle van de waterkwaliteit zichtbaar, en ook warmteregulatie (grijze kasten op de grond), instelbare watertoevoer, en een eiwitafschuimer.

De sensoren controleren automatisch aspecten als temperatuur, zuurstof, pH, saliniteit en geleidbaarheid. Aspecten als nitriet, nitraat en ammonium worden handmatig gemeten en in het registratiesysteem ingevoerd.

Een dergelijk blauw RAS heeft uit een volume van ongeveer 3.000 L (drie tanks van 700 L, een biofilter van 1-1.5 m³ en een drumfilter). Dit systeem heeft een oppervlakte van ongeveer 13 m². De hoeveelheid vis hangt af van de doorstroming en de maximale voergift van het systeem, dit is 1.5 kg voer per dag. Het systeem heeft in aanschaf ongeveer € 20.000-25.000,- gekost.

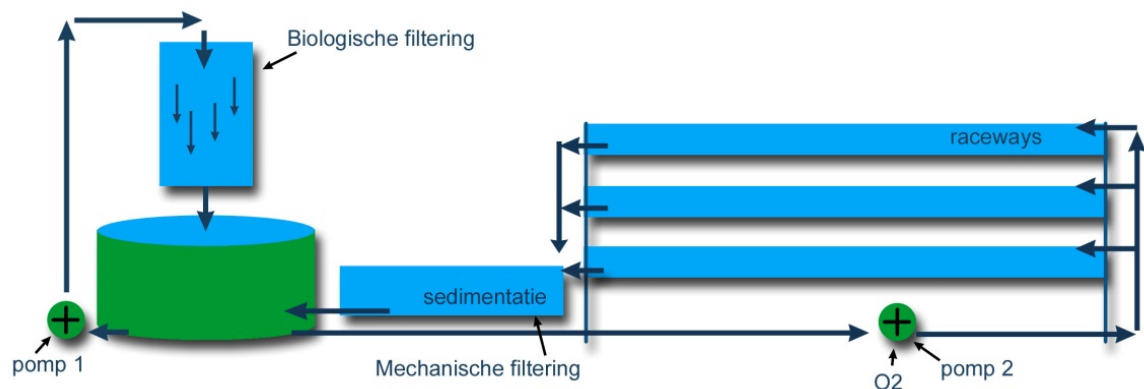
Het grijze RAS bestaat uit vier tanks van 5.000 L, en een filtersysteem van 15.000 L. Het systeem heeft in aanschaf ongeveer € 50.000,- gekost en heeft een oppervlak van ongeveer 50 m². (4 tanks van ieder 7.4 m², ruimte tussen de tanks en leidingen, en een filtersysteem. Het systeem heeft een maximale voergift van 10 kg voer per dag.

Het jaarlijks onderhoud van een dergelijk systeem kost ongeveer € 10.000,- aan materialen en NUTS voorziening, exclusief personeelskosten (onderhoud, kalibratie, schoonmaken, voeren).

Raceway voor platvis

De afgelopen jaren is veel vooruitgang geboekt op zowel technisch als biologisch vlak in de ontwikkeling van tongkweek in Nederland. Ontwikkelingen op het gebied van voeding, voortplanting (selectie en domesticatie) en systeemontwerp hebben gezorgd voor een betere groei en lagere kosten bij het kweken van tong. Voor tong wordt een zogenaamd raceway systeem gebruikt. Bij dit type systeem zijn de

vistanks lang en ondiep, en zijn boven elkaar geplaatst, zoals te zien in het onderstaande schema. De tanks kunnen desgewenst tot tientallen meters lang zijn, zolang de filtercapaciteit groot genoeg is. Platvis heeft geen diep water nodig, en het volume waar de tong inzit wordt dan ook in m² weergegeven, i.p.v. in m³. Het principe van het RAS is hetzelfde als bij 'normale' RAS systemen, met vistanks, een trickling filter, drum filter, sedimentatie, en zuurstofvoorziening en UV behandeling. Fine tuning naar de behoeften van de dieren is nodig.



Een raceway systeem voor tong.

Algen

De schelpdiersector heeft problemen met het verkrijgen van voldoende mosselzaad uit de Waddenzee om aan de stijgende vraag te kunnen voldoen. Er wordt de laatste jaren veel onderzoek verricht naar het opzetten van RAS kweeksystemen voor schelpdieren als aanvulling op de wildvang. Schelpdieren voeden zich voornamelijk met verschillende soorten fytoplankton en dus is een constante aanvoer van algen nodig.

Er moet dus behalve een goed systeem voor de hatchery/nursery voor schelpdieren ook een systeem voor het kweken van algen opgezet worden. In 2006 is een uitgebreide inventarisatie uitgevoerd in een samenwerkend project tussen Imares en de Hogeschool Zeeland. Hieruit is naar voren gekomen dat het zgn. Seacaps systeem van Seasalter Ltd. en het BioFence systeem van BioFence Ltd. het beste resultaat kunnen geven. Het Seacaps systeem bestaat uit recht opstaande zakken die aan elkaar gekoppeld zijn en zo een continue cultuur vormen. Het BioFence systeem is een zogeheten buizenreactor. De algen worden door, in rekken geplaatste, horizontale buizen geleid en kunnen als de concentratie hoog genoeg is aan het einde afgetapt worden.

Een systeem voor algen heeft typisch meer licht en water nodig vergeleken met een RAS voor vis. Het gaat hier om een continu cultuur, waarbij water met benodigde nutriënten het systeem in wordt geleid. De algen die groeien in het systeem worden met het water naar de schelpdierbakken geleid. Cruciaal bij de ontwikkeling van deze systemen is de verhouding tussen productiviteit (aantal cellen per ml water) en kosten.

Een vergelijking tussen beide typen systemen is hieronder gegeven. In het schema staan de afmetingen, kosten voor onderhoud en aanschaf, alsmede de opbrengst vermeld.

Een vergelijking tussen beide systemen voor algenkweek, afkomstig uit het verslag van Arno Dekker.

model	BioFence 800L systeem	Seasalter / Seacaps zakken systeem
Capaciteit (in 10^6 /ml)		
<i>Chaetoceros</i>	8	4
<i>Nannochloropsis</i>	150	x
Productie (l/dag)	250	400
Afmetingen	10 x 0.8 x 2.8 m	8 x 500 L zakken
Kosten per jaar (€)	14.000,-	14.900,-
Afschrijving		
personeel		
energie		
nutriënten en CO ₂		
onderhoud		
Eenmalige aanschaf (€)	30.000,-	20.000,-



De Biofence Ltd. Bioreactor (links) en de Seasalter Ltd. Fotobioreactor (rechts). Foto's afkomstig van het verslag van Arno Dekker.

Schelpdier

Waar RAS voor viskweek al veel gebruikt worden, verkeerd het gebruik van deze systemen voor schelpdierkweek nog grotendeels in een experimenteel stadium. Een belangrijk probleem bij de kweek van schelpdieren in RAS is dat het bio-filter ook de algen uit het water filtert die nodig zijn als voedsel voor de schelpdieren.

Een ander probleem is dat het calcium uit het water wordt weggevangen door de schelpdieren voor de opbouw van de schelp tijdens de groei, waardoor extra calciumtoevoeging nodig is, toegespitst op de behoeften van de dieren. Dit zijn typische aanpassingsproblemen van een schelpdier RAS t.o.v. een RAS voor viskweek.

Ook de rentabiliteit is nog een probleem, het is tot nog toe goedkoper om bijvoorbeeld mosselzaad uit de Waddenzee te halen en in de Oosterschelde groot te brengen, vergeleken met de productie op het land.



Een experimenteel hatchery systeem voor het kweken van mosselzaad

Er vindt binnen Nederland, maar ook in Europees verband, veel onderzoek plaats naar de productie van schelpdieren in recirculatiesystemen. Daarnaast zijn er mogelijkheden via batch-kweek en flow-through kweek. Deze methoden zijn echter minder duurzaam, omdat bij batch-kweek al het water in een keer vervangen wordt, en bij flow-through er continue doorstroming op het systeem zit (dus geen recirculatie). Meer informatie is te vinden op de projectsite van REPPROSEED (www.reproseed.com), een Europees project dat de mogelijkheden van schelpdierkweek en schelpdierzaad productie in recirculatiesystemen onderzoekt.

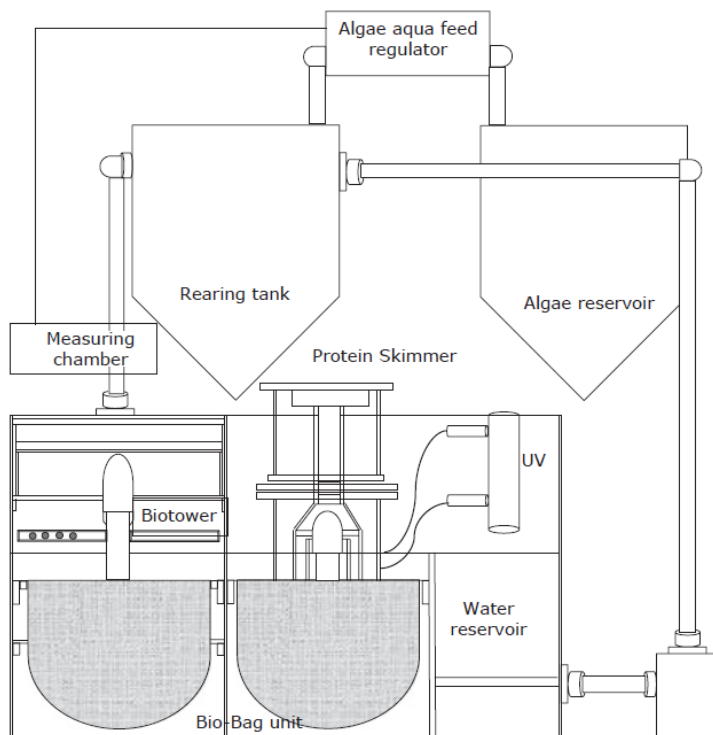
Hatchery/Nursery

Bij een hatchery/nursery draait het om het voortplanten, uitkomen en opkweken van larfjes in de eerste levensstadia, totdat deze groot genoeg zijn om als juvenielen naar opkweektanks te gaan of naar buitenwater (in het geval van schelpdieren). Hatcheries produceren dus larvale en juveniele dieren voor verdere kweek.

Bij een RAS voor hatchery/nursery is controle over de houderijomstandigheden cruciaal, omdat de eitjes, larven en jonge dieren zeer kwetsbaar zijn. De waterstroming, beluchting, waterkwaliteit, temperatuur, lichtregime en het voer zijn cruciaal om onder controle te houden. Fine tuning naar de specifieke behoeften van de dieren is hierbij erg belangrijk, dit geldt zowel voor soort specifieke behoeften, maar ook binnen een soort tijdens zich snel opvolgende levensstadia.

Hatchery / nursery systemen zijn kleiner van omvang dan systemen voor verdere opkweek, maar moeten wel intensief verzorgd worden. Hierdoor zijn de personeelskosten relatief hoog vergeleken met RAS voor de verdere opkweek. Systemen voor mosselzaad die bij Imares in gebruik zijn hebben 1.200 euro gekost, hiermee kunnen tanks tot 700 L worden aangesloten.

Bij schelpdierlarven komt hier ook nog de cruciale settling-fase bij, waar de vrij zwemmende larven zich enkele weken na het uitkomen vestigen aan een substraat dat aanwezig moet zijn (bijvoorbeeld touw, zand of stenen). Hierna kan het schelpdierbroed in een verder worden opgekweekt tot juvenielen. De juvenielen kunnen vervolgens in buitenwater worden opgekweekt tot marktwaardige schelpdieren, de opkweek in RAS verkeert nog in een grotendeels experimenteel stadium.



In de figuur is een RAS voor mosselzaad te zien: 32-L rearing tank; BioTower (biological trickling filtration: drawer for filter fleece; rotor and reaction chamber); sedimentation unit BioBag; protein skimmer Jetskim 150; UV; algae aqua feed regulator and measuring chamber; water-reservoir and microalgae-reservoir.

Uit: Optimization of blue mussel (*Mytilus edulis*) seed culture using recirculation aquaculture systems, Ainhoa Blanco Garcia & Pauline Kamermans, Aquaculture Research, 2013, 1–10 doi:10.1111/are.12260.

5. Conclusies

Dit rapport heeft een indicatie van de waterkwaliteit rondom het beoogde bedrijfsverzamelgebouw voor aquacultuur in Veere. De eenmalige monsterring suggereert dat het water geschikt is voor gebruik voor aquacultuur, en zijn geen sterk afwijkende waarden gevonden voor stikstofhoudende componenten en zware metalen, al blijft voorbehandeling noodzakelijk.

Voor een gedegen analyse voor de geschiktheid van het water voor aquacultuur moet de waterkwaliteit gedurende een lange tijd gemeten worden, waarbij ten minste de vier seizoenen meegenomen worden in de analyse. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met aspecten als pleziervaart, toerisme, scheepvaart, industrie, bebouwing en landbouw.

Kwekers willen een constante waterkwaliteit met zo min mogelijk fluctuaties, omdat dit negatieve effecten heeft op het systeem en de dieren. Kwekers hebben hierdoor een sterke voorkeur voor diep grondwater.

Onafhankelijk van het type systeem zijn een pomp- en leidingsysteem om het water binnen te halen, voorbehandeling van het water en een noodgenerator noodzakelijk. Daarnaast is voldoende personeel met een goede technische en biologische kennis nodig.

De kosten van de RAS zijn enigszins afhankelijk van het type systeem en de soort waarvoor deze bedoeld is, maar zijn vergelijkbaar.

Kosten voor een noodgenerator, voorbehandeling van het water, wateraanvoer moeten hoe dan ook gemaakt worden. Voor de systemen zijn er veel overeenkomsten in de generale bouw, zoals kweektanks, filtersystemen, pompen, waterbehandeling, warmteregulatie en zuurstofvoorziening. Voor een RAS (of algensysteem) van ongeveer 15 m² moet rekening gehouden worden met € 20.000-25.000,- aanschafkosten, en ongeveer € 10.000,- aan jaarlijkse onderhoudskosten (inclusief personeel). In een dergelijk systeem kan tot 1.5 kilo voer per dag verwerkt worden. Kleinere systemen voor bijvoorbeeld een hatchery/nursery zijn goedkoper, maar zijn in de praktijk alleen te gebruiken in combinatie met algenkweek en vergen relatief veel personeelskosten. De totale kosten hangen af van de uiteindelijke keuze voor een bepaald type systeem en het aantal systemen en de rest van de inrichting van het complex (zoals een restaurant).

6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

Compendium voor de leefomgeving; CBS, PBL, Wageningen UR (2005). Zware metalen in rivieren bij grensoverschrijding, 1985-2004 (indicator 0251, versie 05, 26 mei 2005). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

Ainhoa Blanco Garcia en Pauline Kamermans. Optimization of blue mussel (*Mytilus edulis*) seed culture using recirculation aquaculture systems, Aquaculture Research, 2013, 1–10. doi:10.1111/are.12260.

Stageverslag Arno Dekker, Hogeschool Zeeland en Imares, 2006

www.reproseed.com

Verantwoording

Rapport C174/13

Projectnummer: 4304105701

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Ir. H.W. van der Mheen
Afdelingshoofd Aquacultuur

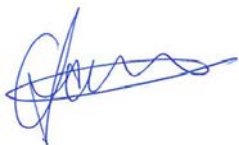
Handtekening:



Datum: 11 november 2013

Akkoord: A. Kamstra

Handtekening:



Datum: 11 november 2013

Bijlage A.

Concentratie van zware metalen (totaal) in rivieren bij grensoverschrijding

Tabel

	Stof	Normen		90-percentielwaarden ($\mu\text{g l}^{-1}$)					
		VR	MTR	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Rijn	Cadmium	0.4	2	0.34	0.24	0.12	0.09	0.24	0.12
	Chroom	2.4	84	10.3	9.1	4.1	3.6	5.6	3.2
	Koper	1.1	3.8	10.2	10.9	5.8	5.2	9.3	7.7
	Kwik	0.07	1.2	0.10	0.09	0.05	0.03	0.09	0.06
	Nikkel	4.1	6.3	7.1	6.1	4.2	3.6	4.1	3.6
	Lood	5.3	220	9.1	8.9	5.7	4.1	8.5	7.0
	Zink	12	40	70	67	36	23	40	43
Maas	Cadmium	0.4	2	1.21	2.21	0.55	0.63	0.64	0.98
	Chroom	2.4	84	19.1	23.4	6.0	4.2	2.6	3.8
	Koper	1.1	3.8	16.7	18.5	9.8	9.5	11.8	9.8
	Kwik	0.07	1.2	0.12	0.27	0.08	0.04	0.02	0.03
	Nikkel	4.1	6.3	7.2	7.0	5.0	4.3	6.4	6.9
	Lood	5.3	220	20.6	20.6	18.4	13.3	8.4	8.7
	Zink	12	40	251	196	135	62	86	61
Schelde	Cadmium	0.4	2	0.99	0.39	0.27	0.28	0.31	0.37
	Chroom	2.4	84	8.8	9.5	8.8	2.3	10.4	13.4
	Koper	1.1	3.8	10.6	5.6	5.1	5.9	6.7	6.9
	Kwik	0.07	1.2	0.09	0.08	0.05	0.05	0.04	0.06
	Nikkel	4.1	6.3	14.3	9.8	7.4	8.4	7.0	7.6
	Lood	5.3	220	8.1	5.5	5.5	7.6	5.4	5.8
	Zink	12	40	49	28	32	30	29	34

Bron:RWS RWS RIZA

Uit: Compendium voor de leefomgeving; CBS, PBL, Wageningen UR (2005). Zware metalen in rivieren bij grensoverschrijding, 1985-2004 (indicator 0251, versie 05, 26 mei 2005).

www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.