

Tussentijds verslag Zeeuwse Tong 2012

Schelpdierpilot Zeeland Aquacultuur



1. Inleiding

2. Stand van zaken

3. Algenkweek

3.1 Resultaten algenkweek

3.2 conclusie

3.3 Toekomstperspectief algenkweek

4. Schelpdiervijvers

4.1 Resultaten

4.2 Conclusie

4.3 Toekomst perspectief

5. Wierenfilter

6. Opkweken broed

6.1 Resultaten

6.2 Conclusie

6.3 Toekomstperspectief

7. Opschaling ZA pilot (toekomstperspectief)

Bijlage 1: Kostenberekening algenkweek verschillende methoden.

Bijlage 2: Resultaten onderzoek mortaliteit tapijtschelpen door CVI

1. Inleiding

Ieder jaar wordt er door de pilots van Zeeuwse Tong een tussenrapportage uitgebracht. Dit de tussentijdse rapportage van Zeeland Aquacultuur. In dit rapport vindt u de aanvullingen op de tussentijdse rapportage van 2011.

Dit document is opgesteld door de Roem van Yerseke en Koninklijke Prins & Dingemanse.

2. Stand van zaken

Zeeland Aquacultuur heeft afgelopen jaar getracht om een zo hoog mogelijke productie te behalen op het gebied van algenkweek en tapijtschelpen. Daarnaast zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd op het gebied van kwaliteitsverbetering van oesters en het opkweken van oesterbroed uit een hatchery.

Betreffende de algenkweek zijn er grote verbeteringen doorgevoerd op management niveau, wat resulteert in een hogere productie en een lagere kostprijs. De eerste drie kwartaal van 2012 is er een hoge algenproductie geweest bij ZA. Het laatste kwartaal werd gekenmerkt door extreem veel neerslag en bewolking, wat parten heeft gespeeld bij de algenkweek. Slechtere groei, meer kansen voor besmetting en regenwater wat onder de folie naar boven kwam werkten belemmerend.

De tapijtschelpen laten een goede en stabiele groei zien. In twee vijvers is sterfte opgetreden, in de overige 6 vijvers nauwelijks. In de vijvers waar sterfte is opgetreden, is het opvallend dat dit aan de voorzijde minder is (15%) dan aan de achterzijde (65%). Ook is het waterverbruik bij de schelpdiervijvers verminderd, door het recirculeren van het water via het wierenfilter.

De kwaliteitsverbetering van oesters is een succes gebleken wat betreft smaak en vleesgehalte. De oesters krijgen een iets minder zilte smaak en de oesters hebben een 'stevige bite'. Het opkweken van oesterbroed is nog in de eerste fase, maar deze resultaten zijn veelbelovend. Er is een goede groei, goede opname van de algen en een hoge overleving.

Gedurende het afgelopen jaar zijn er ook enkele problemen geweest. Het grootste knelpunt tijdens de kweek is de afhankelijkheid van (gefilterd) Oosterscheldewater. Tijdens het afgelopen jaar is enkele malen een tekort geweest aan water (door technische storingen), wat resulteerde in het instorten van de algenculteren. Het opnieuw opstarten van de kweek kost dan weer enkele dagen.

Zeeland Aquacultuur is in principe aangelegd voor een looptijd van vijf jaar. Dit is onder andere zichtbaar aan het terrein, doordat de tussen de vijvers aangelegde berm door het intensieve gebruik erg modderig en ongelijk geworden. De dammetjes tussen de vijvers zijn op sommige plaatsen wat verzakt. Door de vele proeven zijn er inmiddels ook veel bovengrondse leidingen aangebracht. Een van de grootste struikelblokken waren de filters. Doordat deze niet goed functioneren, gaat er veel tijd zitten in het schoonmaken van de filters wanneer deze verstopt zitten. Na de zomer zijn de oorspronkelijke filters vervangen door een zelf gefabriceerd trommelfilter. In een voorfilter wordt het water m.b.v. een zeefbocht ontdaan van grove materialen (10 mm). Daarna is een trommelfilter geplaatst waarin 50 µm filterdoek in is geplakt.

Al met al kijken we terug op een geslaagd jaar, waarin we een goede algen productie hebben behaald, een goede en efficiënte manier hebben ontwikkeld om de algen te voeren en een goede groei van de schelpdieren hebben waargenomen. Daarnaast hebben we ervaring opgedaan met de recirculatie van water binnen de schelpdierenkweek en zijn er grote stappen gemaakt in het kader van de algenkweek.

3. Algenkweek

Een van de speerpunten bij Zeeland Aquacultuur is de algenkweek. Hieronder een samenvatting van de bevindingen, met daarna de behaalde resultaten.

2012

De algenkweek in de algenvijvers draait tegenwoordig volledig op 50 mu gefilterd water. Af en toe wordt er een nieuwe cultuur (vrij van alle besmetting) opgestart uit de koelkast (hierin houden we altijd 4 culturen van 5000 ml in erlenmeyers). Dit gaat via een IBC kuubsvat naar een raceway van 12 m³. Het opstarten van deze culturen wordt nog wel met 5 mu gefilterd water gedaan.

Het afgelopen jaar zijn er verschillende kweekmethoden onderzocht. Er zijn 4 methoden met elkaar vergeleken:

1. semi-continu met medium
2. semi-continu met grondwater als medium
3. continu met medium
4. continu met grondwater als medium

Bij de kweken met medium worden de nutriënten N, P en Si toegevoegd (N= 1,22 mg/L ; P = 0,135 mg/L ; Si = 2 mg/L). Bij de kweken op grondwater wordt dit niet gedaan, maar wordt 25% nutriëntrijk grondwater toegevoegd.

Tijdens de semi-continu kweek wordt een gedeelte van de kweek geogst, waarna de cultuur weer opgevuld wordt. Wanneer de cultuur weer op de juiste concentratie is wordt er weer geogst. Dit gebeurt onder normale omstandigheden dagelijks. De continue algenkweken worden continu geogst met een bepaald debiet en continu bijgevuld. Het niveau in de vijver blijft dus altijd 100%. Bij de grondwaterkweek wordt er ook continu grondwater toegevoegd, bij de medium kweek eenmaal per dag.

De grootste kostenposten bij de algenkweek bestaan uit arbeid en gefilterd Oosterschelde water. Het verbruik van water hebben we nog niet kunnen terugdringen. De arbeid is wel iets terug gedrongen, voornamelijk bij de continu-vijvers. Waar de grootste winst is behaald, is de hogere productie. Door met dezelfde middelen meer te produceren, vermindert de kostprijs.

Afgelopen jaar hebben we ons gericht op de algensoort *Skeletonema* (ZA-alg). Hiermee blijken in de praktijk alle schelpdieren in alle stadia goed te groeien. Het is een makkelijk te kweken soort met een hoge productie. Er zijn ook enkele vijvers geweest met *Chaetoceros* en *Tetraselmis*, maar 99% van de algenkweek bestond uit *Skeletonema*. Op warme dagen (>25 graden) was duidelijk zichtbaar dat de *chaetoceros* beter groeide. Bleef de temperatuur lager, werden betere resultaten behaald met *Skeletonema*.

Het laatste kwartaal van het jaar hebben we waargenomen dat licht een limiterende factor heeft (in ieder geval op bewolkte dagen).

3.1 Resultaten algenkweek

2012

Dit jaar is er een vergelijking gemaakt van de kostprijs bij verschillende kweekmethoden. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende uitgangspunten:

- verversing is 50% per dag (50 m^3)
- de oogstconcentratie is 750.000 cellen/ml
- per vijver is de productie $50 \text{ m}^3 * 750.000 * 45 \text{ pg/cel} = 1688 \text{ gram drogestof / dag}$.
- per jaar is een vijver 200 dagen in gebruik
- een vijver kan 35 dagen meegaan, voordat deze schoongemaakt moet worden
- de afschrijving van de vijvers is €500 / jaar
- de kosten van het medium bedragen 3,5 cent per m^3
- de kosten van gefilterd Oosterscheldewater bedragen 12 cent per m^3
- benzinekosten mobiele pomp: 3,4 cent per m^3
- de arbeid kost €25 per uur. De volgende arbeid is nodig om de algenculturen te onderhouden:
 - * schoonmaken vijver: 120 minuten
 - * enten vijver: 15 minuten
 - * concentratie bepalen (tellen microscoop): 9 minuten
 - * monitoring: 6 minuten
 - * oogsten: 6 minuten
 - * opvullen: 6 minuten
 - * medium toevoegen: 6 minuten

Op basis van bovenstaande gegevens, zijn de volgende kostprijzen berekend:

Tabel 1: overzicht kosten verschillende kweekmethoden:

| Kweekmethode | Kostprijs per kg drogestof |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Semicontinu met medium | € 18,57 |
| Semicontinu met grondwater | € 15,20 |
| Continu met medium | € 13,76 |
| Continu met grondwater | € 11,17 |

In bijlage 1 staan de berekeningen weergegeven en de kostenverdeling in cirkeldiagrammen.

In heel 2012 is 1.900 kg algen geproduceerd. Dit is gerealiseerd met 14 algenvijvers, wat neerkomt op een productie van $1.900 / 14 / 365 = 370 \text{ gram drogestof / dag / vijver}$. Theoretisch zou de productie 1.690 gram / dag zijn. Dat deze productie niet gehaald is, komt doordat niet alle vijvers altijd maximaal in gebruik zijn geweest. 14 vijvers betekent een oppervlakte van 0,15 ha. De productie aan algen was dus 12,3 ton ds / ha / jaar.

Er zijn in 2012 verkennende proeven uitgevoerd voor het recirculeren van water. Doel van deze onderzoeken is het vaststellen of de aanwezige sporenelementen niet uitgeput raken. Uit eerste verkennende proeven lijkt naar voren te komen dat het water minimaal eenmaal volledig hergebruikt kan worden. Om dit vast te stellen, zijn

er vier algenculturen in erlenmeyers opgestart. Cultuur A en B werden steeds verdund met Oosterschelde water. Cultuur C en D werden niet verdund met water van buitenaf, maar alleen de algen werden uit het water geoogst. Na verdunnen van de culturen werd hetzelfde medium toegevoegd als in de buitenculturen gebeurd. De eerste keer leverde dit geen achteruitgang in de groei op. De tweede maal groeide de cultuur iets langzamer en de derde keer helemaal niet. Dit zou betekenen dat je een cultuur altijd kunt verdunnen met 50% gerecycled water. Hierdoor halveren de kosten van het watergebruik bij de algenkweek. De haalbaarheid hiervan zal in 2013 worden onderzocht.

3.2 conclusie

Met alle verschillende soorten van algenkweek wordt een vergelijkbare productie behaald. De grootste verschillen zitten in de arbeid. Bij een continu kweek wordt tijd bespaard doordat er geen water in en uit de vijver gepompt hoeft te worden. De kweken op grondwater zijn goedkoper omdat er geen medium hoeft worden toegevoegd. Dit scheelt in de kosten van het medium en in arbeid.

De productie die wordt behaald is afhankelijk van het weer. Wanneer er weinig bewolking is, groeien de algen harder. Op zonnige dagen kan de verversing van een continu cultuur oplopen tot 100% per dag. Van een vijver van 100 m^3 wordt er dan 4 m^3 per uur verversst. Op bewolkte dagen is de productie lager, meestal 50% per dag. Wanneer er veel bewolkte dagen op een rij zijn, zoals in het najaar, ligt de productie nog lager. Dan is er een gemiddelde toename van 1,3 per dag. Eventuele besmettingen (schimmels, bacteriën, zooplankton) hebben geen last van de lager lichtinstraling. In verhouding groeit de besmetting dan dus harder t.o.v. zonnige dagen, waardoor de algenculturen kwetsbaarder zijn.

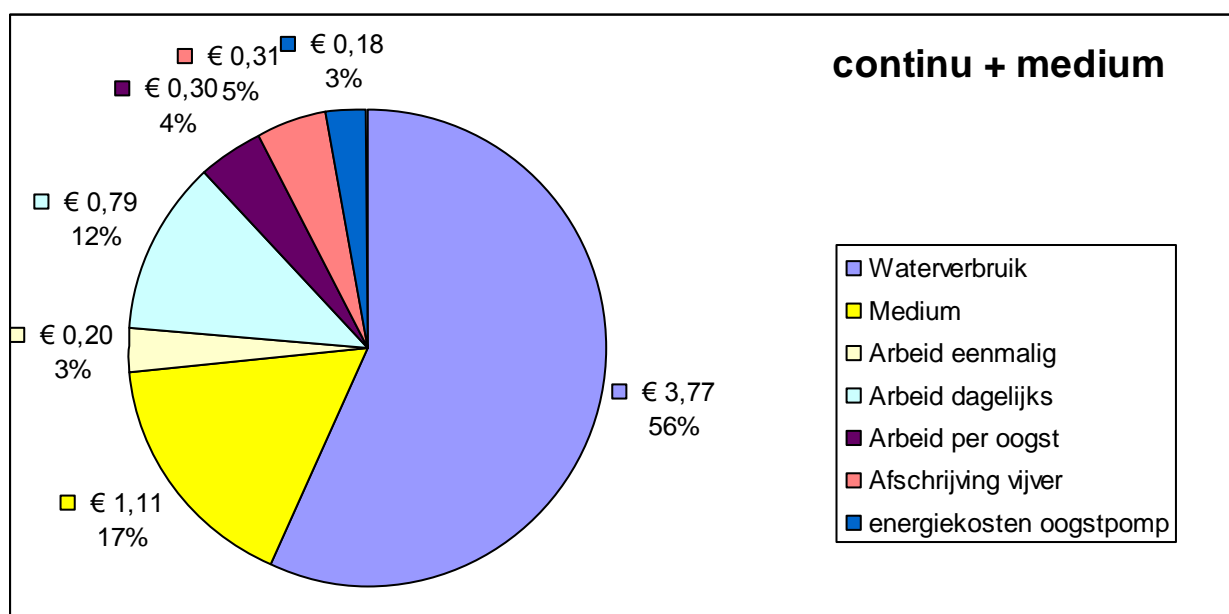
De productie is op dit moment gemiddeld $1,7 \text{ kg ds}$ per dag. Dit is in vijvers van 100 m^2 . De haalbare productie is dus $1,7 \text{ kg} * 100 = 170 \text{ kg drogestof / ha / dag}$. Uitgaande van 200 productiedagen per jaar, is het mogelijk om $17 * 200 = 34 \text{ ton / ha / jaar}$ te produceren aan drooggewicht algen. De werkelijk behaalde productie ligt lager, omdat niet altijd alle vijvers in gebruik zijn geweest.

3.3 Toekomstperspectief algenkweek

In de toekomst is het de bedoeling dat de kostprijs van de algen zeker onder €10 per kg drogestof komt. Op dit moment zijn er 18 vijvers van 100 m³ in gebruik. Iedere cultuur wordt dagelijks gemonitord en geoogst. De kosten hiervan zijn vrij hoog (kosten arbeid dagelijks en kosten arbeid per oogst). Wanneer grotere vijvers gebruikt worden, wordt met dezelfde arbeid meer productie behaald. Hierdoor kan de kostprijs nog verder dalen. Hieronder een voorbeeld van een continu kweek met medium in een vijver van 500 m³:

Tabel 2, kostenverdeling van een continu algenkweek met medium in een 500 m³ grote vijver

| Continu medium | | KOSTEN | € / eenheid | € / run | € / jaar | € / kg ds |
|-------------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|----------|-----------|
| Oogstvolume / dag (m3) | 250 | Waterverbruik | € 0,12 | € 1.050 | € 6.000 | € 3,77 |
| gram ds / oogst | 8.438 | Medium | € 0,04 | € 308 | € 1.759 | € 1,11 |
| oogstdagen / run | 33 | Arbeid eenmalig | € 56,25 | € 56 | € 321 | € 0,20 |
| aantal runs / jaar | 5,7 | Arbeid dagelijks | € 6,25 | € 219 | € 1.250 | € 0,79 |
| gram oogst per run | 278.438 | Arbeid per oogst | € 2,50 | € 83 | € 471 | € 0,30 |
| gram oogst / jaar | 1.591.071 | Afschrijving vijver | € 500,00 | | € 500,00 | € 0,31 |
| waterverbruik m3 / run | 8.750 | energie oogstpomp | € 1,50 | € 50 | € 283 | € 0,18 |
| waterverbruik m3 / jaar | 50.000 | Kosten totaal | | | € 10.585 | € 6,65 |



Figuur 1, kostenverdeling van een continu algenkweek met medium in een 500 m³ grote vijver

Meer dan de helft van de kosten bestaat op deze wijze uit water. Dit is mede veroorzaakt door een prijsstijging van het water in 2012. Om water te besparen, is het wellicht mogelijk om water wat nu geloosd wordt opnieuw te filteren en weer in te zetten in de algenkweek. Het water waar nu algen op gekweekt worden, gaat nu naar de schelpdieren. Wanneer de schelpdieren de algen uit het water hebben gefilterd,

wordt het water geloosd. In principe kan dit water (na een filtratiestap) weer worden gebruikt voor de algenkweek. Het is echter zeer de vraag of dit water nog wel voldoende sporenelementen bevat.

In 2013 wordt de mogelijkheid van het recirculeren van water verder onderzocht. Ook wordt er gekeken naar mogelijkheden om alleen de algen uit het water te oogsten. Hiervoor zijn reeds veelbelovende verkennende proeven uitgevoerd. Water wordt hierbij door een filter gepompt, waarbij alle algen uit het water worden gefilterd. Het schone water kan nu worden gerecirculeerd en hergebruikt worden bij de algenkweek, mits dit nog sporenelementen bevat in voldoende hoge concentraties. De algencultuur kan op deze manier 100 keer in concentratie toenemen. Deze ingedikte algen kunnen makkelijker vervoerd worden en wellicht kunnen ze ook opgeslagen worden. Hier zal verder onderzoek naar gedaan worden in 2013. Door het recirculeren van het water kunnen de kosten van het watergebruik waarschijnlijk halveren.

In de kweek lijkt de limiterende factor licht te zijn. Culturen voorzien van een assimilatie lamp groeien harder en bereiken hogere concentraties. Indien mogelijk, word in 2013 op grote schaal onderzoek gedaan naar de kostprijs i.c.m. een assimilatielamp.

4. Schelpdiervijvers

Eind 2011 zijn alle schelpdiervijvers geogst. De tapijtschelpen zijn gesorteerd, de schelpdieren van consumptieformaat (ca. 35mm en 10 gram/stuk) zijn aangeboden aan 10 verschillende restaurants ter beoordeling.

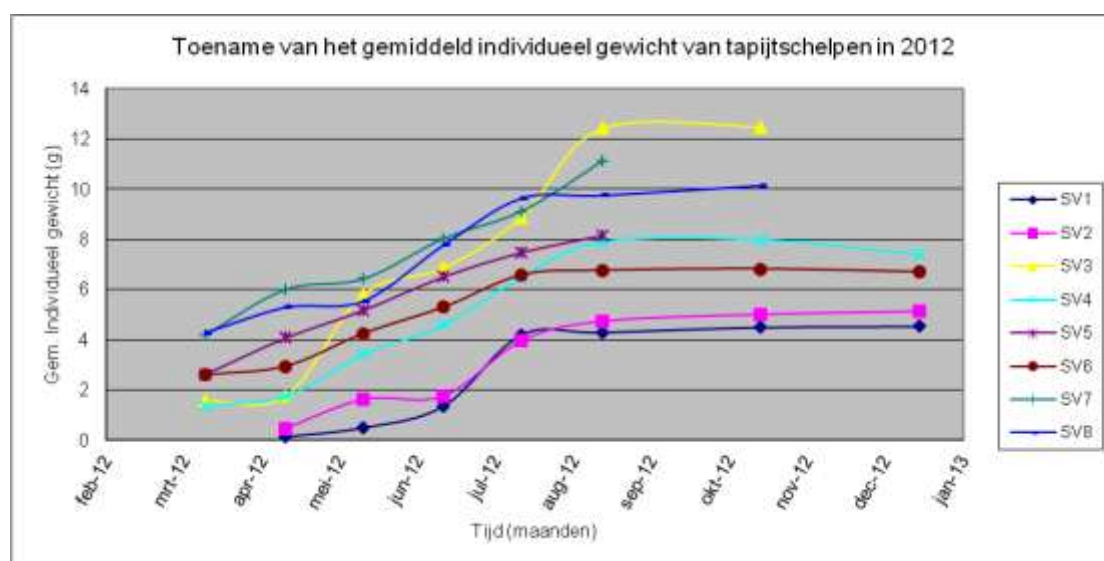
De ondermaat is terug gezaaid in 4 schelpdiervijvers. In twee schelpdiervijvers is in november 2011 nieuw broed ingezaaid van ca. 10 mm groot. De overige twee vijvers zijn begin april 2012 ingezaaid met klein tapijtschelpbroed van ca. 3 mm. Het doel van 2012 is daarbij het bepalen van de productiecapaciteit van het systeem; hoeveel tapijtschelpen kunnen geproduceerd worden op een bepaald oppervlak en hoeveel algen zijn daar voor nodig. Hierbij is uitgegaan van eerder opgedane resultaten; optimale zaaidichtheid van 1000 stuks m⁻² en een optimale verversing van 2m³/kg/week. Om voldoende zuurstof en doorstroming te krijgen in de vijvers is gebruik gemaakt van recirculatie via het wierenfilter terug in de schelpdiervijvers (i.p.v. recirculatie binnen de vijvers zoals dat in 2011 werd gedaan).

De gekweekte algen zijn aan de schelpdiervijvers gevoerd via een mengtank. Door het gebruik van deze mengtank worden de algen gemixt voordat ze naar de schelpdieren gaan en is het mogelijk de hoeveelheid algen per schelpdiervijver te regelen.

Begin september is begonnen met de oogst omdat het gewenste consumptieformaat (minimaal 10 gram/stuk, ca. 34mm schelpenlengte) in een aantal vijvers was bereikt. Schelpdiervijver 7 is in september geogst, vijver 5 in oktober en de vijvers 3 en 8 in november. Uit deze vijvers is in totaal kg schelpen geogst die verkocht zijn voor een prijs van gemiddeld €4 per kg.

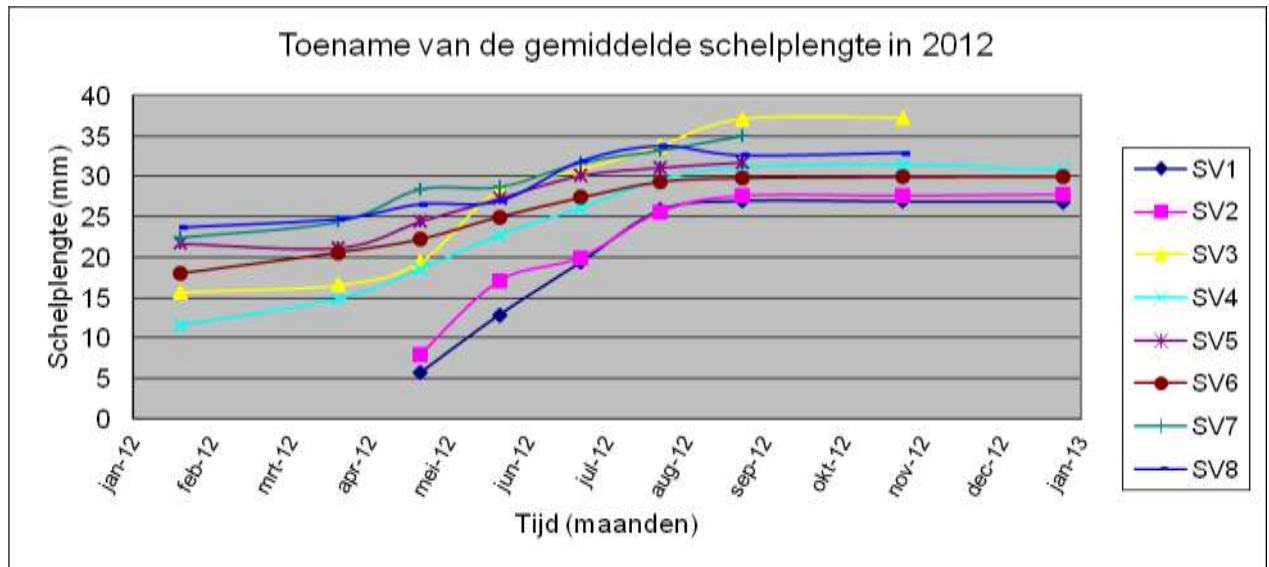
4.1 Resultaten

Zoals te zien is in onderstaande figuur zijn de tapijtschelpen in het voorjaar van 2012 hard gegroeid. Het steeds beter onder controle krijgen en houden van de algenkweek ligt daaraan ten grondslag.



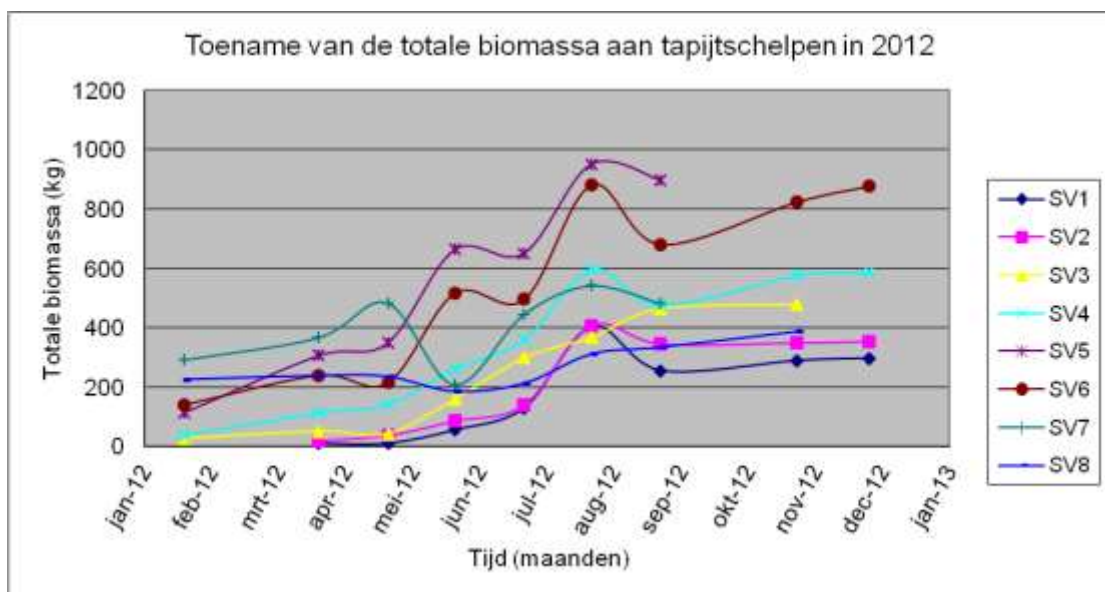
Figuur 2, het gemiddelde gewicht van de tapijtschelpen (2012)

De grotere tapijtschelpen in het voorjaar (maart t/m augustus) in schelpdiervijver 3 t/m 8 zijn gegroeid met een gemiddelde groeisnelheid van 0,033 gram/dag. De tapijtschelpjes van ca. 3 mm, die begin april 2012 zijn uitgezaaid, zijn in de periode april t/m augustus gegroeid met een gemiddelde groeisnelheid van 0,045 gram/dag. In het najaar zijn de tapijtschelpen amper gegroeid. Dit valt deels te wijten aan het weer (veel donkere dagen met regen) en de problemen met de filters waardoor de beschikbaarheid van voldoende water soms een probleem was. Er werd blijkbaar precies voldoende algen gekweekt om de schelpdieren in conditie te houden (het gemiddelde gewicht is niet afgenomen), maar onvoldoende om de tapijtschelpen daadwerkelijk te laten groeien.



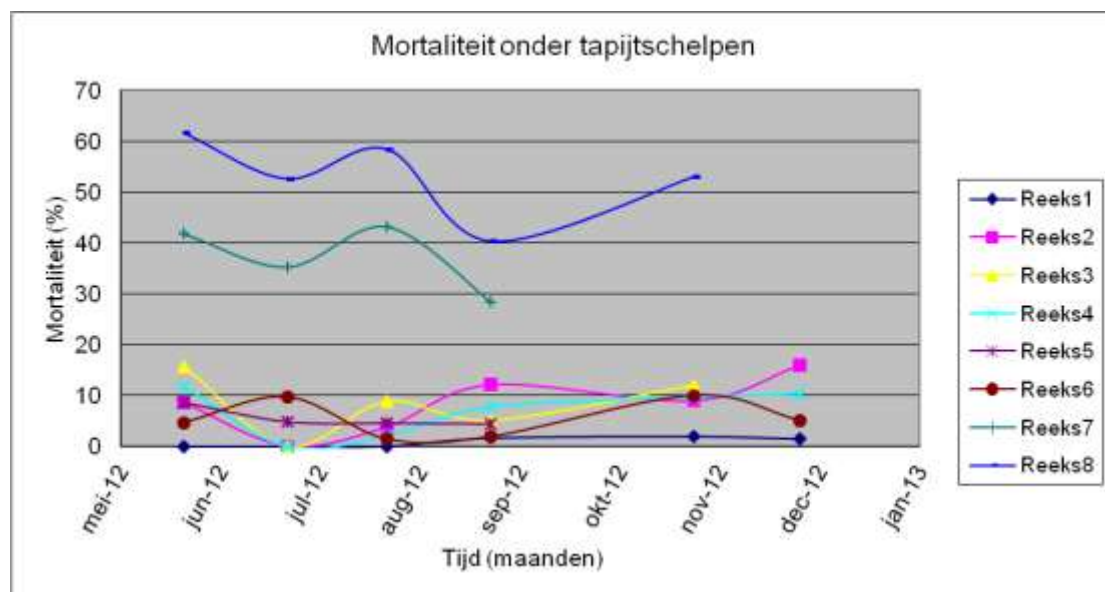
Figuur 3, de gemiddelde schelplengte in de vijvers (2012)

Ook als we kijken naar de schelplengte blijkt dat de kleinere tapijtschelpen (ingezaaid april 2012) in het voorjaar harder zijn gegroeid dan de grotere tapijtschelpen die eind 2011 terug zijn gezaaid. De groeisnelheden zijn resp. 0,07 en 0,22 mm/dag (DGR).



Figuur 4, de biomassa van alle tapijtschelpen per vijver (2012)

De biomassa in het systeem is berekend uit het gemiddeld individueel gewicht en de dichtheid van de schelpdieren in de vijver. In Mei is er een duidelijke afname te zien in de biomassa in vijver 7 en 8. Deze afname is te wijten aan de plotselinge mortaliteit onder de tapijtschelpen in deze twee vijvers. Om het verloop van de mortaliteit in de gaten te houden, zijn vanaf dat moment ook de dode schelpdieren verzameld bij de monsternamen.



Figuur 5: Mortaliteit onder de tapijtschelpen

Deze plotselinge mortaliteit in mei heeft geresulteerd in ca. 55% uitval in vijver 8 en ca. 40% uitval in vijver 7. Gelukkig heeft deze mortaliteit zich niet voorgezet en is het bij een ‘eenmalige’ sterfte gebleven. In de overige vijvers is nagenoeg geen noemenswaardige mortaliteit opgetreden gedurende het gehele kweekproces.

Omdat er geen sprake is geweest van problemen met de waterkwaliteit in vijver 7 en 8, zijn de stervende tapijtschelpen voor onderzoek opgestuurd naar het CVI. Uit autopsie van de schelpdieren bleek dat waarschijnlijk de parasiet *Mikrocytos sp.* de doodsoorzaak is (zie bijlage 2). Opvallend is wel dat er in de andere vijvers geen/zeer weinig uitval is opgetreden. Dit terwijl de vijvers door het recirculeren van het water, wel met elkaar in verbinding staan. Daarnaast viel het op dat de sterfte vooral optrad onder de grotere schelpdieren en uitsluitend onder de soort *Tapes philippinarum* terwijl er ook wat *Tapes decussatus* in deze vijvers voorkwam.

Om de FCR te kunnen bepalen is bijgehouden hoeveel algen er dagelijks zijn gevoerd aan de schelpdiervijvers. Op basis van de totale biomassa per vijver is gestreefd naar een FR van 1% dw algen per levend gewicht aan schelpdieren.

Tabel 3, overzicht van de groei van de tapijtschelpen en de gevoerde algen

| Periode | Totale biomassa schelpdieren (kg) bij monsternam e (eind v/d maand) | Toename biomassa schelpdieren (kg) | Gevoerd ds algen (kg) | FR (%) (kg dw algen/kg schelpdieren / dag) | FCR |
|----------|--|---|--------------------------|--|-------|
| maart | 1344 | | | | |
| april | 1519 | 175 | 154 | 0.38 | 0,880 |
| mei | 2135 | 616 | 104 | 0.23 | 0,169 |
| juni | 2735 | 600 | 134 | 0.21 | 0,223 |
| juli | 4461 | 1725 | 163 | 0.20 | 0,094 |
| aug | 3937 | -523 | 172 | 0.13 | |
| Sept-okt | 2903 | -1034 | 166 | 0.07 | |
| Nov-dec | 2116 | -787 | 13 | 0.007 | |

De feeding rate (FR) is bepaald op basis de biomassa aan het begin van de maand (monstername eind vorige maand) en de gevoerde algen over deze maand.

De feed conversion rate (FCR) is bepaald aan de hand van de gewichtstoename over de maand en de gevoerde algen gedurende deze periode.

In praktijk is dus gedurende de periode begin april t/m eind augustus in totaal 555 kg ds algen gevoerd aan de schelpdieren. In diezelfde periode is de totale biomassa aan schelpdieren toegenomen van 1344 kg naar 4460 kg.

Dit komt neer op een gemiddelde FCR van 0,18.

Dit betekent dat met 1 kg drogestof algen 5,6 kg schelpdieren (versgewicht) gekweekt kan worden.

In de maanden hierna (september, oktober en november) zijn een aantal schelpdiervijvers geogst waardoor de totale biomassa vanzelfsprekend is afgenomen, over deze maanden is het dus onmogelijk een goede FR en FCR te bepalen.

4.2 Conclusie

In het begin van het kweekseizoen (april) is duidelijk een overmaat aan algen gevoerd. Ondanks dat er gevoerd werd met een feeding rate van 0.4% ds algen per levend gewicht aan schelpdieren/dag, konden de schelpdieren deze hoeveelheid voeding niet aan. De lage watertemperatuur heeft waarschijnlijk gezorgd voor een tragere opname van de algen door de schelpdieren.

Hierop is geanticipeerd door de hoeveelheid algen te verminderen en de algenconcentratie in de vijver te reguleren tussen de 50.000 en 100.000 cellen/ml. Vanaf mei t/m juli zijn de tapijtschelpen vervolgens veel harder gegroeid met in verhouding veel minder algen. Vooral in juli (hoge watertemperatuur) zijn er in verhouding weinig algen nodig geweest (FR=0,20%) om de tapijtschelpen te laten groeien. Het lijkt erop dat er naast de gevoerde algen, ook een algenbloei ontstaat binnen de schelpdiervijvers (en het wierfilter). Bij een hogere temperatuur is er meer algenproductie binnen de schelpdiervijvers en het wierfilter. De schelpdieren zullen daardoor veel meer algen opnemen dan dat er daadwerkelijk gevoerd zijn. Het bepalen van een werkelijke FCR is daardoor moeilijk.

In 2012 zijn de kleine tapijtschelpen duidelijk sneller gegroeid dan de grotere tapijtschelpen. Dit kan verklaard worden door de algenproductie binnen de schelpdiervijvers, die ervoor zorgt dat door de lagere biomassa in de vijvers met kleine tapijtschelpen, deze tapijtschelpen in verhouding meer algen ter beschikking hebben waardoor ze harder groeien.

4.3 Toekomst perspectief

December 2011

Onder de meest optimale omstandigheden zijn de schelpdieren in een tijdsbestek van 6 maanden gegroeid van gemiddeld 8,8 mm naar gemiddeld 25 mm. Dit komt neer op een groeisnelheid van 0,09 mm/dag (DGR).

In dit tijdsbestek zijn de schelpdieren in de acht schelpdiervijvers gevoerd met 9000 m³ algen met een gemiddeld drooggewicht van 22,5 g ds/m³ bij een algendichtheid van 500.000 cellen/ml. Dit komt neer op een totale algengift van 202 kg ds. De totale biomassa aan schelpdieren is in deze periode toegenomen van 250 kg in maart naar 1150 in September. Er is dus 850 kg schelpdieren geproduceerd met 202 kg ds algen. Dit komt neer op een feed conversion rate (FCR) van 0,18.

December 2012

Uitgaande van een groeisnelheid van 0,045 gram/dag lijkt het dus mogelijk om een consumptieformaat tapijtschelp (10 gram/stuk) te kweken in een tijdsbestek van 220 dagen uitgaande van tapijtschelpbroed van 4mm.

Wanneer begin april in alle 8 de schelpdiervijvers (800m² totaal), tapijtschelpbroed van 4 mm zou worden ingezaaid met een dichtheid van 1000 stuks/m², zou half oktober 7200 kg schelpdieren geoogst kunnen worden (uitgaande van 90% overleving en 10 gram/stuk).

Uitgaande van een FCR van 0,18 is hiervoor 1300 kg ds aan algen nodig. De kostprijs van de algenkweek zoals die op dit moment plaatsvindt is 11.50 euro / kg d.s.

5. Wierenfilter

Van april t/m mei van dit jaar is er, in samenwerking met de Hogeschool Zeeland en PRI (plant research international), onderzoek gedaan naar de mogelijkheid verschillende zeewiersoorten te telen in het wierenfilter. PRI heeft een adviesrapport uitgebracht met daarin de wiersoorten die gekweekt kunnen worden binnen de jaargetijden. Vanuit Zeeland Aquacultuur zijn er onderzoeksvragen opgesteld. Een student van de Hogeschool Zeeland heeft een onderzoek in het wierenfilter uitgevoerd onder begeleiding van Zeeland Aquacultuur.

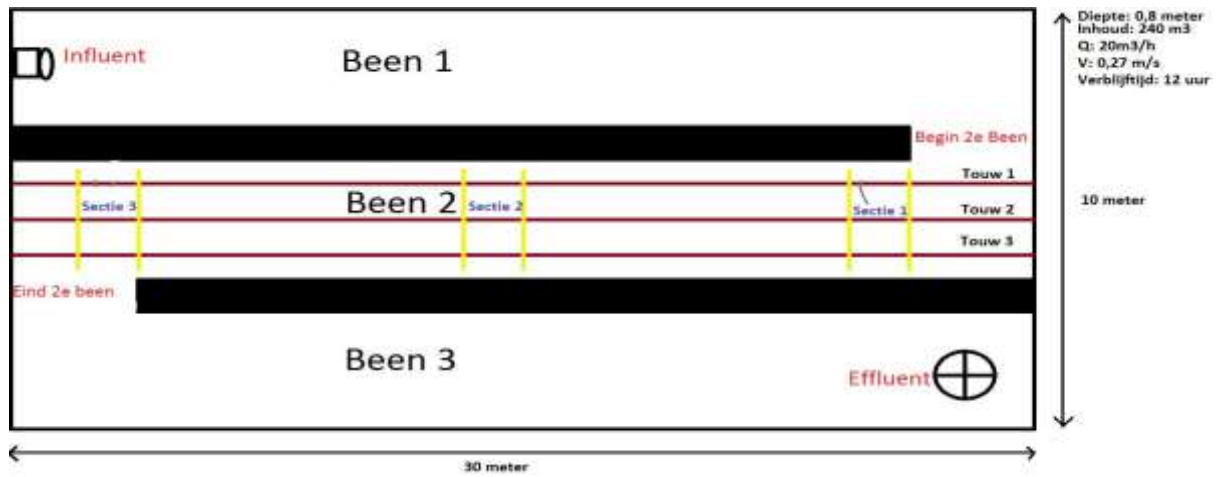
Onderzocht is de mogelijkheid naar wierenteelt van de soorten *Ulva lactuca*, *Undaria pinnatifida* en *Fucus vesiculosus* en de invloed van deze wieren op de waterkwaliteit. Hierbij is gebruik gemaakt van 1 been van het wierenfilter. In dit been zijn over de lengte drie touwen gespannen. Elk touw was bestemd voor één zeewiersoort welke, volgens het adviesrapport van PRI, op de gewenste diepte aangebracht zijn. *Undaria* en *Fucus* is door de student zelf verzameld uit de Oosterschelde, *Ulva* was afkomstig van PRI.

In de eerste weken werd al snel duidelijk dat de graasdruk van de *Gammarus* nog steeds een probleem is. De wierensoorten *Ulva* en *Undaria* waren binnen enkele dagen zodanig begraasd dat het niet meer te gebruiken was in het wierenfilter (afbeelding 1). Besloten is om alle drie de lijnen in te zetten met *Fucus*. Gebleken is dat dit wier te “stug” is voor de *gammarus* om te begrazen.



Afbeelding 1, één week begraasd *Ulva* door *gammarus*

Het begingewicht (natgewicht) van de *Fucus* is voor het inzetten van de proef bepaald (tabel 5). Voor, midden en achterop (hierna genoemd sectie 1, sectie 2 en sectie 3) ieder touw zijn tien stukjes wier gemarkeerd en wekelijks op lengte bepaald. Per sectie komt dit dus neer op dertig stukjes wier (figuur 5).

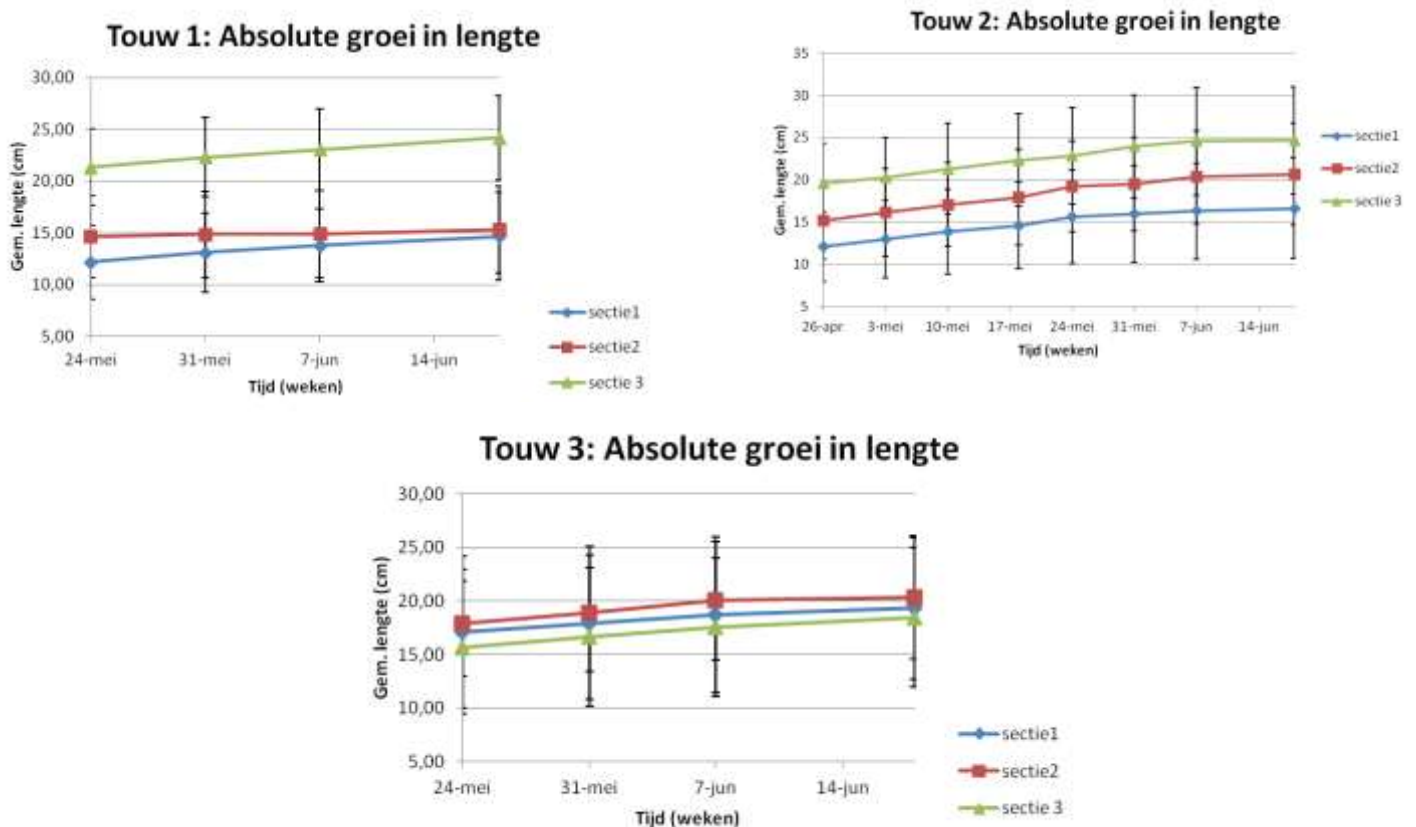


Figuur 5, schematische weergave wierenfilter met afmetingen en debiet(rechts) en de gebruikte inrichting, been 1 en 3 waren niet ingezet met wier

Wekelijks zijn er watermonsters genomen van het begin en einde van het been welke bepaald werden op ammonia, nitriet, nitraat en ortho-fosfaat. Met deze gegevens had de zuiveringsefficiëntie van de ingezette wieren berekend kunnen worden. Helaas zijn deze monsters, door het niet juist conserveren, verloren gegaan.

Halverwege de proef is er een 24-uurs meting geweest waarbij pH en zuurstof metingen ieder half uur gemeten zijn. Tijdens de 24-uurs meting zijn er om de 4 a 5 uur watermonsters genomen aan het begin en einde van het been. Deze monsters werden geanalyseerd op ammonia en ortho-fosfaat. Deze bepalingen zijn gedaan om de invloed van de donker- en lichtreactie van het zeewier op de waterkwaliteit te bepalen.

In figuur 6 zijn de gemiddelde wierlengtes gedurende het experiment per sectie weergegeven.



Figuur 6, Gemiddelde groei in lengte(n=10) per touw per sectie

Touw één en drie zijn, zoals te zien in de grafiek, later ingezet met Fucus. Deze touwen waren eerder ingezet met Ulva en Undaria welke begraasd werden door de Gammarus. Er is geen significant verschil gemeten in lengtegroei tussen de verschillende secties.

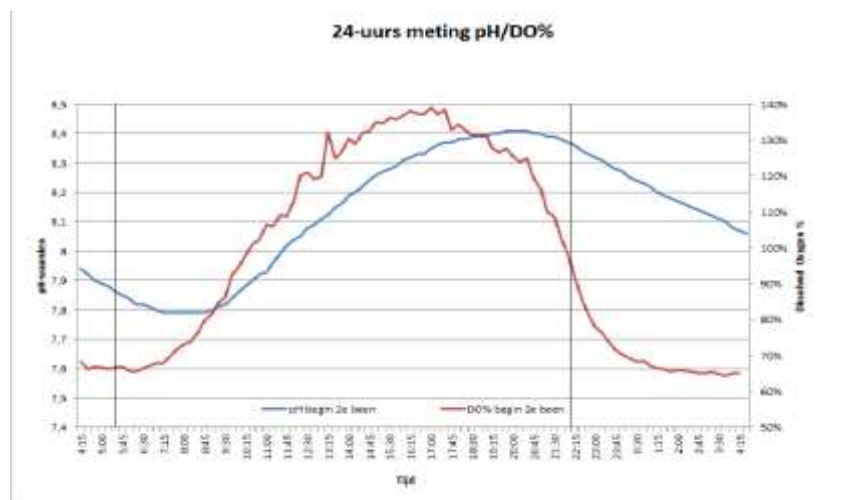
In tabel 5 zijn de totaal natgewichten van ieder touw weergegeven. De gemiddelde gewichtstoename per dag komt neer op 1,61%/dag.

Tabel 5, Nat begin- en eindgewicht van de ingezette wieren per touw waarbij t in dagen en gewicht in gram

| Natgewicht (g) | Natgewicht | |
|----------------|------------|-------------|
| | t=0 | t eind |
| Touw 1 | 3008,5 | 4725 (t=26) |
| Touw 2 | 3321 | 6750 (t=54) |
| Touw 3 | 3786 | 6000 (t=26) |

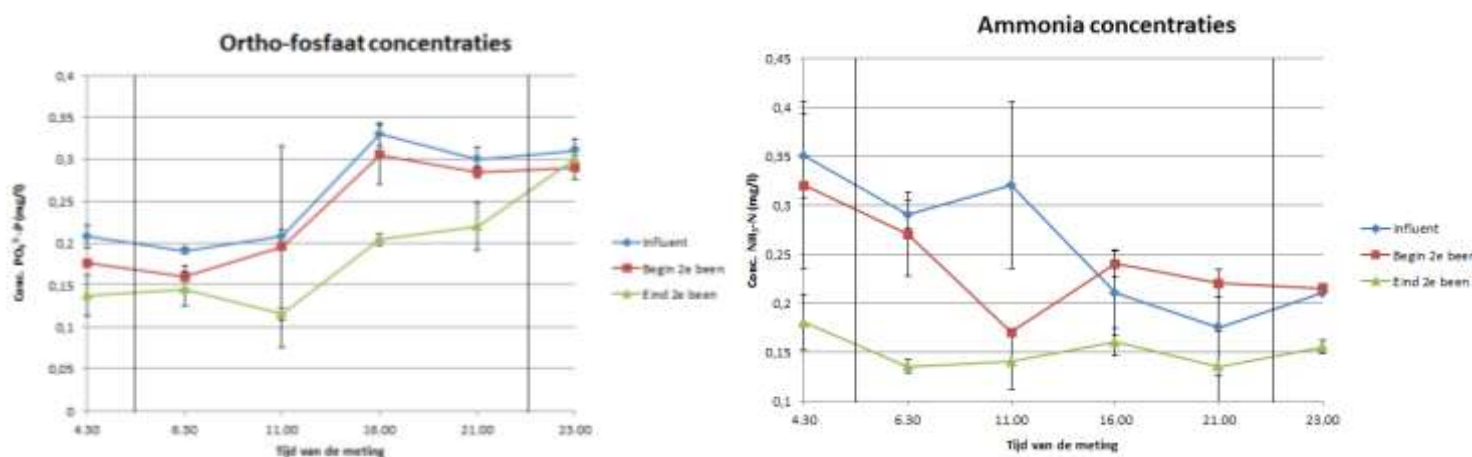
In figuur 7 is de pH en zuurstof tegenover de tijd weergegeven tijdens de 24-uurs meting.

Een duidelijk patroon is zichtbaar van de zuurstof en pH gedurende de licht- en donkerreactie van het zeewier. Te zien is dat de zuurstof daalt tot net onder de 70% en overdag oploopt tot net onder de 140%. Dit geeft aan dat er sprake is van fotosynthese en dus ook van opname van stikstof en fosfaat.



Figuur 7, gemeten pH en zuurstofpercentage gedurende 24 uur

In figuur 8 zijn de analyses van ortho-fosfaat en ammonia gedurende de 24-uurs meting weergegeven voor het influent, begin en einde van het tweede been. Door de fluctuerende en vrij lage concentraties aan N en P van het influent en de foutmarges van de bepalingen is het moeilijk de zuiveringsefficiëntie te bepalen en deze te koppelen aan de fotosynthetische activiteit. Wel is er een duidelijk verschil gemeten tussen N en P concentraties in het begin en in het einde van het tweede been wat dus duidt op filtratie van de zeevieren.



Figuur 8, concentraties van ortho-fosfaat en ammonia van het influent, begin 2^e been en einde 2^e been(n=3)

Voor een functioneel wierenfilter in de toekomst is het noodzakelijk om komend jaar een oplossing te zoeken voor de aanwezigheid van Gammarus. De vlokreeft maakt het onmogelijk hoogwaardige wieren te telen zoals Ulva en Kelp.

De concentraties aan N en P zijn erg laag, dit komt waarschijnlijk door de aanwezigheid van *Ulva Intestinalis* in de schelpdiervijvers. Dit wier neemt waarschijnlijk het grootste deel van de door de schelpdieren geproduceerde N en P op, er is dus waarschijnlijk sprake van interne zuivering in de schelpdiervijvers. Dit mogelijke scenario is één van de onderzoeksvragen die in het vervolg van 2012-2013 onderzocht moet worden.

Mocht er in de toekomst grootschaliger wieren geteeld worden in het wierenfilter is het essentieel beluchting aan te brengen. Met de aanwezigheid van ongeveer slechts vijftien kilo natgewicht Fucus daalt de zuurstof al tot net onder de 70%. Fucus is dan ook nog een wier wat zeer langzaam groeit, 3-6 cm per maand. Ulva daarentegen kan zijn biomassa verdubbelen per dag waarbij dus de fotosynthetische activiteit een stuk hoger zal liggen.

6. Opkweken broed

In de hatchery wordt broed (*Crassostrea gigas*) opgekweekt tot maximaal 12 mm. Wanneer dit wordt uitgezaaid, vind er een hoge mate van predatie plaats op dit broed, van onder andere krabben en zeesterren. Er zijn twee voor de hand liggende opties om dit te voorkomen: het broed beschermen tegen de predatoren, door ze bijvoorbeeld in mandjes te doen, of het broed op kweken tot een formaat dat de predatoren er geen vat meer op hebben (ongeveer 80 mm). Deze beide mogelijkheden worden uitgevoerd en met elkaar vergeleken.

De oesters zijn vanuit de hatchery naar ZA gekomen, met een gemiddelde lengte van 12 mm en een gewicht van 0,7 gram. De oesters zijn toen op tafels gelegd in een algenbassin bij ZA. Hier zijn ze gevoed met gekweekte algen. Een deel van de oesters is toen in mandjes gedaan en in de Grevelingen opgehangen. Een deel van het broed is in het wierenfilter geplaatst, om hier verder door te groeien. De bedoeling was om het broed op te kweken en te blijven voeden met algen, echter doordat de inzet van algen op andere gebieden belangrijker waren, is dit niet doorgezet. In het wierenfilter hebben ze het overschot aan algen uit de tapijtschelpenvijvers uit het water kunnen filteren.

6.1 Resultaten

Het broed uit de hatchery is in de periode begin juni– eind juli gegroeid tot een gemiddelde lengte van 30 mm en een gewicht van 8 gram. Het broed wat vervolgens in het wierenfilter is geplaatst (weinig voedsel) is nauwelijks nog toegenomen (tot ongeveer 10 gram). Het broed wat in de Grevelingen is uitgehangen is wel goed gegroeid. Dit broed had eind oktober een gemiddelde lengte van 60 mm en een gewicht van gemiddeld 24 gram. Uitschieters hadden een gewicht van > 60 gram, wat betekent dat ze al binnen de sortering van ZO3 vallen.

| | | |
|------------|------------------|------------|
| 1 Juni | 12 mm, 0,7 gram | t0 |
| 30 Juli | 30 mm, 8,0 gram | t60 dagen |
| 30 Oktober | 60 mm, 24,0 gram | t150 dagen |

Doordat het broed in 2012 te dik op de tafels lag, is het niet allemaal goed kunnen groeien. Het was goed zichtbaar dat het broed wat bovenop lag harder groeide dan het broed wat onderop lag. De onderste broedjes hadden waarschijnlijk minder algen ter beschikking.

De sterfte was moeilijk te bepalen. In het uitgangsmateriaal van de hatchery zaten al redelijk veel lege schelpen. Geschat wordt dat er 10-30 % sterfte is opgetreden in het broed.

6.2 Conclusie

Het broed opkweken op tafels aan land tot een formaat waarbij krabben er geen baas meer over, is goed mogelijk. Hierbij groeit het broed redelijk snel en treedt er weinig sterfte op. De vervolgstap waarbij het broed wordt uitgezaaid of in mandjes wordt

uitgehangen lijkt een succes. Om te bepalen of een dergelijke nursery stap in de toekomst mogelijk is, zal de kostprijs hiervan worden berekend in 2013.

6.3 Toekomstperspectief

In 2013 willen we bepalen wat een goede dichtheid is van het broed op de tafels (beste groei / minste uitval). Daarnaast dient de FCR bepaald te worden, om tot een juiste kostprijs berekening te kunnen komen. Met de groei die is waargenomen is het waarschijnlijk mogelijk om broed uit de hatchery in 18 maanden op te kweken tot consumptieformaat.

Tussen het Creuse broed bevond zich ook vrij veel platte broed. Ook hierin werd weinig sterfte waargenomen en een goede groei (niet gemeten, wel waargenomen). Vanwege de hogere waarde van de platte oesters, willen we dit in 2013 ook verder gaan onderzoeken.

Vanwege de beperkte grootte van ZA zullen de proeven plaats vinden met kleinere hoeveelheden. Waar afgelopen jaar nog ca. 300.000 broedjes zijn opgekweekt, zal zich dat nu beperken tot ongeveer 150.000 stuks in totaal (creuse + platte). Dit om e.e.a. beter beheersbaar te maken.

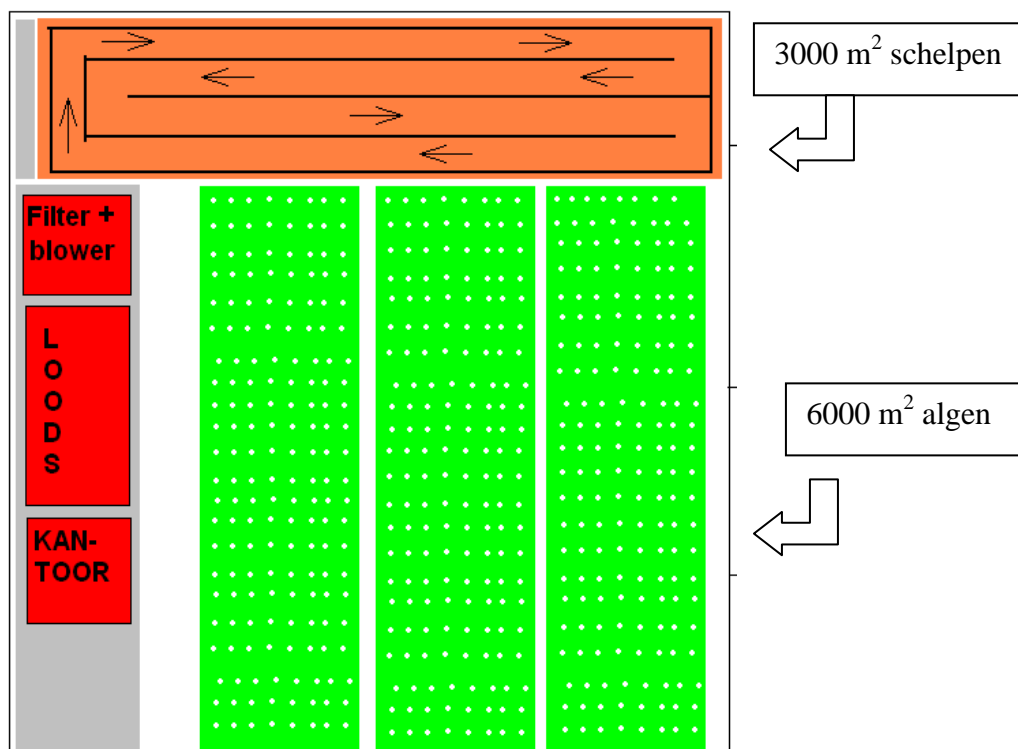
7. Opschaling ZA pilot (toekomstperspectief)

De huidige pilot Zeeland Aquacultuur is niet kostendekkend. Dit komt vooral omdat ZA is aangelegd als proefstation en niet als productiepijl. In het volgende model is een kostprijsberekening gemaakt wanneer ZA opgeschaald zou worden. Hierbij is uitgegaan van een vergelijkbare werkwijze: tapijtschelpen worden gekweekt in een zandbodem. Als voedsel worden algen gekweekt in een semi-intensief systeem. In 2008 is het onderzoek bij Zeeland Aquacultuur begonnen naar de economische en technische haalbaarheid van de binnendijkse kweek van tapijtschelpen. Nu, in 2012, is aangetoond dat het technisch haalbaar is om tapijtschelpen te kweken in binnendijkse kweekvijvers. De hiervoor gemaakte kosten zijn echter niet representatief voor een plant op productieschaal. De kweekvijvers en algenbassins zijn hiervoor te klein en er is veel onderzoek gedaan.

Om antwoord te geven op de vraag of het economisch ook haalbaar is om tapijtschelpen binnendijks te kweken, is op basis van de opgedane kennis een model gemaakt. Hierbij zijn een aantal uitgangspunten genomen, welke in de praktijk zijn aangetoond.

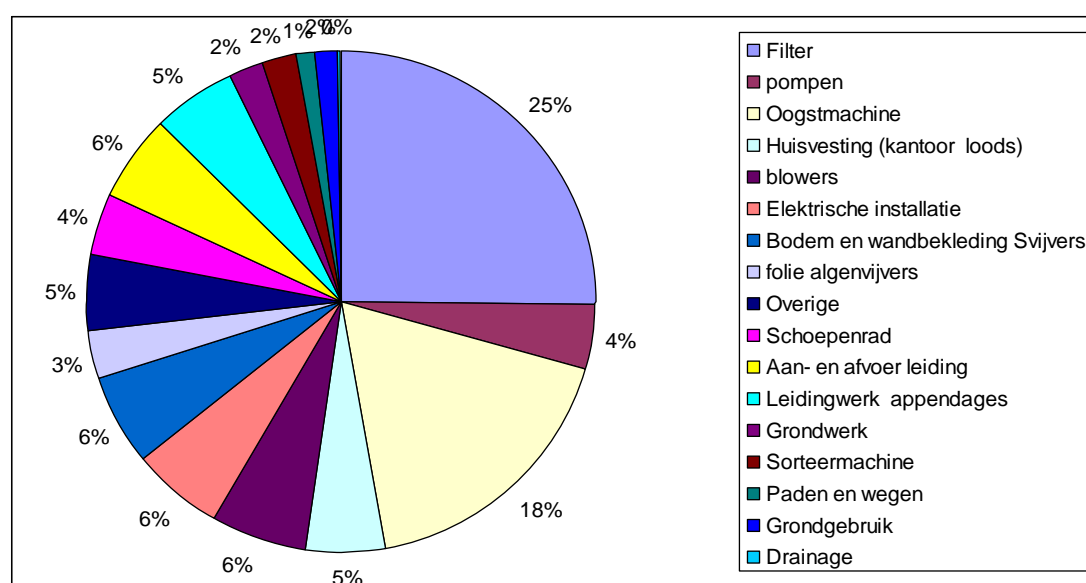
Het model is gebaseerd op een pilot van 1 hectare. Hierbij is uitgegaan van een oppervlakte verdeling van 30% schelpdiervijvers, 60% algenvijvers en 10% wegen en bebouwing. De algenvijvers zijn voorzien van EPDM folie, de schelpdiervijvers van een betonvloer en PE wanden. Op het terrein staat een filterinstallatie waarbij het water in 3 stappen naar 5 um wordt gefilterd (grof filter, 50 um trommelfilter, 5 um trommelfilter).

Hieronder een voorbeeld van een mogelijke indeling van het terrein:



In onderstaande tabel zijn de kosten weergegeven van de aanleg van het terrein. Er is rekening gehouden met verschillende afschrijvingstermijnen. Daarnaast zijn er kosten meegenomen voor het onderhoud van de verschillende onderdelen.

| Aanleg terrein | stuksprijs | stuks | Totale aanschaf | Afschrijving jaar | % onderhoud per jaar | € afschrijving / jaar | Onderhoud / jaar | Totale jaarlijkse kosten |
|---------------------------------|------------|-------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| Filter | € 100.000 | 1,0 | € 100.000 | 10 | 15 | € 10.000 | € 15.000 | € 25.000 |
| Pompen | € 4.000 | 3 | € 12.000 | 5 | 15 | € 2.400 | € 1.800 | € 4.200 |
| Oogstmachine | € 50.000 | 1 | € 50.000 | 5 | 15 | € 10.000 | € 7.500 | € 17.500 |
| Huisvesting (kantoor loads) | € 50.000 | 1 | € 50.000 | 20 | 5 | € 2.500 | € 2.500 | € 5.000 |
| blowers | € 5.000 | 4,0 | € 20.000 | 5 | 10 | € 4.000 | € 2.000 | € 6.000 |
| Elektrische installatie | € 40.000 | 1 | € 40.000 | 20 | 10 | € 2.000 | € 4.000 | € 6.000 |
| Bodem en wandbekleding Svijvers | € 56.500 | 1,0 | € 56.500 | 20 | 5 | € 2.825 | € 2.825 | € 5.650 |
| folie algenvijvers | € 6.720 | 3 | € 20.160 | 10 | 5 | € 2.016 | € 1.008 | € 3.024 |
| Overige | €25.000 | 1 | € 25.000 | 10 | 10 | € 2.500 | € 2.500 | € 5.000 |
| Schoepenrad | €10.000 | 1 | € 10.000 | 3 | 5 | € 3.333 | € 500 | € 3.833 |
| Aan- en afvoer leiding | € 220.000 | 0,3 | € 55.000 | 20 | 5 | € 2.750 | € 2.750 | € 5.500 |
| Leidingwerk appendages | € 45.000 | 1 | € 45.000 | 15 | 5 | € 3.000 | € 2.250 | € 5.250 |
| Grondwerk | € 3 | 7.500 | € 22.500 | 20 | 5 | € 1.125 | € 1.125 | € 2.250 |
| Sorteermachine | € 15.000 | 1 | € 15.000 | 10 | 5 | € 1.500 | € 750 | € 2.250 |
| Paden en wegen | € 20 | 500 | € 10.000 | 20 | 5 | € 500 | € 500 | € 1.000 |
| Grondgebruik | €1.500 | 1 | € 1.500 | 1 | 0 | € 1.500 | € - | € 1.500 |
| Drainage | € 1.500 | 1 | € 1.500 | 15 | 5 | € 100 | € 75 | € 175 |
| Totaal | | | € 534.160 | | | € 52.049 | € 47.083 | € 99.132 |



Naast de jaarlijkse kosten zijn er ook nog verbruikskosten. Deze zijn als volgt opgebouwd:

| | |
|-------------------|-----------------|
| Verbruikskosten | |
| Lozingskosten | €6.000 |
| Nutriënten algen | € 21.000 |
| Arbeid | €52.000 |
| | |
| Elek. Pompen | €9.724 |
| Elek. Schoepenrad | €1.752 |
| Elek. Filters | €4.380 |
| Elek. Blowers | €14.016 |
| Elek. Overig | €8.760 |
| Totaal | €117.632 |

Deze waarden zijn gebaseerd op:

- Waterverbruik = 600.000 m³ per jaar, voornamelijk voor de algenkweek
- Nutriënten voor 12.000 kg drogestof algen (20 gram/m³)
- 1 FTE
- De kosten voor de energie zijn op basis van het vermogen van de apparaten vermenigvuldigd met de continuïteitsfactor.

De totale kosten min de opbrengst van de zagers is €224.434. De oogst zal 27.000 kg tapijtschelpen zijn, wat neerkomt op een kostprijs van €8,31 / kg tapijtschelpen. Naast de zagers en tapijtschelpen is er ook nog een overschot aan algenproductie van 6.000 kg.

Om tot bovenstaande kostprijs te komen, is gerekend met de volgende waarden:

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| Drogestof algenkweek | 20 gram/m ³ |
| Productie algenvijvers | 200 dagen/jaar |
| Productie schelpvijvers | 10 kg/m ² |
| FCR algen:tapijtschelpen | 0,2:1 |
| Overleving tapijtschelpen | 75% |
| Oppervlakte verhouding algen:schelpen | 2:1 |

Bovenstaande waarden zijn gebaseerd op de werkelijke productie die afgelopen jaren is behaald bij Zeeland Aquacultuur. Wanneer er een dergelijk bedrijf nieuw zou worden aangelegd, is er met name in de algenkweek een hogere productie te behalen. De algenvijvers die continu worden afgeogst, hebben een gemiddelde drogestof concentratie van 34 gram/liter. Uitgaande van een concentratie van 27 gram/m³ is de kostprijs een stuk lager. De verhouding algen:schelpen kan ook lager, omdat de opbrengst per m² algenvijver hoger ligt. Daarnaast is de kostprijs van de tapijtschelpen ook lager wanneer het terrein niet 1 ha groot wordt, maar 15 hectare, daalt de kostprijs ook. Zaken als filters en pompen worden wel duurder, maar bijvoorbeeld de oogstmachine en de loods zijn gelijk bij 1 ha en 15 ha. De kostenberekening ziet er dan als volgt uit:

| | stuksprijs | stuks | Totale aanschaf | Afschrij- ving jaar | % onderhoud per jaar | € afschrijving / jaar | Onderhoud / jaar | Totale jaarlijkse kosten |
|---------------------------------------|------------|---------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Aanleg terrein | | | | | | | | |
| Filter | € 100.000 | 10,5 | € 1.051.852 | 10 | 15 | € 105.185 | € 157.778 | € 262.963 |
| Pompen | € 4.000 | 12 | € 48.000 | 5 | 15 | € 9.600 | € 7.200 | € 16.800 |
| Oogstmachine | € 50.000 | 3 | € 150.000 | 5 | 15 | € 30.000 | € 22.500 | € 52.500 |
| Huisvesting (kantoor loads) | € 50.000 | 1 | € 75.000 | 20 | 5 | € 3.750 | € 3.750 | € 7.500 |
| Blowers | € 5.000 | 42,1 | € 210.370 | 5 | 10 | € 42.074 | € 21.037 | € 63.111 |
| Elektrische installatie | € 40.000 | 1 | € 180.000 | 20 | 10 | € 9.000 | € 18.000 | € 27.000 |
| Bodem en wandbekleding Svijvers | € 56.500 | 26,3 | € 1.485.741 | 20 | 5 | € 74.287 | € 74.287 | € 148.574 |
| folie algenvijvers | € 6.720 | 31,6 | € 212.053 | 10 | 5 | € 21.205 | € 10.603 | € 31.808 |
| Overige | €25.000 | 15 | € 375.000 | 10 | 10 | € 37.500 | € 37.500 | € 75.000 |
| Schoepenrad | €10.000 | 26,3 | € 262.963 | 3 | 5 | € 87.654 | € 13.148 | € 100.802 |
| Aan- en afvoer leiding | € 220.000 | 1,6 | € 345.844 | 20 | 5 | € 17.292 | € 17.292 | € 34.584 |
| Leidingwerk appendages | € 45.000 | 15 | € 675.000 | 15 | 5 | € 45.000 | € 33.750 | € 78.750 |
| Grondwerk | € 3 | 102.556 | € 307.667 | 20 | 5 | € 15.383 | € 15.383 | € 30.767 |
| Sorteermachine | € 15.000 | 3 | € 45.000 | 10 | 5 | € 4.500 | € 2.250 | € 6.750 |
| Paden en wegen | € 20 | 7.500 | € 150.000 | 20 | 5 | € 7.500 | € 7.500 | € 15.000 |
| Grondgebruik | €1.500 | 15 | € 22.500 | 1 | 0 | € 22.500 | € - | € 22.500 |
| Drainage | € 1.500 | 15 | € 22.500 | 15 | 5 | € 1.500 | € 1.125 | € 2.625 |
| Totaal | | | € 5.619.490 | | | € 533.931 | € 443.103 | € 977.035 |

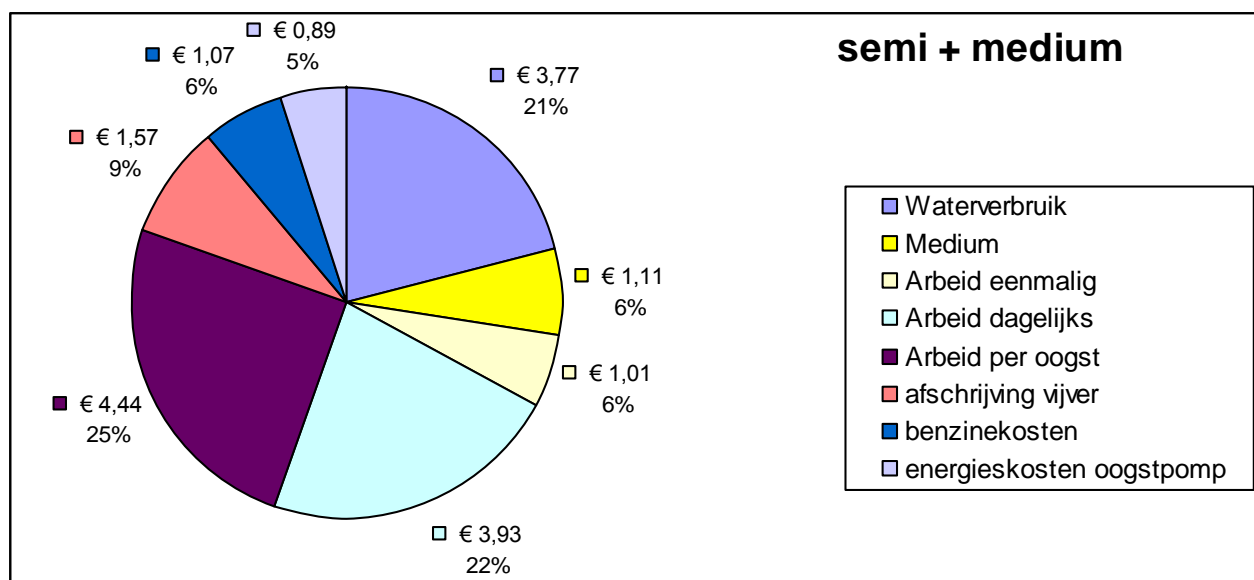
| | |
|-------------------|--------------------|
| Verbruikskosten | |
| Lozingskosten | € 63.111 |
| Nutriënten algen | € 220.889 |
| Arbeid | € 488.800 |
| | |
| Elek. Pompen | € 38.894 |
| Elek. Schoepenrad | € 46.071 |
| Elek. Filters | € 46.071 |
| Elek. Blowers | € 147.428 |
| Elek. Overig | € 131.400 |
| Totaal | € 1.182.664 |

De totale jaarlijkse kosten bedragen €2.716.391. De productie van de zagers is 23.667 kg, wat neerkomt op een inkomstenbron van €355.000. De kosten voor de tapijtschelpen zijn dan €2.361.391 / jaar. De tapijtschelpen productie is 710.000 kg. Dit betekent een kostprijs van €3,33 / kg.

Bijlage 1: Kostenberekening algenkweek verschillende methoden.

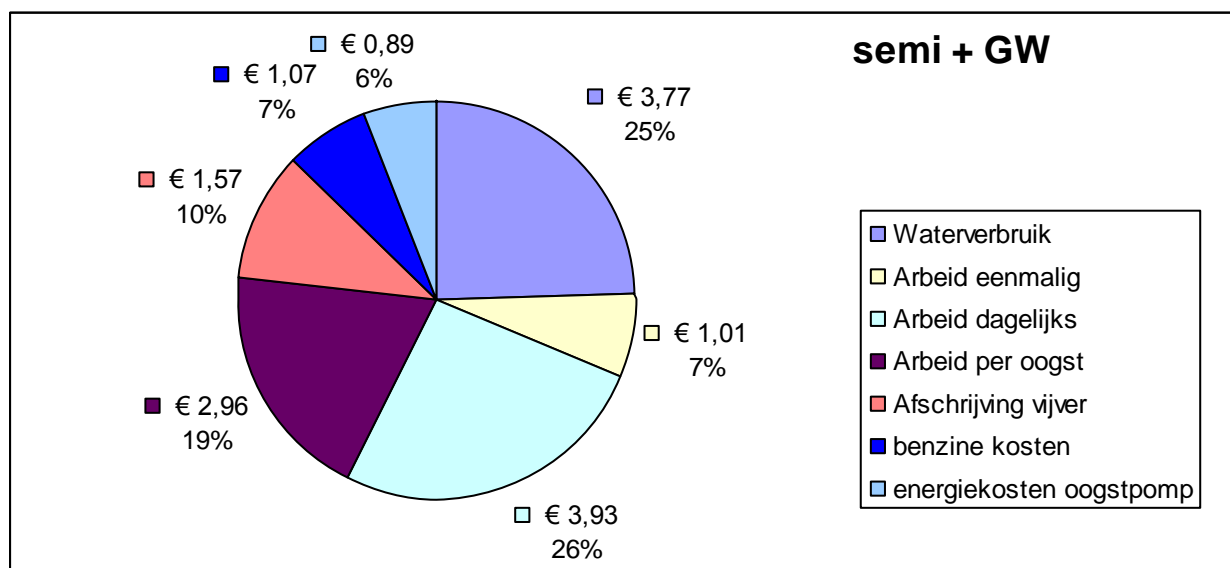
Semicontinu kweek met medium:

| Semi medium | | KOSTEN | € / eenheid | € / run | € / jaar | € / kg ds |
|-------------------------|---------|-----------------------|-------------|---------|----------|-----------|
| Oogstvolume / dag (m3) | 50 | Waterverbruik | € 0,12 | € 210 | € 1.200 | € 3,77 |
| gram ds / oogst | 1.688 | Medium | € 0,04 | € 62 | € 352 | € 1,11 |
| oogstdagen / run | 33 | Arbeid eenmalig | € 56,25 | € 56 | € 321 | € 1,01 |
| aantal runs / jaar | 5,7 | Arbeid dagelijks | € 6,25 | € 219 | € 1.250 | € 3,93 |
| gram oogst per run | 55.688 | Arbeid per oogst | € 7,50 | € 248 | € 1.414 | € 4,44 |
| gram oogst / jaar | 318.214 | afschrijving vijver | € 500,00 | | € 750 | € 2,36 |
| waterverbruik m3 / run | 1.750 | benzinekosten energie | € 0,03 | € 60 | € 340 | € 1,07 |
| waterverbruik m3 / jaar | 10.000 | oogstpomp | € 1,5 | 50 | € 282,86 | € 0,89 |
| | | Kosten totaal | | | € 5.628 | € 18,57 |



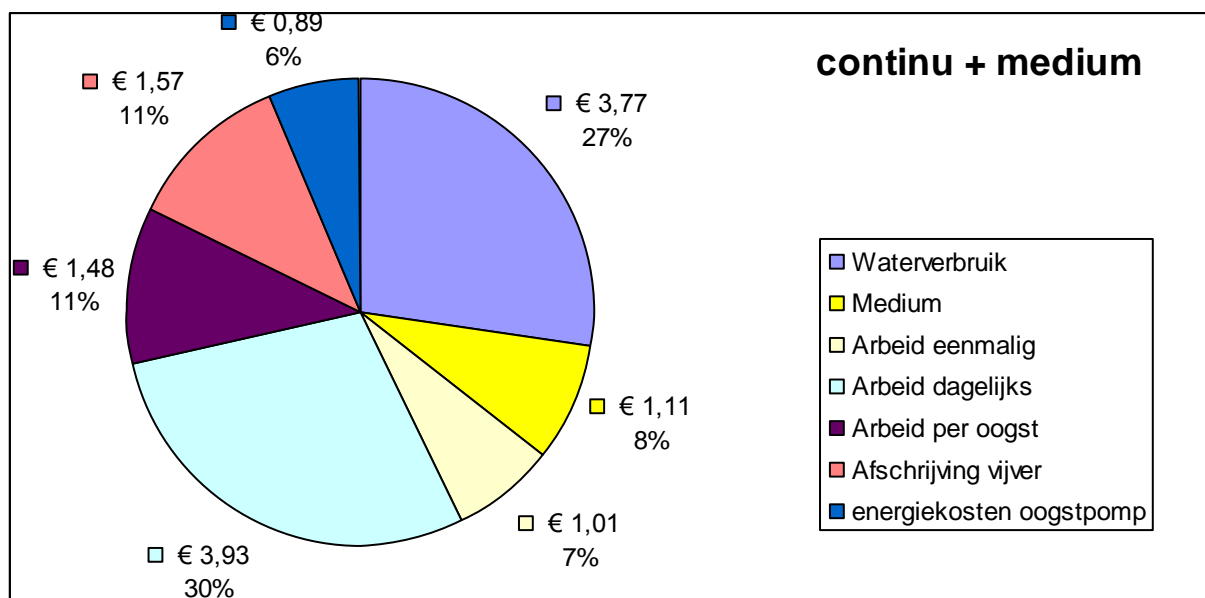
Semicontinu kweek met grondwater:

| Semi GW | | KOSTEN | € / eenheid | € / run | € / jaar | € / kg ds |
|-------------------------|---------|---------------------|-------------|---------|----------|-----------|
| Oogstvolume / dag (m3) | 50 | Waterverbruik | € 0,12 | € 210 | € 1.200 | € 3,77 |
| gram ds / oogst | 1.688 | Medium | € - | € - | € - | € - |
| oogstdagen / run | 33 | Arbeid eenmalig | 56,25 | € 56 | € 321 | € 1,01 |
| aantal runs / jaar | 5,7 | Arbeid dagelijks | € 6,25 | € 219 | € 1.250 | € 3,93 |
| gram oogst per run | 55.688 | Arbeid per oogst | € 5,00 | € 165 | € 943 | € 2,96 |
| gram oogst / jaar | 318.214 | Afschrijving vijver | € | | € 500,00 | € 1,57 |
| waterverbruik m3 / run | 1.750 | benzine kosten | € 0,03 | € 60 | € 340 | € 1,07 |
| waterverbruik m3 / jaar | 10.000 | energie oogstpomp | € 1,50 | € 50 | € 282,86 | € 0,89 |
| | | Kosten totaal | | | € 4.837 | € 15,20 |



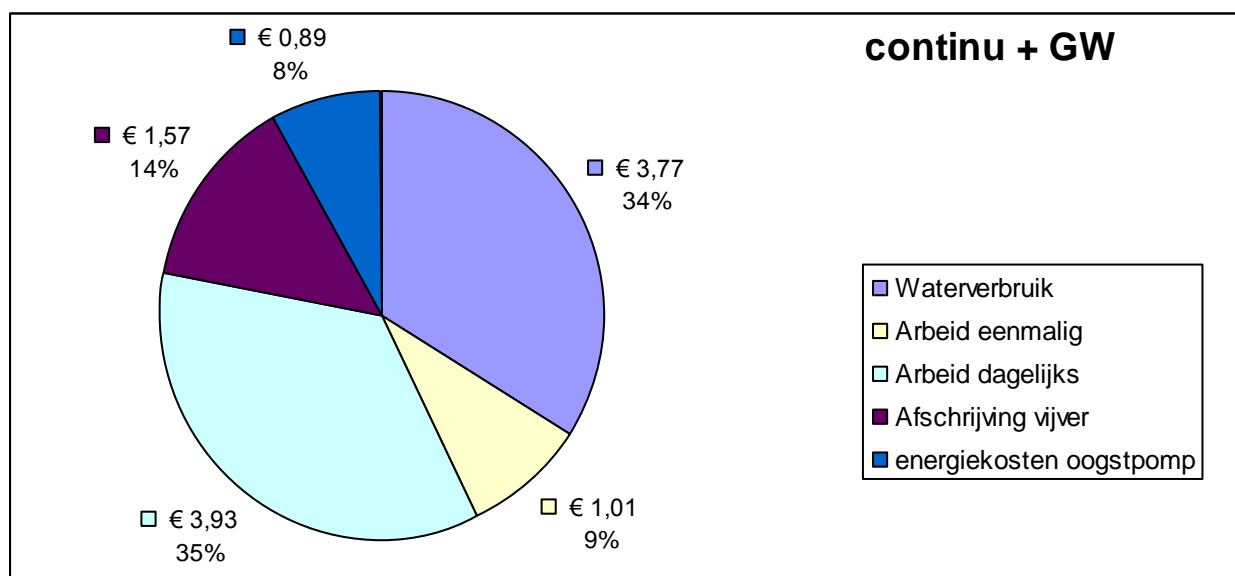
Continu kweek met medium:

| Continu medium | | KOSTEN | € / eenheid | € / run | € / jaar | € / kg ds |
|-------------------------|---------|---------------------|-------------|---------|----------|-----------|
| Oogstvolume / dag (m3) | 50 | Waterverbruik | € 0,12 | € 210 | € 1.200 | € 3,77 |
| gram ds / oogst | 1.688 | Medium | € 0,04 | € 62 | € 352 | € 1,11 |
| oogstdagen / run | 33 | Arbeid eenmalig | € 56,25 | € 56 | € 321 | € 1,01 |
| aantal runs / jaar | 5,7 | Arbeid dagelijks | € 6,25 | € 219 | € 1.250 | € 3,93 |
| gram oogst per run | 55.688 | Arbeid per oogst | € 2,50 | € 83 | € 471 | € 1,48 |
| | | Afschrijving vijver | | | € 500,00 | € 1,57 |
| gram oogst / jaar | 318.214 | energie oogstpomp | € 500,00 | | € 500,00 | € 1,57 |
| waterverbruik m3 / run | 1.750 | | € 1,50 | € 50 | € 283 | € 0,89 |
| waterverbruik m3 / jaar | 10.000 | Kosten totaal | | | € 4.378 | € 13,76 |



Continu kweek met grondwater:

| Continu GW | | KOSTEN | € / eenheid | € / run | € / jaar | € / kg ds |
|------------------------|---------|---------------------|-------------|---------|----------|-----------|
| Oogstvolume / dag (m3) | 50 | Waterverbruik | € 0,12 | € 210 | € 1.200 | € 3,77 |
| gram ds / oogst | 1.688 | Medium | € - | € - | € - | € - |
| oogstdagen / run | 33 | Arbeid eenmalig | € 56,25 | € 56 | € 321 | € 1,01 |
| aantal runs / jaar | 5,7 | Arbeid dagelijks | € 6,25 | € 219 | € 1.250 | € 3,93 |
| gram oogst per run | 55.688 | Arbeid per oogst | € - | € - | € - | € - |
| | | Afschrijving vijver | € 500,00 | | € 500,00 | € 1,57 |
| gram oogst / jaar | 318.214 | energie oogstpomp | € 1,50 | € 50 | € 283 | € 0,89 |
| watervbruik m3 / run | 1.750 | | | | | |
| watervbruik m3 / jaar | 10.000 | Kosten totaal | | | € 3.554 | € 11,17 |



Bijlage 2

Resultaten onderzoek mortaliteit tapijtschelpen door CVI

Sectie:

De ingezonden 39 tapijtschelpen waren deels levend, deels stervend. In de verse preparaten van deze schelpen zijn geen bijzonderheden waargenomen.

Histologie:

Van 35 tapijtschelpen kon histologisch onderzoek worden uitgevoerd. In een groot aantal individuen uit de partij kon een lichte of uitgebreidere degeneratie van het weefsel worden waargenomen. Met name het kieuwweefsel was in het merendeel van de onderzochte monsters gedegeneerd.

In 14 van de 35 onderzochte individuen is een microcell-achtige parasiet aangetroffen. De parasiet was lokaal aanwezig in het spierweefsel van de mantel en in mindere mate van de voet en veroorzaakte een lichte tot matige ontstekingsreactie in het weefsel.

Verder zijn er geen parasieten aangetroffen. Dit is op zich opmerkelijk aangezien in partijen schelpdieren zijn vaak een aantal (onschuldige) parasieten aanwezig zijn in lage prevalentie zoals Rickettsia of eencellige ciliaten in de kieuwen. Er zijn ook geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een bacteriële of virale aandoening in de onderzochte partij.

Voorlopige diagnose:

De degeneratie van het weefsel is te verklaren door de slechte conditie van de partij en het grote aantal stervende individuen.

De aangetroffen microcell is mogelijk primair oorzaak van de sterfte. Microcell parasieten zijn parasieten verwant aan Bonamia of Mikrocytos. Recentelijk (2010) is een nog naamloze Mikrocytos species aangetroffen bij sterfte van het zaagje (*Donax trunculus*) in Frankrijk. Het histopathologische beeld van de microcell infectie in de tapijtschelpen in deze partij lijkt sterk op de Mikrocytos infectie in *Donax*. De mogelijk is de aangetroffen microcell gelijk of verwant aan de Mikrocytos species in *Donax*. Met histologie zijn microcells niet op soort te determineren. We hebben ook materiaal genomen voor moleculair onderzoek en zullen hiermee uitzoeken of het een Mikrocytos species betreft en de verwantschap met de soort in *Donax*.

Wij hebben getracht om de microcell met moleculaire methodes te typeren. Dit is ons helaas niet gelukt. Er lijken veel remmende stoffen in de tapijtschelpen te zitten voor onze analyse methode. Ik heb toen materiaal verzonden van de partij naar het EU referentie laboratorium Ifremer. Na een aantal pogingen is het hun wel gelukt om de microcell uit de tapijtschelp te identificeren. Het is een Mikrocytos soort gerelateerd aan Mikrocytos sp. die recent gevonden is in *Donax trunculus* in Frankrijk.

Ondertussen heb ik ook contact gehad met een Spaanse collega. Zij hebben een andere Mikrocytos soort aangetroffen, *Mikrocytos mackini*, in tapijtschelpen in Galicië.

Wat betreft de oorzaak van de mortaliteit: Wetenschappelijk gezien is de sleutel tot het vast te stellen dat een ziekteverwekker sterfte veroorzaakt het bij elkaar

zetten van geïnfecteerde en ongeïnfecteerde dieren waarna onder de niet-geïnfecteerde dieren ziekte/sterfte optreedt en in deze dieren de ziekteverwekker weer kan worden aangetoond (één van de zogenaamde Koch's postulates). Voor deze Mikrocytos soort is dat (nog) niet uitgevoerd.

De uitkomst van het moleculaire onderzoek is dat de Mikrocytos in de tapijtschelp in de partij dezelfde was als gevonden in *Donax trunculus* in Frankrijk (die in Galicië is een andere). Onder de *Donax trunculus* geeft deze soort een hoge sterfte. Dezelfde soort is dus in hoge prevalentie aangetroffen in tapijtschelpen met verhoogde sterfte.

Met andere woorden, hoewel de "Koch's postulates" nog niet compleet zijn voor dit organisme, is het voor mij is het heel aannemelijk dat de Mikrocytos oorzaak is van de sterfte.