

Proefbedrijf Zeeuwse Tong

Jaarverslag 2010



J.J.M.H. Ketelaars

A.C. Ruizeveld de Winter

Maart 2010

Inhoudsopgave

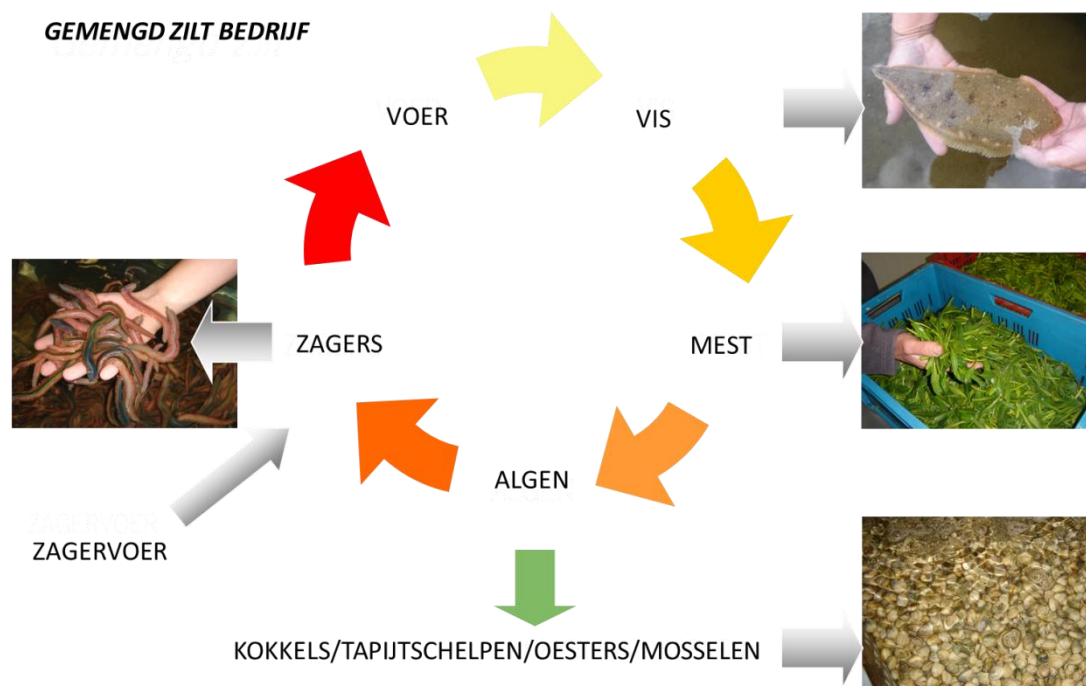
Inleiding	3
Infrastructuur en techniek	5
Aan- en afvoer water	5
Filtering	7
Conditionering	9
Beluchting en circulatie	10
Bescherming tegen predatie	10
Compartimentering	11
Terrein	12
Werkzaamheden	14
Zaaien en uitzetten	14
Voeren	15
Monitoring	15
Analyse van opgeloste nutriënten	16
Bemonstering	17
Afvissen van tongvijvers	18
Storingen.....	19
Media en rondleidingen	20
Groei, opbrengsten, voederbenutting	21
Het gebruik van de vijvers in 2010	21
Toelichting op het gebruik van de vijvers	21
Mengteelt pootzagers en tapijtschelpen: vijver 1 en 7.....	23
Mengteelt zagerlarven en tapijtschelp: vijver 6 en 12	25
Mengteelt tong en zagers: vijver 4 en 10	25
Vissterfte	27
Groei van Japanse oesters in ringsloot.....	28
Stikstof- en fosforbalans van het proefbedrijf	28
Economie.....	30
Realisatie versus plan	30
Knelpunten	30
De balans van één jaar proefbedrijf Zeeuwse Tong	35

Inleiding

Eind februari 2010 startten de voorbereidende werkzaamheden voor de aanleg van het Proefbedrijf Zeeuwse Tong aan de voet van de Zeelandbrug in Colijnsplaat. De omstandigheden voor de aanleg waren moeilijk: aanhoudend nat weer en mede daardoor een slappe bodem maakten het graven van de vijvers en de aanleg van rijpaden tot een moeilijke klus. Door gestaag door te werken konden toch op 15 mei de eerste organismen (zagerlarven) in de vijvers ingezaaid worden.

Op 1 juni vond de officiële opening plaats door Minister Gerda Verburg in aanwezigheid van vele geïnteresseerden. Een spannende tijd volgde. Niet alleen vanwege onzekerheid over de werking van de technische systemen, maar ook vanwege de onbekendheid met de teelten op praktijkschaal. Spoedig bleek dat zagerlarven, zagers, tapijtschelpen en vis zich kennelijk thuis voelden in de nieuw gecreëerde habitat. Voorspoedige groei werd gemeten. Alleen het ingezaaide kokkelbroed bleek veel uitval te vertonen. De grootste tegenvaller bleek de sterfte van vis eind november als gevolg van een combinatie van technisch falen van de warmte-koude opslag en een verkeerde inschatting van het gedrag van de tong.

Het concept dat aan het Proefbedrijf Zeeuwse Tong ten grondslag ligt, is het idee van een gemengd zilt bedrijf: een combinatie van teelten, dierlijk en plantaardig, binnen eenzelfde bedrijf (Fig. 1).



Figuur 1. De kringloop van het gemengd zilt bedrijf: zagers worden geproduceerd als voedsel voor zeetong, de meststoffen van de vis stimuleren plantaardige productie in de vorm van algen en zilte gewassen, algen vormen het voedsel voor schelpdieren en zagers. Zagers worden bijgevoerd met aangekochte voer.

In een tijd van specialisatie van de landbouw is het niet vanzelfsprekend terug te grijpen op een bedrijfsvorm die met het verleden geassocieerd wordt. Bij zorgvuldiger beschouwing blijkt echter dat binnen de landbouw specialisatie en integratie parallelle processen zijn. De dierlijke sectoren kunnen niet zonder de garandeerde voorziening met plantaardige grondstoffen, en

evenmin kunnen ze zonder een gegarandeerde afzet voor de mest als onvermijdelijk restproduct van veehouderij. Tussen mest-producerende en mest-ontvangende bedrijven worden om die reden contracten gesloten om tot een schonere landbouw te komen. In de aquacultuur ligt integratie van dierlijke en plantaardige productie binnen eenzelfde bedrijf méér voor de hand. Immers, de meststoffen van aquatische dieren verschijnen direct in het water en kunnen daaruit alleen met technische ingrepen weer verzameld worden. Benutting van die meststoffen door aquatische plantaardige producenten ligt dus voor de hand. Deze gedachte ligt ten grondslag aan het gemengd zilt bedrijf. Het Proefbedrijf Zeeuwse Tong staat niet alleen in de ontwikkeling van deze integratie: wereldwijd zijn er initiatieven om 'Integrated Multitrophic Aquaculture' te beproeven. Succesvolle voorbeelden zijn evenwel nog schaars.

Nu, na één seizoen kunnen we terugkijken op de eerste successen en tegenvallers. We zitten nog steeds in het steile deel van de leercurve. Voor 2011 breekt een nieuw en spannend jaar aan: zullen we de positieve resultaten van 2010 kunnen herhalen, kunnen we de fouten van het voorgaande jaar vermijden, en bovenal kunnen we aannemelijk maken dat het gemengd zilt bedrijf niet alleen technisch haalbaar is, maar ook economisch perspectief biedt.

In dit rapport doen we verslag van de ervaringen van het eerste jaar van het Proefbedrijf Zeeuwse Tong. Achtereenvolgens komen aan de orde: de infrastructuur en techniek, de werkzaamheden, de resultaten in de vorm van groei, productie, voederbenutting en sterfte, economische aspecten, en een afsluitende paragraaf.

Infrastructuur en techniek

Het Proefbedrijf Zeeuwse Tong is een vijverbedrijf. De teelt van zagers, vis, schelpdieren en algen vindt plaats in 12 vijvers gescheiden door rijpaden en dit alles omgeven door een ringsloot (Fig. 2). De ringsloot verzamelt het effluent van de vijvers en beschermt tegen ongewenst bezoek. Elke vijver is van gelijke grootte, 10 m breed en 100 m lang. De vijvers zijn onderling op drie plaatsen verbonden door ondergrondse waterdoorvoeren. De vijvers en ringsloot zijn uitgevoerd als foliebassins. Vanwege de tijdelijke vergunning is het niet toegestaan de ondergrond te verzilten. Als folie is gekozen voor EPDM. Het vijversysteem is voorzien van een aan- en afvoer van gefilterd Oosterscheldewater. Deze voorzieningen zijn ondergebracht in een loods. Daarnaast is er een portacabin met eenvoudige lab-voorzieningen en sanitair.



Figuur 2. Luchtfoto van het Proefbedrijf Zeeuwse Tong met op de achtergrond de Zeelandbrug.

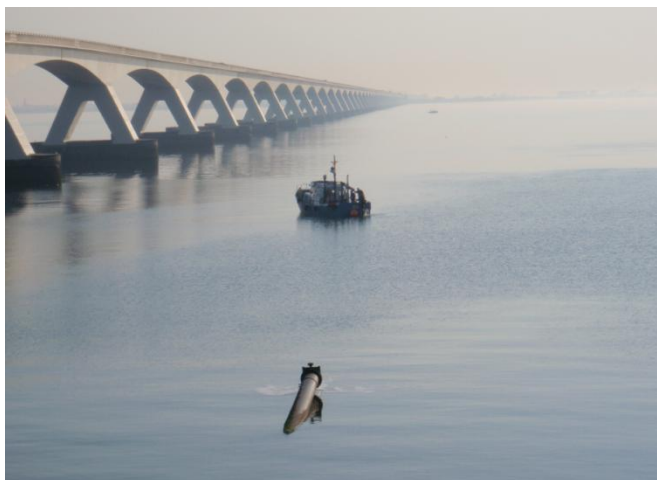
Belangrijke onderdelen van het proefbedrijf zijn de voorzieningen voor de aan- en afvoer van water, voor de filtering van water, de conditionering van de watertemperatuur, techniek voor beluchting en circulatie, en maatregelen voor de bescherming van de teelten tegen predatie. De aard van deze voorzieningen en de ervaringen hiermee komen in onderstaande aan de orde. Tenslotte staan we stil bij de inrichting van het terrein en het terreinbeheer.

Aan- en afvoer water

Een regelmatige verversing van het vijverwater is nodig om een aantal redenen. Zonder een regelmatige aanvoer zou in ons klimaat met een neerslagoverschot op termijn verzoeting optreden. Toevoer van vers water voorkomt daarnaast uitputting van essentiële voedingsstoffen, als ook ongewenste accumulatie van afvalstoffen. Tenslotte is verversing een middel om de vijvertemperatuur te beïnvloeden.

Voor de aan- en afvoer van water uit de Oosterschelde zijn er twee PE pijpen (interne diameter 50 cm) onder de Oosterscheldedijk geboord. Deze diameter moet een innamecapaciteit van 450

m³ per uur mogelijk maken. Dit debiet is gekozen met de gedachte dat de watervoorziening toereikend moet zijn voor het totale areaal van 33 ha dat de Provincie op deze locatie aangekocht heeft met het oog op de ontwikkeling van aquacultuur. Voor de inname en lozing van water zijn voor elk drie pompen geïnstalleerd.



Figuur 3. De waterafvoer in de Oosterschelde steekt bij laag water boven het waterniveau uit.



Figuur 4. Drie pompen geplaatst in een pompput in de loods zorgen voor de inname van water (li). Drie pompen geplaatst in een pompput in de ringsloot zorgen voor de lozing van water op de Oosterschelde (re).

De aanvoerpijp steekt ca. 200 meter de Oosterschelde in, de afvoerpijp ca. 50 meter. Om te voorkomen dat dieren de aanvoerpijp in zouden zwemmen is deze bij de aanleg voorzien van een spijlenrooster met afstanden tussen de spijlen van 3 cm. Dit bleek geen succes. Al na drie maanden in de Oosterschelde te hebben gehangen waren de tussenruimtes vrijwel volledig dichtgegroeid door afzetting van pokken en schelpdieren. Na verwijdering van deze aangroei door duikers is het systeem weer in bedrijf genomen. Wederom bleek dit geen succes. Hoewel de broedval van pokken en schelpdieren over was, was het rooster binnen een maand wederom verstopt. Deze maal werd het veroorzaakt door wieren en krabben die zich tegen/tussen de spijlen hadden verzameld (Fig. 5).



Figuur 5. Dichtslibbing van het rooster voor de innamebuis.

De waterinname werd volledig verhinderd. Hierop is het spijlenrooster verwijderd en vervangen door een rondgebogen gaas van betonijzer dat aan boven- en onderkant ruimte vrijlaat voor passage van water. Tot op heden lijkt dit een werkbare oplossing.

De ervaringen met de inname van water maken duidelijk dat lokaal en periodiek de Oosterschelde een hoge vuillast kent. Dit vuil bestaat uit grof materiaal waaronder zeewier maar ook slib dat van de platen afkomstig is. Een zorgvuldige keuze van het innamepunt kan mogelijk een veel schonere kwaliteit innamewater opleveren en de filtering vergemakkelijken.

Filtering

De filtering van het water dat ingenomen wordt, heeft primair tot doel te voorkomen dat larven van ongewenste organismen (zeesterren, krabben) de vijvers bereiken. Voor de filtering is een systeem gekozen bestaande uit twee mechanische filters: een grof filter met een doorlaat van 1 mm en een fijn filter met een doorlaat van 70 micron (Fig. 6).



Figuur 6. Overzicht van het filtersysteem met links twee verticale grof filters en rechts vier horizontale fijn filters. Het vat op de voorgrond dient als opslag voor gefilterd water om de filters te spoelen.

Het principe van beide filters is een filterbuis die de vervuiling inwendig tegenhoudt. Het filteroppervlak wordt periodiek mechanisch gereinigd waarbij het vuil afgevoerd wordt naar de ringsloot.

Het grof filter werkte aanvankelijk zonder storingen. Toen in de zomer evenwel grote hoeveelheden zeewier werden ingenomen, bleek dat het filterhuis hierdoor met grote regelmaat verstopt raakte. Het vuil verzamelde zich op de schrapers van de piston die het vuil uit het filter naar de vuilwaterafvoer moesten duwen. (Fig. 7).



Figuur 7. Piston (li) van het grof filter. Ophoping van zeewier op en tussen de schrapers van de piston (re).

Ook de filtratie op 70 micron verliep afgelopen jaar niet zonder storingen. In eerste instantie was er een discontinu spoelend filter geplaatst bestaande uit vier filter buizen. Naarmate deze filterbuizen vuil afvingen liep het drukverschil over het filter op waardoor bij een ingesteld drukverschil van 0.5 bar over het filter een spoelcyclus in werking trad. Deze spoelcyclus bestond eruit dat de vier filterbuizen één voor één werden afgesloten en terwijl een buis was afgesloten werd door een automatisch systeem het vuil van het filteroppervlak gezogen. Hierna ging deze filterbuis weer open en werd de volgende gereinigd. De storingen die zich bij dit filter voordeden werden voornamelijk veroorzaakt doordat de vier buizen parallel aan elkaar zijn opgesteld. Hierdoor zal het water dat door het filter moet de weg van de minste weerstand kiezen. Op het moment dat één buis gereinigd is heeft deze de minste weerstand, en zal al het water door deze buis heen gaan. Hierdoor is er feitelijk telkens maar één buis functioneel, en is de capaciteit van het filter sterk beperkt. Aangezien één spoelcyclus van de vier opeenvolgende buizen enkele minuten duurt, verliep de ophoping van vuil sneller dan de reiniging van het filter. Hierdoor traden verstoppingen op, waardoor het filter op drukverschil in storing ging. (Fig. 8)

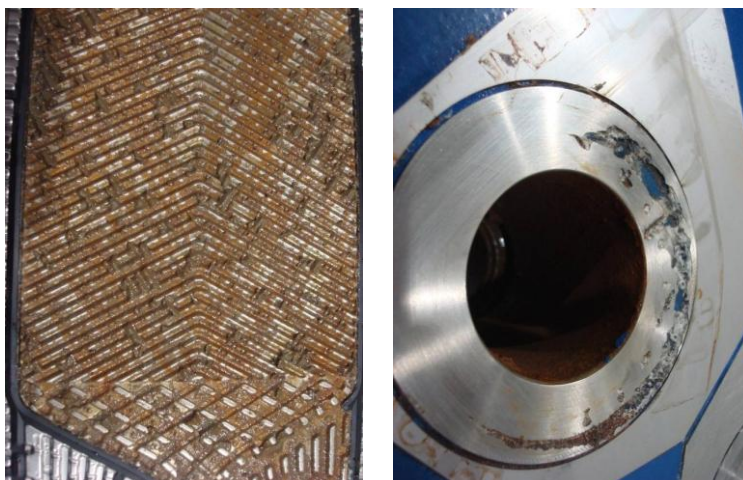


Figuur 8. Drukmeting over een verstopt fijnfilter (storingmelding tijdelijk overruled). Manometer op de voorgrond geeft de druk weer voor het filter (2.1 bar). Manometer op de achtergrond geeft de druk na het filter weer (0.05 bar).

Hiernaast is er in dit filtratiesysteem een legio aan storingen opgetreden zoals bijvoorbeeld storingen in de pneumatische aansturing, storingen in de spoelpomp, onvoldoende spoelwater ter beschikking en storingen in de regeling. Eind zomer 2010 is de geleverde installatie buitenwerking gesteld en zijn twee continue spoelende filters parallel geplaatst. Deze hebben relatief storingsvrij gefunctioneerd.

Conditionering

Om te hoge en te lage vijvertemperaturen te voorkomen is het gewenst te kunnen beschikken over een systeem voor koeling en bijverwarming. Hiertoe is op het proefbedrijf een WKO (warmte-koude-opslag) geïnstalleerd. Deze WKO bestaat uit twee bronnen tot een diepte van 70 m. Uit een proefboring bleek dat zich op deze diepte een watervoerend pakket bevindt van voldoende omvang voor de opslag van warmte c.q. koude. In de zomer wordt aan het innamewater warmte onttrokken en opgeslagen in de warme bron. In de winter wordt warmte onttrokken aan de warme bron, waarna het afgekoelde grondwater opgeslagen wordt in de koude bron. De warmte wordt overgedragen op het koudere innamewater. De warmteoverdracht vindt plaats middels een titanium warmtewisselaar die zich in de loods bevindt. De WKO heeft in de zomer naar behoren gefunctioneerd en hoewel het systeem pas halverwege het seizoen operationeel is geworden, is er 92 mWh opgeslagen. Toen eind november het systeem warmte moest gaan leveren bleek de warmtewisselaar verstopt te zitten met slib dat het filtersysteem gepasseerd moet zijn (Fig. 9).



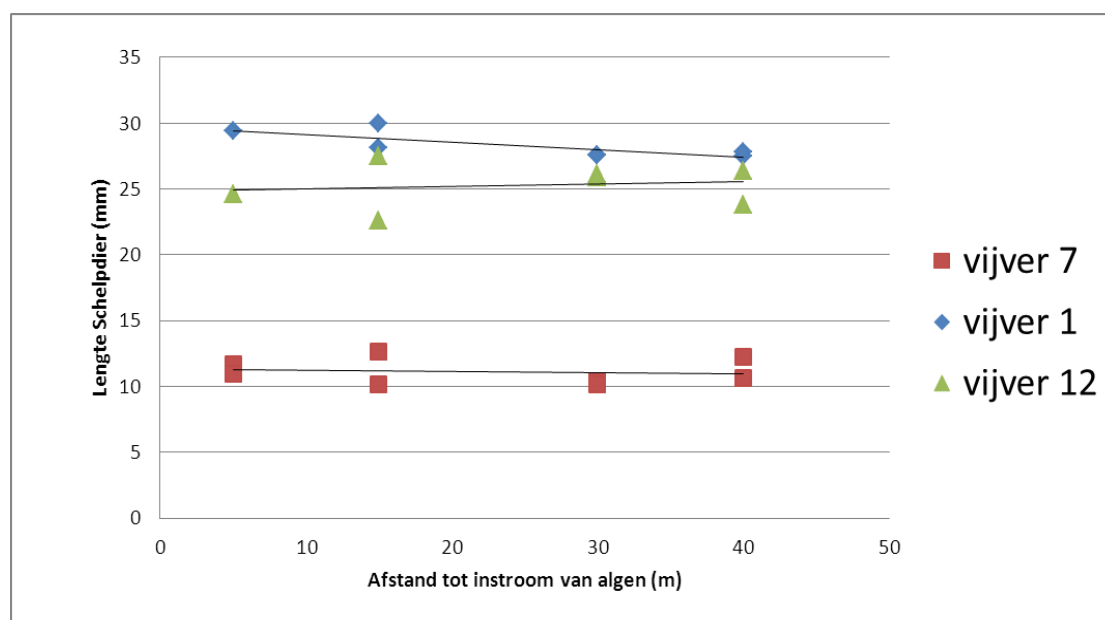
Figuur 9. Vervuiling op één van de platen in de warmtewisselaar waardoor verstopping optrad (li.). RVS pakking aangetast door zeewater (re.).

Bij inspectie bleek bovendien dat er verkeerde pakkingen waren gebruikt die aan het doorroesten waren. Hierdoor kon op een cruciaal moment gedurende enkele dagen geen warm water opgepompt te worden (zie verder paragraaf over Vissterfte).

Beluchting en circulatie

Voor de beluchting en circulatie zijn in alle vijvers luchthevels (air lifts) geplaatst. Deze zijn gebouwd naar een eigen ontwerp bestaande uit een set verticale PVC pijpen waar onderin lucht wordt geblazen. Deze luchtstroom zorgt voor een verticaal watertransport door de PVC pijpen. Door de uitstroomopeningen horizontaal te richten zorgt dit watertransport er bovendien voor dat water in de vijver gaat circuleren. Dit vindt plaats in de lengterichting van de vijver geholpen door de middenberm bestaande uit een folieflap, aan één zijde bevestigd aan de vijverbodem en aan de andere zijde aan een drijvende PE buis. Door deze waterbeweging vindt er menging plaats, zowel verticaal als horizontaal. Metingen aan temperatuur en zuurstofconcentraties op verschillende plekken en dieptes in de vijvers lieten geen ruimtelijke verschillen zien. Het lijkt er dus op dat de stroming die wordt opgewekt door de air lifts voldoende is om stratificatie van de vijvers te voorkomen.

Menging is ook nodig om algenrijk water afkomstig uit de algenvijvers goed te verdelen over de schelpdijvijvers. Metingen aan de groei van schelpdieren in drie vijvers wijzen erop dat de menging voldoende is (Fig. 10).



Figuur 10. De lengte van tapijtschelpen bepaald op vier verschillende afstanden gemeten tot het instroompunt van de algen. Metingen verricht op januari 2011.

Daarnaast is een goede circulatie van water in de vijvers nodig om, in het geval zagers gaan zwermen, ervoor te zorgen dat deze na het zwermen weer homogeen over de vijverbodem verspreid worden.

Voor aanvullende beluchting zijn in alle vijvers behalve de algenvijvers, beluchtingsracks van Oxydent aangebracht. Deze worden automatisch in werking gesteld zodra de zuurstofconcentratie beneden een vooraf ingestelde waarde daalt. Standaard is hiervoor 4 mg O₂ per liter gehanteerd. Mogelijk kunnen we volstaan met een lagere waarde.

Bescherming tegen predatie

Predatie is een groot probleem in de kweek van vis in buitenvijvers. Om het risico van predatie uit te sluiten zijn alle vijvers met uitzondering van de algenvijvers voorzien van netten. Deze zijn vanwege de landschappelijke inpassing vlak boven het wateroppervlak aangebracht. Dit is

geen ideale oplossing aangezien de netten zeer hinderlijk zijn bij het verrichten van werkzaamheden in de vijvers (Fig. 11).



Figuur 11. Netten zijn nodig om predatie door vogels te voorkomen maar belemmeren werkzaamheden in de vijvers.

Bovendien blijken de netten en de ondersteuning ook op afstand (vanaf de Zeelandbrug en oprit) storende elementen in het aanzien van het proefbedrijf. Het is daarom dringend gewenst te experimenteren met andere methoden van wering van predatoren. Voor de bescherming van schelpdieren is één mogelijkheid over te schakelen op bodemnetten zoals die elders in de kweek van tapijtschelpen gebruikt worden. Door een juiste keuze van de maaswijdte is zowel predatie door krabben en vogels te voorkomen. Voor visvijvers lijkt er voorlopig geen afdoende alternatief. Mogelijk helpt het om schaduw aan te bieden: tong lijkt overdag een voorkeur te hebben voor schaduwrijke plekken, van waaruit hij 's nachts gaat fourageren. Aangezien aalscholvers zichtjagers zijn, kan dit predatie dus voorkómen.

Compartmentering

In vier vijvers zijn bij de aanleg in het midden compartimenten aangebracht. Deze bestaan uit een ring van PE plaat van 1 cm dik (Fig. 12).



Figuur 12. Centrale compartimenten van PE plaat in het midden van de visvijvers.

Voor de stabiliteit zijn de ringen in het sediment ingegraven, en zijn er aan de binnenkant op regelmatige afstanden harthouten steunen gemonteerd. Op vier plaatsen zijn boven het sediment doorgangen aangebracht bestaande uit een rond gat van 25 cm diameter. Dit gat is afsluitbaar middels een geperforeerd deksel. Om zeker te zijn dat vissen zowel extreme warme als extreem koude periodes zouden kunnen overleven, was het de bedoeling om in deze compartimenten de watertemperatuur ten alle tijde tussen de 5 en 25 °C te houden, d.w.z. tussen de kritische temperatuurgrenzen voor een goede overleving van tong. Deze conditionering is mogelijk door toevoer van Oosterscheldewater, al dan niet gekoeld of verwarmd.

De compartimenten zijn geconstrueerd om 1. vissen op een kleiner areaal te kunnen concentreren, en 2. vissen te kunnen lokken naar een overlevingszone. Geen van beide is uiteindelijk gelukt. Het opsluiten bleek niet mogelijk omdat vissen zowel onder als bovenover de PE ring bleken te ontsnappen. Ook bleken de compartimenten de overleving gedurende de winter niet te garanderen: vissen bleken het warmere water van de compartimenten niet op te zoeken. In plaats daarvan bleven ze in grote getale buiten de compartimenten. Daar daalde de temperatuur begin december tot waarden beneden 0 °C met als gevolg massale sterfte.

Om toch vissen in de vijvers te kunnen laten overwinteren zullen ze geforceerd in een geconditioneerd deel van de vijver gebracht moeten worden.

Terrein

Het ontwerp van het proefbedrijf is ingegeven door het voorbeeld van de zagerkwekerij zoals o.a. aanwezig bij het bedrijf Topsy Baits in Wilhelminadorp: langgerekte vijvers gescheiden door rijpaden (Fig. 13).



Figuur 13. Folievijvers gescheiden door rijpaden: geen ideaal ontwerp.

Deze rijpaden zijn geconstrueerd uit grond die vrijkwam bij het graven van de vijvers. Aangezien dit vergraven grond is, is het lastig om een pad te maken met voldoende draagkracht en een goede berijdbaarheid, zeker wanneer de weersomstandigheden ongunstig zijn. Aanleg in het vroege voorjaar verdient om die reden geen aanbeveling. De grond was in februari feitelijk te slap om een stevig dijklichaam te vormen. Zelfs na een droge periode waren er aanhoudende problemen met de stabiliteit van de paden. Om toch tot een goed berijdbaar pad te komen is er op de klei geotextiel met een laag menggranulaat aangebracht. De bedoeling was dat daarmee het pad bol zou komen te liggen met drainage van het regenwater naar de vijvers. Dit is helaas niet overal gelukt. Stagnerend regenwater zorgt ervoor dat het pad kapot gereden wordt en

regelmatig onderhoud noodzakelijk is. Bovendien zorgt infiltrerend regenwater voor een ander probleem. Door het gebruik van folie in de ringsloot en het ontbreken van een ondergronds drainagesysteem hoopt zich grondwater op in de bodem tussen en onder de vijvers. Dit grondwater duwt de folie van de kant waardoor op sommige plaatsen de effectieve breedte van de ringsloot gedurende de winter gehalveerd werd (Fig. 14).



Figuur 14. Ophoping van grondwater achter de folie van een droogstaande vijver (li) en (re) achter de folie van de ringsloot.

Het ontwerp met rijpaden en folievijvers is dus niet ideaal. Er is behoefte aan alternatieve ontwerpen. Zo'n alternatief ontwerp zou er in kunnen bestaan grotere wateroppervlakken te construeren waarin met behulp van eenvoudige afscheidingen vijvercompartimenten gecreëerd worden. De rijpaden worden dan vervangen door vaarwegen tussen de compartimenten. Een dergelijk ontwerp heeft een aantal voordelen maar vereist een heel andere manier van werken. Waar we nu nog gebruik maken van standaard techniek uit de landbouw, i.c. een rijdende trekker voorzien van hulpstukken, zullen we bij het alternatieve ontwerp van varende of amfibische apparatuur gebruik moeten maken. Naar de voor- en nadelen van een dergelijke overstap worden nu verkenningen uitgevoerd.

Ervaringen met de zagerkweek leren dat tussen verschillende teeltseizoenen de vijvers meerdere weken droog gezet moeten worden. Dit is nodig om schadelijke organismen af te doden en predatie van nieuw broed te voorkomen. Het droogzetten is een rigoureuze maatregel. Bovendien vormen droogstaande folievijvers geen fraai aanzien. Alternatieve maatregelen voor sanitatie zijn dus gewenst. Voorzover bekend bestaat hier nog geen ervaring mee.

Werkzaamheden

Gedurende het seizoen zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd: het zaaien en uitzetten van kweekorganismen, het voeren van de zagers, de monitoring van waterkwaliteit, het bemonsteren van zagers, vis en schelpdieren, het oogsten van zagers, vis en schelpdieren, het technische onderhoud van de installaties, en het verzorgen van informatieoverdracht middels interviews en rondleidingen.

Zaaien en uitzetten

Voor het inzaaien van zagerlarven heeft Neanthes het uitgangsmateriaal geleverd. In totaal zijn 12 miljoen larven verdeeld over vier vijvers ingezaaid. Dit is gebeurd door de larven in porties met een gieter over het vijveroppervlak te verspreiden. Doordat zagerlarven een pelagische fase kennen van enkele weken, lijkt de ruimtelijke verdeling niet zo kritisch. Ruimtelijke verschillen in dichtheid van zagers bleken dan ook veel kleiner dan de ruimtelijke variatie bij tapijtschelpen.

Omdat aan de start van het proefbedrijf geen grotere zagers aanwezig waren, zijn ook pootzagers ingezet.



Figuur 15. Het verdelen van zagerlarven en pootzagers in de vijvers.

Ook het broed van schelpdieren is handmatig verdeeld over de vijvers. Dit is niet ideaal: het broed is relatief zwaar en komt dus heterogeen verdeeld op de vijverbodem terecht.



Figuur 16. Het verdelen van broed van tapijtschelp over de vijvers.

Pootvis werd betrokken van het bedrijf Solea BV in IJmuiden. De vissen werden in tanks per vrachtauto getransporteerd en via een flexibele slang de vijvers ingespoeld.

Op 27 mei zijn bij tongkwekerij Solea in IJmuiden de eerste vissen uitgezocht. Handmatige selectie en kwaliteitscontrole zijn door de locatiemanager Sander Ruizeveld de Winter uitgevoerd. 1998 vissen van goede kwaliteit en gemiddeld gewicht van 48 gram zijn onder begeleiding van een medewerker van Solea en de locatiemanager op transport gegaan naar Colijnsplaat. Het transport is zonder opmerkelijke gebeurtenissen verlopen. Gedurende de

volgende dagen zijn er 9 dode vissen aangetroffen. Er is niet met zekerheid vast te stellen dat alle dode dieren zijn teruggevonden. Dit wordt veroorzaakt doordat de dieren onder het zand sterven, en niet komen bovendrijven. Echter kan het eerste transport als succesvol worden beschouwd, en daarom is besloten dat op deze wijze ook de rest van de dieren kon worden getransporteerd. Vervolgens is op 8 juni vis gesorteerd bij Solea BV, om tot 8000 vissen van goede kwaliteit te komen. Deze sortering is opnieuw onder toezicht van de locatiemanager uitgevoerd. Op 10, 11, 14 en 15 juni hebben er 4 vistransporten plaatsgevonden, en zijn er 7992 gearriveerd met een gemiddeld gewicht van 45 gram. In de dagen erna zijn er ongeveer 45 dode dieren aangetroffen. Aangezien de dieren al in verre staat van ontbinding waren, was het precieze aantal moeilijk vast te stellen.



Figuur 17. Het uitzetten van pootvis (Foto PZC).

Voeren

Voor het voeren van de zagers is door een lokaal mechanisatiebedrijf een voerdistributiesysteem ontwikkeld (Fig. 18).



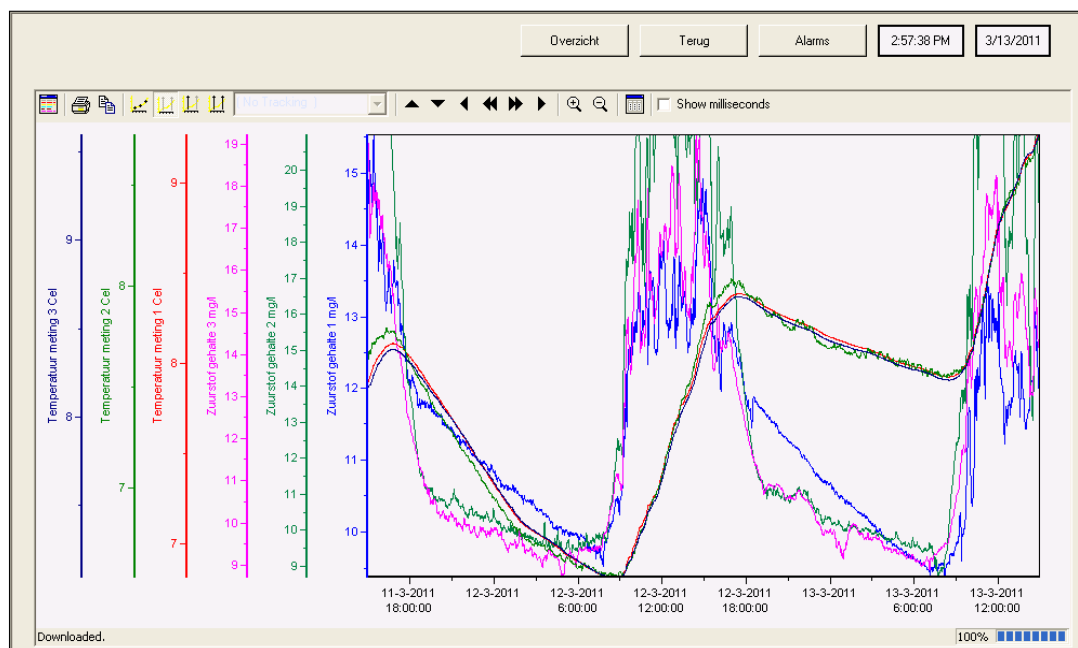
Figuur 18. Trekker met pneumatische dosering van zagervoer.

Een egale verspreiding van voer over de vijvers is een voorwaarde om een efficiënte voerbenutting te kunnen bereiken: anders dan vissen, zwemmen zagers niet actief naar een voerplek maar zoeken naar eetbare zaken in een straal van enkele centimeters rondom de opening van hun gangen. Inspectie van de voerderdeling liet zien dat de machine voor een dergelijke egale verdeling zorgt. Alleen bij harde wind valt een deel van het voer op het talud.

Monitoring

In alle vijvers wordt continu de temperatuur en zuurstof gemeten. Dit gebeurt met sensoren van Hach Lange. De data worden doorgegeven via een computer en op een server van

Wageningen-UR opgeslagen. Actuele gegevens van temperatuur en zuurstofgehalte worden gebruikt om bij over- of overschrijding van kritische waarden, extra te beluchten en te koelen of bij te verwarmen. Tevens zijn er aan de metingen diverse noodalarmen gekoppeld die indicaties geven over het (dis)functioneren van techniek. De meting van temperatuur verloopt zonder problemen. Voor de meting van zuurstofgehalte geldt dat niet. Binnen enkele maanden bleken sterk afwijkende waarden aanwezig, met name zeer wisselende waarden overdag (Fig. 19). Dit lijkt het gevolg van vervuiling van de meetkop. Reiniging blijkt moeilijk en niet afdoende. De enige oplossing op dit moment is vervanging van de sensorkapjes. Deze onbetrouwbare meting van de zuurstofconcentratie is een bron van zorg vooral vanwege de aansturing van de beluchting door de zuurstofmetingen. Daarnaast maakt het correcte berekeningen van het actuele zuurstofverbruik onmogelijk.



Figuur 19. Weergave van de on line meting van zuurstof en temperatuur in een vijver. Duidelijk zichtbaar is het grillige patroon van het zuurstofgehalte overdag, vermoedelijk als gevolg van biofouling.

Voor de inspectie van de vijverbodem maken we gebruik van een kijkbuis: een PVC-pijp met onderin een transparant venster. Hiermee is ook in algenrijk en troebel water eenvoudig vast te stellen of zagers het gegeven voer volledig of slechts ten dele opeten.

De waterkwaliteit is op een aantal momenten van het jaar gemeten m.b.v. testkits van Merck. Daarnaast zijn er door Grontmij elke twee weken monsters genomen van de algenvijvers voor de bepaling van fyto- en zoöplankton.

Analyse van opgeloste nutriënten

Bepalingen van opgeloste nutriënten zijn om diverse redenen van belang voor het teeltsysteem. Ten eerste zouden hoge concentraties ammonium en nitriet tot mortaliteit van de gekweekte organismen kunnen leiden. Ten tweede heeft de beschikbaarheid van voedingsstoffen een grote invloed op de productie van microalgen in de vijvers. Ten derde geven metingen van de nutriënten in het water een indruk van de totale nutriënten balans in het systeem.

In de port cabine op het proefbedrijf is voor de bepaling van deze nutriënten dan ook een simpel lab ingericht. De voorzieningen die zijn aangeschaft geven de mogelijkheid water te filteren (Fig. 20), en het filtraat vervolgens met behulp van testkits te analyseren op ammonium, nitriet, nitraat en P-totaal met behulp van een spectrofotometer.



Figuur 20. Filtratieopstelling en een balans in de port cabine. (Foto: Wolter en Dros)

De testkits die zijn aangeschaft voor nutriëntenbepalingen zijn de meest gevoelige testen die wij hebben kunnen vinden voor de analyse van nutriënten in zeewater en zijn geleverd door Merck. Tijdens het uitvoeren van de test is echter gebleken dat ook deze tests niet gevoelig genoeg waren voor de lage concentraties die in ons systeem voorkomen. De range voor de ammoniumbepaling gaat van 0.2 tot 8 mg/l. Voor de nitriet bepaling bedraagt de range 0.03 tot 2.3 mg/l, voor nitraat 0.1-3 mg/l en voor P 0.06 tot 5 mg/l. Gedurende het teeltseizoen afgelopen jaar zijn in totaal 192 bepalingen uitgevoerd, verdeeld over 4 momenten. Op 17 juni, 19 juli, 10 augustus en 20 september zijn analyses van de verschillende concentraties nutriënten in alle vijvers uitgevoerd. De resultaten van de analyses waren in alle gevallen nagenoeg gelijk, namelijk dat de aangetroffen concentraties beneden de detectielimiet lagen van de gebruikte testen. Alleen op 10 augustus zijn in vijvers 1 en 2 waarneembare concentraties nitraat aangetroffen, namelijk 0.1 en 0.2 mg/l respectievelijk.

Bemonstering

Zagers en schelpdieren zoals tapijtschelp en kokkels bevinden zich beide in het sediment. Voor de bemonstering is naar eigen ontwerp een monsterapparaat ontwikkeld. Dit apparaat maakt gebruik van het principe van een straalpomp om sediment op te zuigen. Het mengsel van water, zand wormen en schelpdieren wordt vervolgens gezeefd. Ervaring leert dat dit principe de bodemdieren intact laat. Een nadeel is dat bemonstering door twee personen in de vijver moet gebeuren.

Voor de maandelijkse bemonstering van de vispopulatie hebben we fuik gebruikt. Gedurende de zomer werden hier in één nacht soms wel honderd vissen per fuik mee gevangen. De activiteit van tong is zeer onder invloed van het weer. Op warme zwoele avonden puilden de fuiken uit, terwijl op druilerige nachten maar enkele vissen werden gevangen.

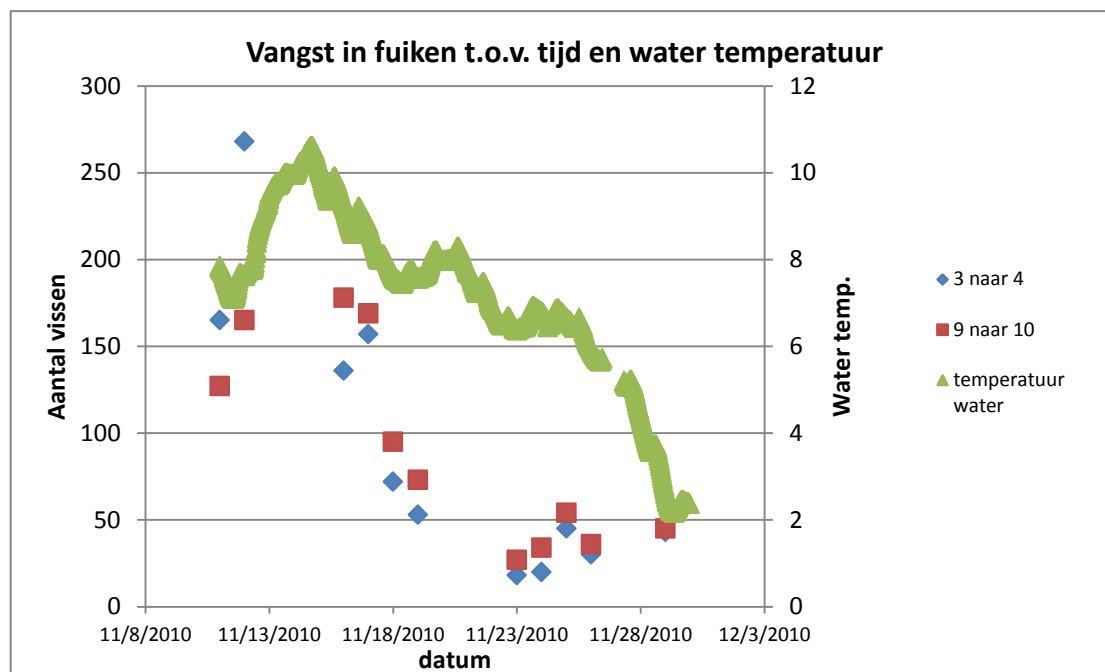


Figuur 21. Bemonstering van de vis met behulp van fuiken.

Afvissen van tongvijvers

Hoewel we afgelopen jaar de oogst van vis hebben misgelopen door de voortijdige sterfte van de tong, is in november een begin gemaakt met het afvissen van vijvers 3 en 9 en zijn de gevangen dieren overgezet naar vijvers 4 en 10. De reden hiervoor was de beschikbaarheid van voedsel in vijver 3 en 9 ten opzichte van 4 en 10. In vijvers 4 en 10 was er een overschot aan wormen aanwezig door het goede verloop van de mengteelt in deze vijvers. In vijvers 3 en 9 werd een cascade teelt beproeft waar de dieren waren ontsnapt uit hun omheining. Echter diende er wekelijks zagers te worden toegevoegd aan deze vijvers. Aangezien er in vijvers 4 en 10 voldoende voedsel aanwezig was voor alle dieren voor de rest van het jaar, is gekozen de vis naar deze vijvers over te zetten.

Het afvissen van de vijvers geschiedde door het plaatsen van dezelfde fuiken die voor het monstereien zijn gebruikt. Per vijver zijn er gedurende 11 nachten 8 fuikjes geplaatst, en is ongeveer 2/3 van de uitgezette vis terug gevangen. Uit vijver 3 zijn 1060 vissen gevangen van de 1660 uitgezette dieren. Uit vijver 9 zijn 1052 van de 1660 uitgezette dieren gevangen. In Figuur 22 is het verloop van de vangst uitgezet samen met het verloop van de gemiddelde watertemperatuur in deze vijvers.



Figuur 22. Vangst van vissen uit vijvers 3 en 9

De afnemende vangst door de fuiken zoals die in Figuur 22 is waar te nemen heeft twee redenen. De meest voor de hand liggende reden is de afnemende hoeveelheid vis in de vijvers. De tweede reden is de afnemende activiteit van de vissen die werd veroorzaakt door de dalende watertemperatuur. Na 29 november is sterfte opgetreden, en is gestopt met het afvissen van de vijvers.

Om komend jaar de mogelijkheid te hebben de vis te concentreren op delen van de vijvers waar de warmte wordt toegevoerd op het moment dat wij dat wensen, worden actieve vistechnieken onderzocht. Er wordt hierbij gekeken naar de toepasbaarheid van zegen en pulsvisserij in de vijvers. Mochten beide niet toepasbaar blijken, zal eerder worden begonnen met afvissen en wordt het type en aantal fuiken aangepast. Oogsten van zagers en schelpdieren

Voor het oogsten van zagers en bodemschelpdieren hebben we een oogstmachine ingezet die ontwikkeld is door Bert Meijering van Neanthes (Fig. 23).



Figuur 23. Het oogsten van zaggers en tapijtschelp in vijver 1 (li). Geoogste zaggers gemengd met schelpengruis (re).

Deze drijvende machine maakt van het sediment met de bodemdieren een slurry door water op het sediment te spuiten. De slurry wordt vervolgens opgepompt en over een dubbele trommelzeef geleid: de binnenste cylinder houdt de schelpdieren tegen, de buitenste de zaggers. Op die manier produceert de oogstmachine gescheiden productstromen: zaggers en bodemschelpdieren. De zaggers blijken nog wel verontreinigd met schelpengruis.

Hoewel het principe van de machine voldoet, zijn verschillende verbeteringen mogelijk en wenselijk t.w.:

1. Vermindering van het percentage breuk van de schelpdieren; voor een deel is breuk direct zichtbaar, voor een ander deel blijkt dit pas na een aantal dagen in de vorm van scheurtjes in de schelp die tot de dood van het schelpdier leiden. Waar deze breuk optreedt, moet nog uitgezocht worden.
2. Verhoging van de werksnelheid; deze bedraagt nu ca. 50 m² per uur waardoor het oogsten van een vijver een meerdaagse aangelegenheid is; opvoeren van de werksnelheid met een factor 10 is haalbaar afgaande op de werksnelheid van het pierenwintuig de 'Arenicola' waarmee in de Waddenzee op pieren wordt gevestigd; sneller werken vereist primair een zwaardere pomp om een grotere waterstroom te creëren.
3. Een compactere machine: doordat de machine gebruikt maakt van een waterlief is de wendbaarheid gering en de gevoeligheid voor zijwind groot, en blijven aan de kopse kanten stukken niet of onvolledig geoogst; ook aan de zijkanten laat de machine vanwege het schuine talud, stroken niet geoogst.
4. Bediening van het apparaat moet mogelijk zijn zonder de aanwezigheid van personeel in het water; aangezien het oogsten ook in de winterperiode moet gebeuren, moet degene die nu de machine bedient, langdurig in koud water staan.
5. Aanpassing zodanig dat ook schelpdieren die op het sediment liggen (oesters, mosselen) geoogst kunnen worden.

De lage werksnelheid heeft ook tot gevolg dat 's nachts zaggers zich kunnen verspreiden (tijdens het zwermen) van niet-geoogste stukken naar delen van de vijver waar al wel geoogst is. Dit gebeurde o.a. tijdens het oogsten van vijver 1 en 7, met als resultaat dat een aanzienlijk deel van de geproduceerde zaggers niet geoogst is en daarmee verloren is gegaan.

Storingen

Het proefbedrijf beschikt over een grote hoeveelheid techniek, in de vorm van pompen, filters, blowers etc.. Met name de filterinstallatie bleek zeer storingsgevoelig. Dit resulteerde in zeer frequente alarmen, overdag en 's nachts. Met name de nachtelijke alarmen zorgen voor een hoge werkdruk. Terugdringing hiervan verdient de hoogste prioriteit. Mechanische filtering is het meest gangbare middel om predatoren uit het vijversysteem te weren. Echter, met het oog op navolging door ondernemers, is er behoefte aan robuustere, minder storingsgevoelige alternatieven, bijvoorbeeld zandfiltratie. De enorme vlucht die biologische bestrijding heeft

genomen in de tuinbouw, maakt het daarnaast de moeite waard deze techniek ook voor binnendijkse aquacultuur te onderzoeken.

Media en rondleidingen

Gedurende het hele jaar is er intensieve belangstelling geweest voor het proefbedrijf. Gemiddeld minstens éénmaal per week hebben groepen uit binnen- en buitenland het bedrijf bezocht. Internationale belangstelling was er o.a. vanuit Vietnam, VS, Taiwan en Japan en vele Europese landen.

Daarnaast hebben de lokale media (PZC en Omroep Zeeland) regelmatig aandacht besteed aan het project (Fig. 24). De sterfte van vis begin december was voor sommigen aanleiding om in de pers te pleiten voor stopzetting van het project. Velen, zowel binnen (Fig. 24) als buiten het project waren van mening dat tegenslagen horen bij de ontwikkeling van een nieuwe teelt.

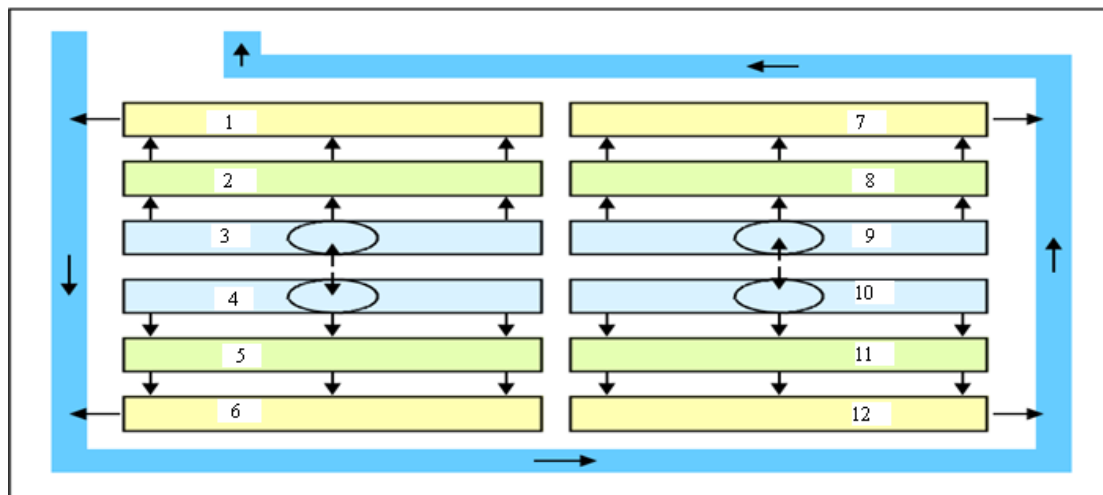


Figuur 24. Bericht uit de PZC van 28 juli 2010 (li) en ingezonden brief van 19 januari 2011.

Groei, opbrengsten, voederbenutting

Het gebruik van de vijvers in 2010

Het gebruik van de vijvers in 2010 staat weergegeven in Figuur 25.



Figuur 25. Gebruik van de vijvers in 2010:

Vijvers 1 en 7: mengteelt pootzagers + tapijtschelpen

Vijvers 2 en 8: algenvijvers

Vijvers 3 en 9: cascadeteelt zagerlarven en vis (in de compartimenten)

Vijvers 4 en 10: mengteelt pootzagers + vis

Vijvers 5 en 11: algenvijvers

Vijvers 6 en 12: mengteelt zagerlarven + tapijtschelp

Vijvers vormden per drie een functionele eenheid (A, B, C, D) door de waterdoorstroming.

- Water werd ingebracht in de visvijver 3 om via 2 door te stromen naar 1.
- Water werd ingebracht in de visvijver 9 om via 8 door te stromen naar 7.
- Water werd ingebracht in de visvijver 4 om via 5 door te stromen naar 6.
- Water werd ingebracht in de visvijver 10 om via 11 door te stromen naar 12.

Toelichting op het gebruik van de vijvers

Vijvers 1 en 7: mengteelt pootzagers + tapijtschelpen

Hierin zijn op 19 en 20 mei per vijver 400 kg pootzagers van ruim 1 g per stuk ingezet. Op 26 mei zijn hieraan toegevoegd per vijver 500.000 broedjes van tapijtschelp, verdeeld over 1 helft van de vijver, dus in een dichtheid van 1000 stuks per m². Op 22 juni en op 14 juli zijn in de andere helft nog kokkels ingezaaid van een gemiddeld gewicht van 49 mg. Het merendeel hiervan is niet levend terug gevonden.

Vijvers 2 en 8: algenvijvers

In deze algenvijvers zijn geen enten of voedingsstoffen toegevoegd.

Vijvers 3 en 9: cascadeteelt zagerlarven en vis (in de compartimenten)

Hierin zijn op 15 mei per vijver 3 miljoen zagerlarven ingezaaid in een dichtheid van 3000 per m². Bij een eerste inspectie op 21 Juni bleek dat de larven waren aangeslagen, er waren zagertjes van 1-2 cm aanwezig. In elk van de compartimenten zijn 1660 stuks pootvis uitgezet tussen 27 mei en 15 juni. In deze compartimenten is aanvankelijk het voeren van zagers

toegepast. In de loop van de zomer bleek dat een groot deel van de vissen uit het compartiment ontsnapt was. Daarop is besloten de vissen bij te voeren met zagers die over de hele vijver verdeeld werden. Gegevens over een cascadeteelt ontbreken daardoor.

Vijvers 4 en 10: mengteelt pootzagers + vis

Hierin zijn tussen 9 en 17 juni in elke vijver 1500 kg pootzagers uitgezet. In elk van de vijvers zijn 3330 stuks pootvis uitgezet tussen 27 mei en 15 juni.

Op 16 juni is er begonnen met het dagelijks voeren van de zagers en zagerlarven. Pootzagers in vijvers 1 en 7 reageerden direct op het voer en namen het aangeboden voer binnen 10 minuten op. In vijvers 4 en 10 was de reactie van de zagers op het verstrekte voer minder gretig.

Gedurende de maanden juni en juli waren er problemen met de inname van Oosterschelde water, wat resulteerde in oplopende watertemperaturen in de vijvers. In reactie hierop is besloten zeer beperkt voer te verstrekken aan de zagers. Dit voerregime heeft gevolgen gehad voor de ontwikkeling van de zagerpopulatie. Hoewel alle voer door de zagers goed werd opgenomen, hebben de dieren een tekort gehad om de groei te kunnen realiseren die we gewenst hadden. Hierdoor dreigde de zagerpopulatie te worden opgegeten door de tong. Om dit te voorkomen is in augustus vervolgens de populatie zagers terug op niveau gebracht door het toevoegen van 650 kg pootzagers per vijver. In deze periode is ook de temperatuur gedaald, en gaf de waterinname minder problemen. Hierop is de voergift verhoogd tot 15 kg per vijver per dag. Uiteindelijk heeft dit geresulteerd in een netto bijgroei van de zagerbiomassa van ruim 200 kg per vijver eind oktober.

Vijvers 5 en 11: algenvijvers

In deze algenvijvers zijn geen enten of voedingsstoffen toegevoegd.

Vijvers 6 en 12: mengteelt zagerlarven + tapijtschelp

Hierin zijn op 15 mei per vijver 3 miljoen zagerlarven ingezaaid in een dichtheid van 3000 per m². Bij een eerste inspectie op 21 Juni bleek dat de larven zijn aangeslagen, er waren zagertjes van 1-2 cm aanwezig. Op 26 mei zijn hieraan toegevoegd per vijver 500.000 broedjes van tapijtschelp, verdeeld over 1 helft van de vijver, dus in een dichtheid van 1000 stuks per m². Het gemiddeld gewicht was 3 mg. Inspectie op 9 juni toonde aan dat de dieren zijn aangeslagen en een goede groei hebben vertoond.

Overige teelten.

26 Mei zijn de eerste oesters (3.75 g per stuk) van de Roem van Yerseke in de ringsloot gehangen in mandjes. Inspectie op 15 juni leerde dat de dieren goed hebben overleefd, en groei vertonen. Half september was dit toegenomen tot 29 gram per stuk en half november hadden de oesters het minimum consumptie gewicht behaald van 50 gram per stuk.

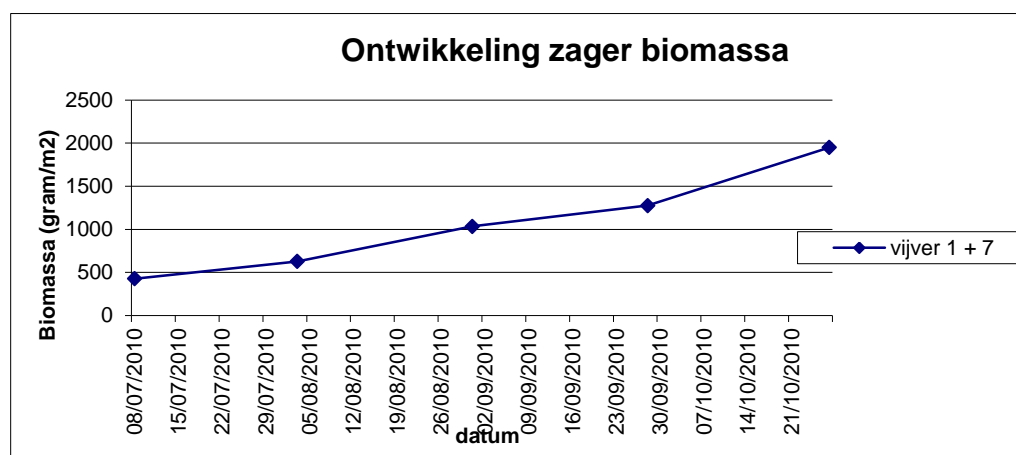
Op twee verschillende plekken op het proefbedrijf is oesterbroed ingezaaid. In de vijvers 1 en 6 zijn er in totaal 50.000 broedjes van 3 – 5 mm ingezaaid op de bodem. De verdeling en groei bleek erg heterogeen.

Zagervoer

De eerste helft van het seizoen is zagervoer van Dragon Feeds gevoerd, in augustus is overgeschakeld op karpervoer van Coppens met een N-gehalte van 5.76% en een P-gehalte van 1%.

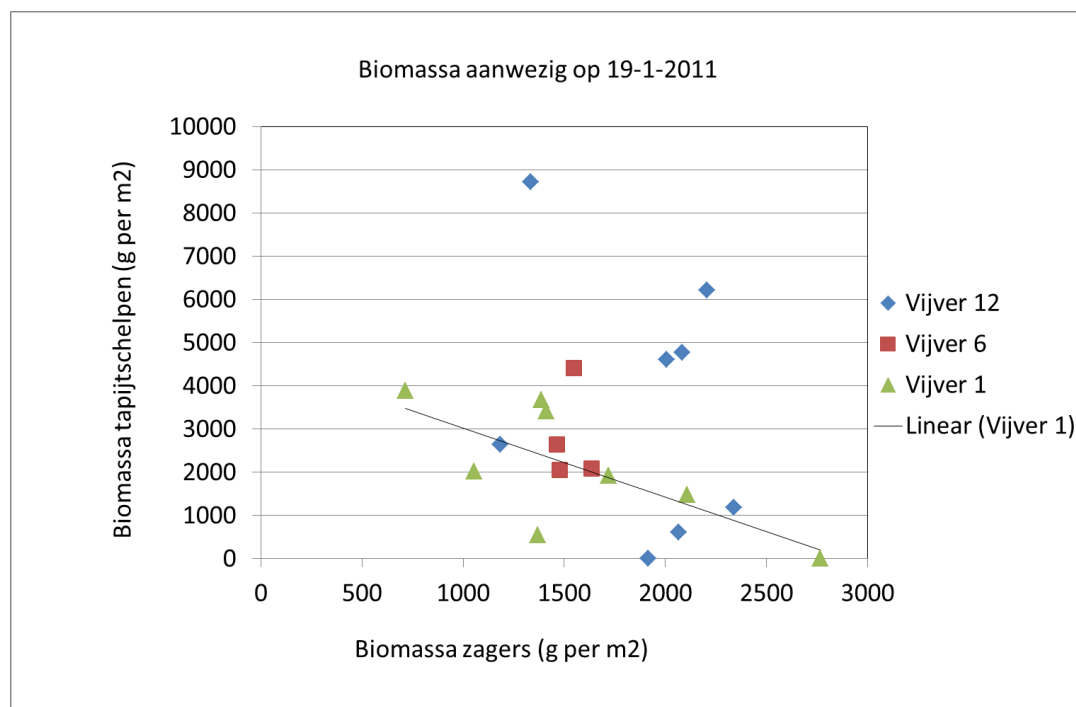
Mengteelt pootzagers en tapijtschelpen: vijver 1 en 7

De dichtheid van de pootzagers heeft zich gedurende het hele seizoen gehandhaafd. De zagerbiomassa is geleidelijk toegenomen van 0.4 kg per m² aan het begin tot 2 kg per m² aan het einde van het jaar (Fig. 26).



Figuur 26. Ontwikkeling zagerbiomassa in vijvers 1 en 7.

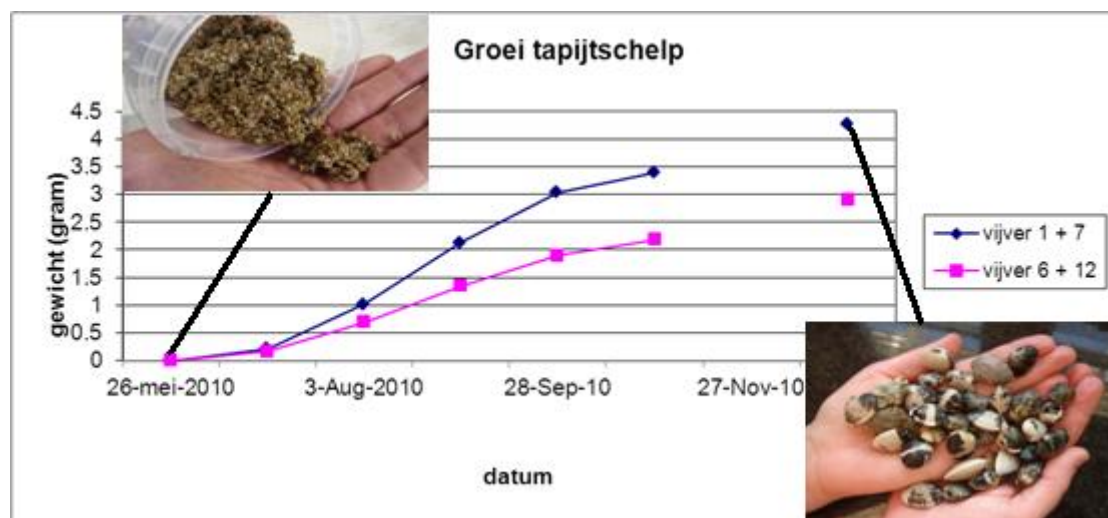
Van de tapijtschelpen die ingezaaid waren in een dichtheid van 1000 per m², is 40-50% verloren gegaan. Vermoedelijk is dit het gevolg van vraat door de pootzagers. Aan het eind van het seizoen bleek er in de mengteelt van pootzagers en tapijtschelp een negatief verband te bestaan tussen de biomassa aan zagers en de biomassa aan tapijtschelpen wanneer individuele monsters uit de vijvers onderling vergeleken werden (Fig. 27). In de mengteelt van zagerlarven en tapijtschelp (vijver 6 en 12) was dit verband niet aanwezig. In deze combinatie bleek ook nauwelijks uitval van tapijtschelpen op te treden.



Figuur 27. Verband tussen de biomassa van tapijtschelpen en zagers bij een vergelijking van monsters uit vijver 1, 6 en 12 op 19-1-2011.

Mogelijk wordt broed van enkele millimeters groot door zagers van ruim 1 g als prooi gezien. Dit kan ook verklaren waarom het kokkelbroed in de vijver 1 niet tot ontwikkeling gekomen is.

De tapijtschelpen die in vijver 1 en 7 in leven gebleven zijn, groeiden voorspoedig. Aan het eind van het jaar was een gewicht van ca. 4 g bereikt bij een lengte van 2.5 cm.



Figuur 28. Groei van tapijtschelpen in vijvers met pootzagers (1 en 7) en vijvers met zagerlarven (6 en 12).

Gegevens met betrekking tot de voederbenutting staan samengevat in Tabel . In totaal is in elk van de vijvers 946 kg zagervoer verstrekt. Dit leverde een bijgroei van zagers van resp. 1428 en 1673 kg op, bijgevolg een voederconversie van resp. 0.66 en 0.57. Dit is ongunstiger dan de voederconversie die in de combinatie van zagerlarven en tapijtschelp gemeten is (vijver 6 en 12), maar vergelijkbaar met de voederconversie berekend voor de mengteelt van zagers en vis (vijver 4 en 10). De output van tapijtschelpen is resp. 1067 en 987 kg. Deze bevond zich op de helft van het vijverareaal. Op die helft werd dus per m² nagenoeg evenveel biomassa aan zagers als aan tapijtschelp geproduceerd, t.w. 2 kg per m² van elke soort.

Enkele kilo's tapijtschelpen uit vijver 1 zijn na verwatering bij Roem van Yerseke ter beschikking gesteld aan de betere restaurants uit de omgeving. De reacties waren dusdanig positief dat er direct werd geïnformeerd naar de verdere beschikbaarheid van dit product. Aangezien de dieren nog relatief klein zijn voor consumptie, is echter besloten om de dieren terug te zaaien en door te laten groeien.

Tabel 1. Mengteelt pootzagers en tapijtschelpen: vijver 1 en 7. Data hebben betrekking op de toestand eind oktober.

	Vijver 1	Vijver 7
Input zagervoer (kg)	946	946
Input zagers (kg)	400	400
Output zagers (kg)	1828	2073
Bijgroei zagers (kg)	1428	1673
Voederconversie (kg/kg)	0.66	0.57

Output tapijtschelpen (kg)	1067	987
-----------------------------------	-------------	------------

Mengteelt zagerlarven en tapijtschelp: vijver 6 en 12

Van de zagerlarven die ingezaaid zijn in een dichtheid van 3000 per m², heeft zich in vijver 6 een dichtheid van ca. 1000 per m², en in vijver 12 een dichtheid van ca. 2000 per m² gevestigd. De oorzaak van dit verschil is niet duidelijk.

In totaal is 803 kg zagervoer per vijver verstrekt. Dit resulteerde in een productie van ruim 2000 kg zagers aan het eind van het seizoen met een voederconversie van 0.4. Dit is zeer gunstig en wijst erop dat de jonge zagers naast het zagervoer ook bentische algen of wieren hebben gegeten.

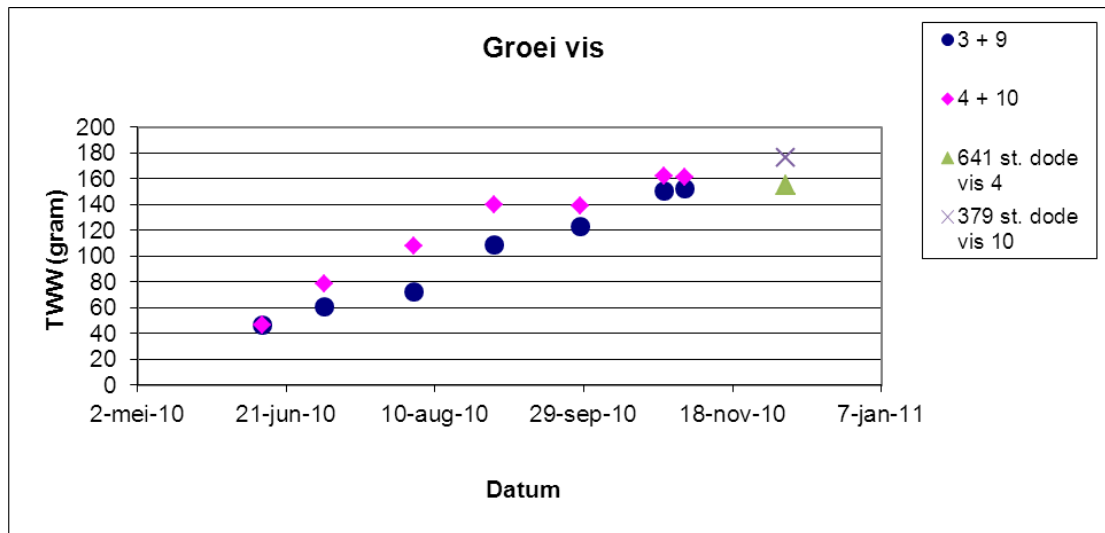
De output van tapijtschelpen is resp. 1033 en 1020 kg. Deze bevond zich op de helft van het vijverareaal. Op die helft werd dus per m² nagenoeg evenveel biomassa aan zagers als aan tapijtschelp geproduceerd, t.w. 2 kg per m² van elke soort. Hoewel dus de opbrengst aan tapijtschelpen in mengteelt met zagerlarven nagenoeg even groot was als die in mengteelt met pootzagers, was er een duidelijk verschil in de ontwikkeling van het individuele schelpgewicht (Fig.). De groei van de tapijtschelpen in combinatie met zagerlarven bleef vanaf begin augustus achter. Vermoedelijk is dit veroorzaakt door de veel hogere dichtheid in vijver 6 en 12 vergeleken bij 1 en 7 en daarmee samenhangend concurrentie om voedsel.

Tabel 2. Mengteelt zagerlarven en tapijtschelp: vijver 6 en 12. Data hebben betrekking op de toestand eind oktober.

	Vijver 6	Vijver 12
Input zagervoer (kg)	803	803
Output zagers (kg)	2008	2167
Voederconversie (kg/kg)	0.40	0.37
Output tapijtschelpen (kg)	1033	1020

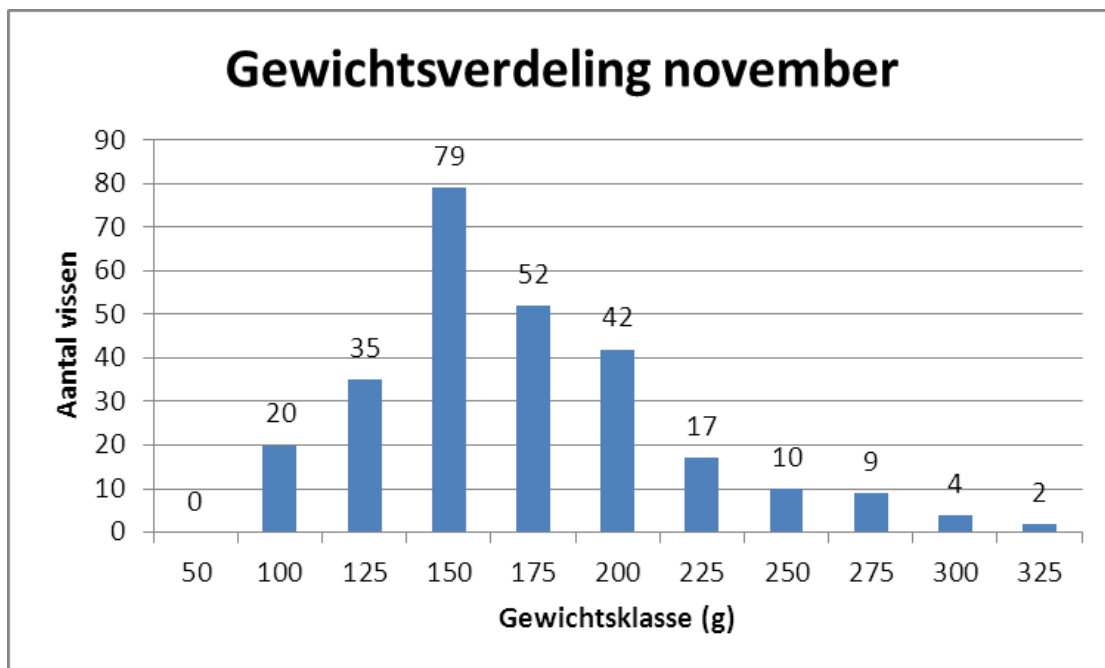
Mengteelt tong en zagers: vijver 4 en 10

De groei van tong in aanwezigheid van zagers staat weergegeven in Figuur 29.



Figuur 29. De groei van tong in vijvers 4 en 10, en 3 en 9.

De eerste drie maanden werd er een snelle groei gemeten: gemiddeld meer dan 1 g per dag. In september stagneerde de groei om in oktober en november weer door te zetten. Uiteindelijk werd in vijver 4 en 10 een gewicht bereikt van bijna 180 g. De vissen in vijver 3 en 9 bleven van meet af aan achter vermoedelijk doordat de dieren onvoldoende voedsel op konden nemen.



Figuur 30. Gewichtsverdeling van vissen in vijver 4 en 10 in november 2010.

Figuur 30 laat zien dat er een grote spreiding optreedt in het gewicht van vissen aan het einde van het seizoen. Terwijl sommige vissen al 300 g wogen, waren er ook exemplaren bij die slechts het gewicht van een slibtong (125 g) hadden bereikt.

In totaal werd 1328 kg zagervoer per vijver verstrekt. Deze hoeveelheid was toereikend voor een geringe bijgroei van zagerbiomassa (ruim 200 kg) en een bijgroei van vis van resp. 330 en 372 kg vis. Hieruit kan de conversie van zagervoer naar zagers en van zagervoer naar vis geschat worden. De aanname is dat voor de productie van 1 kg vis 5 kg zagers nodig zijn. In dat geval is de voederconversie van voer naar zagers resp. 0.71 en 0.63 kg, en van zagervoer naar vis resp. 3.60 en 3.18. Dit duidt op een efficiënt gebruik van het gegeven voer.

Tabel 3. Mengteelt tong en zagers: vijver 4 en 10. Data hebben betrekking op de toestand eind oktober.

	Vijver 4	Vijver 10
Input zagervoer (kg)	1328	1328
Input zagers (kg)	2150	2150
Output zagers (kg)	2362	2396
Bijgroei zagers (kg)	212	246
Bijgroei vis (kg)	330	372
Voederconversie (kg/kg)	0.71	0.63
Voer – zagers		
Voer -- vis	3.60	3.18

Vissterfte

Eind november begon plotseling een periode met felle kou. Dit heeft helaas geresulteerd in een omvangrijke vissterfte. De oorzaken daarvan zijn tweeledig: falen van de WKO en een verkeerde inschatting van het gedrag van de vissen.

Technisch falen van het Warmte-Koude-Opslag (WKO) systeem

Op het moment dat we een beroep deden op de WKO om warmte te gaan leveren, bleek het systeem niet te werken. Bij inspectie door de leverancier bleek de warmtewisselaar verstopt te zitten. Ondanks herhaald aandringen op een snelle reiniging duurde het drie dagen voordat de WKO naar behoren ging functioneren. Dit waren juist de meest extreem koude dagen. Om te voorkomen dat alle vissen dood zouden gaan, hebben we toen besloten twee vijvers op te geven en het beschikbare debiet van Oosterscheldewater (van 5 °C) te concentreren op de twee overige vijvers. Daarmee kon in deze vijvers het centrale compartiment boven 3 °C gehouden worden.

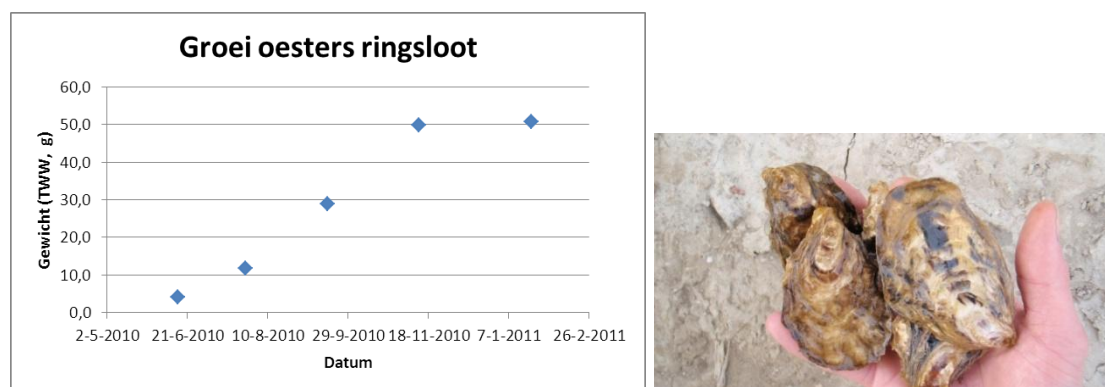
Onverwacht gedrag van de vissen

Het ontwerp van de visvijvers is gebaseerd op de idee dat tong een warmte-minnende soort is die in het voorjaar vanuit zee de Oosterschelde en Waddenzee inzwemt omdat dit ondiepe water sneller opwarmt dan de Noordzee. In het najaar keert de beweging om en zoekt de vis het diepere water van de Noordzee op dat langer op temperatuur blijft dan de Oosterschelde en Waddenzee. Rekening houdend met dit gedrag hebben we in de visvijvers een compartiment gecreëerd waarin gedurende de winter de temperatuur ten allen tijde boven de 5 °C gehouden kan worden. Algemeen wordt aangenomen dat tong niet kan overleven beneden een watertemperatuur van 3 °C. Dit compartiment heeft de vorm van een PE ring voorzien van vier doorgangen net boven het sediment. Bij het maken van het ontwerp hebben we verondersteld dat tong geconfronteerd met een temperatuurgradiënt zal migreren naar de zone met een hogere watertemperatuur. We gingen er dus van uit dat vissen zich zouden concentreren in het compartiment. Dit bleek niet het geval te zijn. Eerder zijn er aanwijzingen dat de dichtheid van vis in de compartimenten lager was dan daarbuiten. De temperatuur in de compartimenten hebben we wel boven de 3 °C kunnen houden door veel Oosterschelde water in te nemen. In de

compartimenten zijn geen dode vissen aangetroffen. Een wintercompartiment met een temperatuur boven de 3 °C lijkt dus op zich een garantie voor overleving. Probleem is dat vissen met het huidige vijverontwerp de warmere zone niet actief opgezocht hebben. Het merendeel van de vissen bevond zich buiten de warme zone, in water dat afkoelde naar temperaturen beneden 0 °C. Kennelijk was de prikkel afwezig om het compartiment in te zwemmen of werden vissen door andere signalen getriggerd buiten de compartimenten te blijven. Dat tong gevoelig is voor een warmtegradiënt en in een warmtegradiënt een voorkeurspositie opzoekt voor een bepaalde temperatuur, wordt bevestigd door recente laboratoriumproeven van IMARES. Dat de vis dit gedrag niet in de vijvers heeft laten zien, is mogelijk te verklaren doordat de vissen in de vijvers tegen de stroom in deze zone op moeten zoeken. Ervaringen uit de visserspraktijk lijken aan te geven dat tong met de stroomrichting meebeweegt en niet er tegen in. Mogelijk dat de seizoensmatige migratie van tong tussen de ondiepe kustwateren en de Noordzee door andere factoren dan de watertemperatuur gestuurd wordt. Denkbaar is dat vissen in het najaar actief dieper water opzoeken en zo in de Noordzee belanden. Duidelijk is dat er aanpassingen van de vijverinfrastructuur nodig zijn om een herhaling van de massale vissterfte te voorkomen.

Groei van Japanse oesters in ringsloot

Hoewel de waarnemingen aan de groei van oesters slechts een gering aantal exemplaren betrof (80 stuks), maakt Figuur 31 duidelijk dat de kwaliteit van de spontane algengroei een hele snelle groei mogelijk maakte. In de maanden juli, augustus, september en oktober nam het gewicht met gemiddeld 10 g per oester per maand toe. Uiteindelijk zijn verscheidene exemplaren zijn door oesterkenners uit de handel beoordeeld, en als zeer goed omschreven.



Figuur 31. Groei van Japanse oesters in de ringsloot van Proefbedrijf Zeeuwse Tong.

Stikstof- en fosforbalans van het proefbedrijf

Tabel 4 geeft de stikstof- (N) en fosfor- (P) balans voor het proefbedrijf na oogst van de zagers, schelpdieren, en (levende en dode) vis.

De aanvoer van N en P bestond in hoofdzaak uit N en P in zagervoer. De afvoer van beide nutriënten kwam voor ongeveer gelijke delen voor rekening van zagers en vis. De geproduceerde schelpdieren zijn voor het merendeel op het bedrijf gebleven om door te groeien naar een groter formaat. De nutriënten hierin verschijnen dus onder de post voorraadmutatie. Deze voorraadmutatie wordt overigens gedomineerd door de post zagers.

Als resultaat van de balans resteert een forse hoeveelheid N en P. De kringloop van N en P is dus nog lang niet gesloten. Voor stikstof mogen we verwachten dat het overschot deels op rekening komt van verliezen door denitrificatie. Een ander deel zal met het effluent het bedrijf verlaten hebben, en het resterende deel zal als slib in de vijverbodem zijn geaccumuleerd. Accumulatie zal vermoedelijk ook een belangrijk deel van het P-overschot verklaren. In het vooronderzoek werden in oudere zagervijvers grote hoeveelheden P in het sediment aangetroffen.

Tabel 4. N- en P-balans van het Proefbedrijf Zeeuwse Tong in 2010 na oogst van zagers, schelpdieren en vis.

Aanvoer	kg	%N	%P	kg N	kg P
Zagerlarven	0.2	2.04	0.13	0	0.0
Zagers	8500	2.04	0.13	174	11.4
Schelpdierbroed	8	0.31	0.07	0	0.0
Vis	459	2.40	0.10	11	0.5
Voer	7126	5.76	1.00	410	71.3
TOTAAL				595	83.1
Afvoer					
Zagers	1940	2.04	0.13	40	2.6
Schelpdieren	150	0.31	0.07	0	0.1
Vis	1600	2.40	0.10	38	1.6
TOTAAL				79	4.3
Voorraadmutatie					
Zagers	6400	2.04	0.13	131	8.6
Schelpdieren	4000	0.31	0.07	12	2.6
Vis	170	2.40	0.10	4	0.2
TOTAAL				147	11.4
Overschot				369	67.4

Opmerkelijk is het geringe effect dat schelpdieren hebben op de posten van de N en P balans, terwijl ze anderzijds een (zichtbaar) sterk filterende werking hebben. Nader onderzoek is gewenst om meer inzicht te krijgen in de termen van de N- en P-balans.

Economie

Realisatie versus plan

Voorafgaand aan het Proefproject Zeeuwse Tong zijn ramingen gemaakt voor de opbrengst van een gemengd zilt bedrijf. De resultaten van het eerste jaar van het Proefbedrijf zijn een eerste test op de validiteit van deze ramingen. Voor dat doel zijn in Tabel 5 geraamde opbrengsten vergeleken met de experimentele uitkomsten van het proefbedrijf 2010.

Tabel 5. Een vergelijking van geraamde en gemeten productiviteit van een gemengd zilt bedrijf.

	Projectplan	Proefbedrijf 2010
Input zagervoer (kg)	2231	710 (32%)
Output vis-equivalenten (kg)	408	374 (92%)
Output schelpdieren (kg)	3220	342 (11%)

Voor de tabel zijn de opbrengsten genomen die eind oktober op het proefbedrijf aanwezig waren. Aangezien de output voor beide situaties uit een verschillende combinatie van zagers en vis bestond, zijn deze omgerekend naar visequivalenten, ervan uitgaande dat 5 kg zagers equivalent is met 1 kg vis.

Vergeleken bij de ramingen in het Projectplan is de input aan zagervoer op het proefbedrijf in 2010 zeer bescheiden gebleven. Dit had voor een deel te maken met het feit dat terughoudend is gevoerd met name in de eerste maanden. Opvallend is dat met slechts een derde van de input 92% van de output aan visequivalenten gerealiseerd is. De verklaring hiervoor is dat in het projectplan een veel ongunstiger conversie van voer naar zagers is verondersteld. Deze was gebaseerd op de uitkomsten van mesocosmos experimenten die in Fase 1 van het project zijn uitgevoerd.

De output aan schelpdieren is evenwel ver achtergebleven bij de verwachting uit het Projectplan: er is slechts 11% van de verwachte opbrengst gerealiseerd. Deze discrepantie heeft vermoedelijk meerdere oorzaken. Om te beginnen is de input van nutriënten veel geringer geweest en daardoor waarschijnlijk ook de productie van algen. De benutting van de algen is ook niet optimaal geweest aangezien in de eerste maanden er slechts een geringe biomassa van schelpdieren aanwezig was. Tenslotte heeft de geraamde output betrekking op een heel jaar, terwijl het proefbedrijf slechts zeven maanden operationeel is geweest.

Knelpunten

De ervaringen met het eerste jaar van het proefbedrijf signaleren verschillende knelpunten m.b.t. de economische haalbaarheid van het gemengd zilt bedrijf. Omdat deze belangrijk zijn voor de verdere ontwikkeling van het project, laten we de belangrijkste hier de revue passeren: 1. de kostprijs van zagers, 2. onzekerheid m.b.t. de vereiste investeringen, 3. de kostprijs van uitgangsmaterialen en 4. onzekerheid m.b.t. de markt van tapijtschelpen.

Kostprijs zagers

De basis van het gemengd zilt bedrijf dienen de zagers als voer voor de tong. Voederproeven in het kader van het project Zeeuwse Tong hebben overtuigend laten zien dat zagers een excellent voer zijn voor tong. De groeisnelheid van tong op een dieet van verse zagers wordt voorlopig niet geëvenaard door de groeisnelheid op een commercieel droogvoer op basis van vismeel en visolie. Maar kan het daarmee ook economisch uit om zagers als voer voor tong te gebruiken?

In het vooronderzoek zijn berekeningen van de kostprijs van zagers in monocultuur uitgevoerd. Deze gaven bij een productie van 1.5 kg per m² een kostprijs aan van Euro 4.65 per kg levend gewicht. Deze kostprijs bestaat voor 56% uit vaste kosten, 23% arbeid, 13% voer, 8% energie en 1% larven. Uitgaande van een prijs af-boerderij van Euro 5 per kg levend gewicht, komt dit neer op een prijs van Euro 25 per kg drogestof. Dit is 10-20 keer duurder dan een visvoer op basis van vismeel en visolie. De kostprijs van zagers moet dus met eenzelfde factor omlaag om zagers op commerciële basis te kunnen gebruiken als voer voor tong.

Dit doel willen we langs verschillende wegen bereiken. Verreweg het belangrijkste is de bijdrage van de vaste kosten aan de kostprijs drastisch te verlagen. Een effectieve strategie daartoe is zagers in mengteelt te kweken. Deze optie is in 2010 met succes uitgetoet: zowel de mengteelt van zagers met vis als die van zagers en schelpdieren is technisch mogelijk. Met name de combinatie van zagers en schelpdieren is interessant omdat zagers in deze combinatie als biologische onkruidbestrijding fungeren. Zonder de inzet van zagers dreigt in schelpdiervijvers het risico van ongebreidelde groei van wieren. Deze macrowieren belemmeren de voedselopname en daardoor de groei van schelpdieren. Dit wordt veroorzaakt doordat de wieren mening van water tussen het algenrijke oppervlak en de bodem remmen. Tevens leveren de wieren een risico voor de zuurstofhuishouding van de vijver en schelpdieren op wanneer ze massaal afsterven en als een deken op de bodem komen te liggen.

Andere middelen om de kostprijs van zagers te verlagen zijn: het gebruik van goedkoper zagervoer en vermindering van de arbeidsinzet door mechanisatie. Een inventarisatie van restproducten in Zeeland heeft opgeleverd dat er interessante reststromen zijn. Deze kunnen evenwel niet zonder meer toegepast worden. Eerst moet onderzocht worden welk effect ze hebben op de totale keten van zagerproductie én benutting door de vis. Met name de afwezigheid van omega-3 vetzuren in deze reststromen is een punt van aandacht.

Vermindering van de arbeidsinzet betekent vooral een snellere en efficiëntere oogstmachine: met de huidige machine bestaat de arbeidsbehoefte van zagerteelt voor de helft uit arbeid tijdens het oogstproces. Samen met de Smart Services Boulevard, diverse bedrijven en studenten van de Hogeschool Zeeland werken we aan een verbeterde versie van de oogstmachine.

Onzekerheid over investeringen

De aanleg van het vijverbedrijf is door een combinatie van factoren veel duurder geworden dan het investeringsniveau waarop de economische haalbaarheidsberekeningen van het gemengd zilt bedrijf eerder gebaseerd zijn. In totaal heeft de aanleg ca. 2 miljoen Euro gekost. Dit is een hoog bedrag afgemeten aan het beperkte vijverareaal van het proefbedrijf. Deze vergelijking is evenwel niet helemaal terecht omdat een aantal voorzieningen afgestemd zijn op een veel grotere schaal, m.n. de technische en infrastructurele voorzieningen voor aan- en afvoer en filtering van water. Daarnaast zijn sommige voorzieningen overgedimensioneerd (o.a. beluchting) om risico's van calamiteiten zo klein mogelijk te maken; andere voorzieningen (monitoring) zijn specifiek ten behoeve van het onderzoek opgenomen.

Tabel 6 geeft een vergelijking van de kosten voor aanleg van een vijverbedrijf naar het model van de zagerkwekerij van Topsy Baits, en de kosten voor aanleg van het proefbedrijf. Hierbij zijn de kosten van waterverversing (aan- en afvoer plus filtratie) omgeslagen over 100 vijvers.

Tabel 6. Een vergelijking van de investeringen in een zagerkwekerij naar het model van Topsy Baits en in het Proefbedrijf Zeeuwse Tong.

	Topsy Baits	Proefbedrijf
Vijverconstructie	14160	22750
Waterverversing	1240	10297
Beluchting	1000	10920
Stroomvoorziening	1570	2680
Beveiliging	0	10018
TOTAAL	17970	56665

De kosten van de vijverconstructie betreffen het graafwerk, de constructie van de rijpaden inclusief verharding, de folie, het zand en de netten. Het verschil tussen beide bedrijven wordt vooral veroorzaakt door de toepassing van een dure folie (EPDM, aanschaf: Euro 5.50 per m²) op het proefbedrijf. De verplichting om zoutwater-infiltratie te voorkomen betekent niet alleen de toepassing van dure foliebassins maar ook lastige constructies om zaken in de vijver te bevestigen (afscheidingen, airlifts etc.). Een locatie waar verzilting van de ondergrond geen probleem is, maakt de constructie van vijvers en vijverinrichting vermoedelijk veel goedkoper doordat folie overbodig wordt of vervangen kan worden door geotextiel, en doordat constructies in de vijver middels palen in de bodem verankerd kunnen worden.

De kosten van waterverversing zijn op het proefbedrijf veel hoger door relatief duur transport van water onder de dijk door, maar vooral ook door het dure ondergrondse watertransport op het bedrijf zelf. Vergeleken met de het transport van water middels sloten is buistransport extreem duur: het graven van de ringsloot kostte per strekkende meter 6 Euro, het leggen van een buisleiding van 250 mm interne diameter het tienvoudige hiervan.

De ligging van de vijvers t.o.v. het Oosterschelde-peil maakte het voorts noodzakelijk dat water vanuit de Oosterschelde opgepompt moet worden. Bij een zorgvuldige keuze van het vijverpeil t.o.v. NAP zou water aan- en afgevoerd kunnen worden op geleide van het getij. Watertransport in het terrein moet vervolgens zoveel mogelijk geïntegreerd worden met het oppervlaktewatersysteem zoals standaard aanwezig in polders.

De kosten voor beluchting op het proefbedrijf zijn hoog doordat naast het systeem van air lifts aparte beluchtingsracks toegepast zijn. Het is nog onduidelijk hoezeer de omvang van deze voorzieningen beperkt kan worden.

Tenslotte is er een groot verschil bij de post 'beveiliging'. Op het proefbedrijf is er een online systeem aanwezig ter beveiliging, sturing en monitoring van de technische en biologische processen. Hiernaast is er een noodstroomaggregaat aanwezig.

Het verschil tussen de investering in het proefbedrijf en in de zagerkwekerij bedraagt ruim een factor 3. Zo'n groot verschil vereist dat het complete ontwerp van een vijverbedrijf opnieuw tegen het licht moet worden gehouden.

Dure uitgangsmaterialen

De prijs van pootvis van tong is onbekend omdat er geen commerciële productie aanwezig is. Voor tarbot gelden prijzen van ca. 1 Euro per stuk. De implicaties van een dergelijke prijs zijn voor tong en tarbot totaal verschillend. Een gangbaar formaat van marktrijpe tarbot is 1 kg, wat betekent dat in theorie 1 pootvis voldoende is om 1 kg tarbot te produceren. Voor een vijverteelt van tong van 200 g per stuk zijn er minimaal 5 pootvissen nodig om 1 kg marktrijp product te vullen. Dit zou neerkomen op 5 Euro pootviskosten voor de productie van ca. 10 Euro marktwaarde.

Voor een commerciële tongkweek is het dus een vereiste a. de kostprijs van pootvis te verlagen tot minder dan 1 Euro per stuk en b. het aandeel van de pootviskosten te verlagen door een groter formaat vis te kweken. Voor beide doelen staan meerdere wegen open en deze zullen de komende jaren onderzocht worden.

De prijs van schelpdierbroed wordt momenteel voor een belangrijk deel bepaald door de productiekosten van algen, het voedsel voor het broed. Met de huidige fotobioreactoren waarin algen gekweekt worden, zijn kostprijzen van 200 Euro per kg drogestof niet ongevoelbaar. Zoals Tabel 7 laat zien betekent dit dat per 1000 broedjes al gauw enkele euros betaald worden voor de algen. Groter formaat broed wordt met deze kostprijs onbetaalbaar. Bij een kostprijs van 10 Euro per kg algen drogestof worden de kosten van algen gereduceerd tot minder dan een halve Euro voor broed van 5 mm.

Tabel 7. Kosten van algen voor de productie van 1000 stuks broedjes van tapijtschelp bij een prijs van resp. 200 en 10 Euro per kg algen drogestof.

		Kosten algen	Kosten algen
Grootte	Voedselbehoefte	Euro 200/ kg ds	Euro 10/ kg ds
mm	g algen ds/1000 broed	Euro/1000 broed	Euro/1000 broed
3	7	1.40	0.07
4	16	3.20	0.16
5	32	6.40	0.32
6	54	10.80	0.54
7	86	17.20	0.86
8	129	25.80	1.29
9	184	36.80	1.84
10	252	50.40	2.52

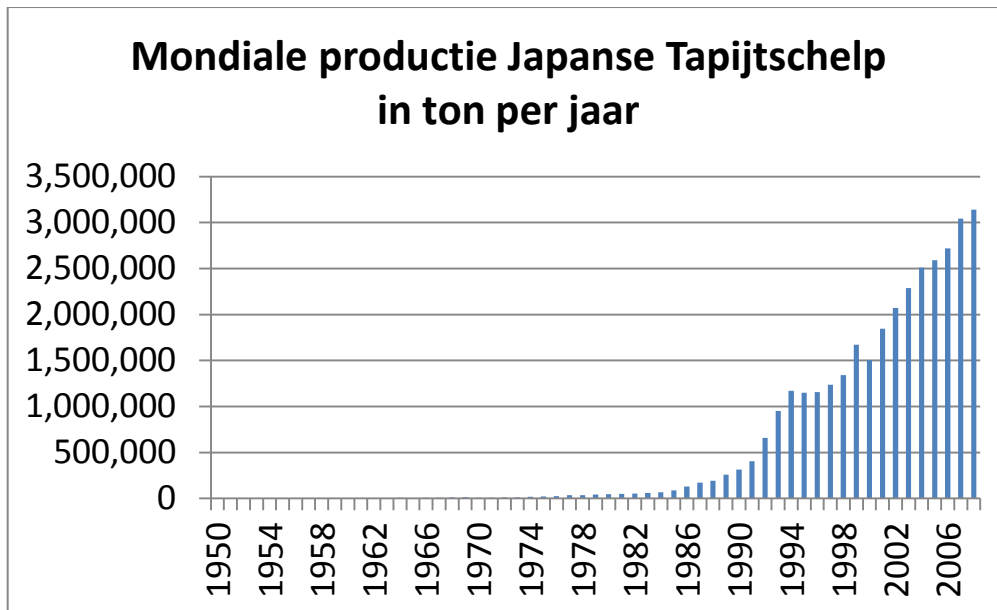
Onzekere markt voor tapijtschelpen

Mondiaal gezien zijn tapijtschelpen één van de meest geproduceerde schelpdiersoorten. Volgens de FAO bedroeg de mondiale productie in 2008 3 miljoen ton (Fig. 32). China neemt hiervan het overgrote deel (98%) voor zijn rekening.

Italië staat met 41.000 ton in 2002 op de tweede plaats. Uitgaande van een productie van 40 ton per ha is de Italiaanse productie equivalent met een areaal van 1000 ha (excl. het areaal voor algenproductie).

In Nederland zijn tapijtschelpen nog vrijwel onbekend. Voorzover bekend is er één bedrijf dat in tapijtschelp handelt met een omzet in de orde van 3 ton per week. Dit zou op jaarbasis overeenkomen met de opbrengst van 5-6 ha schelpdiervijver.

Om voldoende afzet te creëren voor tapijtschelpen afkomstig uit een gemiddeld zilt bedrijf zullen we dus actief een markt moeten ontwikkelen in en buiten Nederland.



Figuur 32. Ontwikkeling van de mondiale productie van Japanse Tapijtschelp. (bron: FAO).

De balans van één jaar proefbedrijf Zeeuwse Tong

Op 1 juni 2010 werd het Proefbedrijf Zeeuwse Tong officieel geopend. Nu ruim een half jaar later kunnen we de balans opmaken wat we in het eerste teeltseizoen bereikt hebben, wat gelukt is en wat mislukt is.

Wat hebben we bereikt?

In het eerste seizoen hebben we geëxperimenteerd met een aantal combinaties van teelten.

In 2010 zijn een aantal teelten met succes uitgevoerd. Dit betreft:

1. Mengteelt van tong en zagers, waarbij beide soorten dezelfde vijver delen.
2. Mengteelt van tapijtschelp en zagers (zowel larven als eerstejaars zagers).
3. Teelt van algen in aparte vijvers met toevoer van het effluent uit de tong-zager vijvers.
4. Teelt van Japanse Oester in de ringsloot.

De gescheiden teelt van zagers en tong is niet gelukt omdat vissen uit de compartimenten bleken te ontsnappen en zich daarna vermengden met de zagers buiten de compartimenten. De combinatie van kokkels met zagers is slechts ten dele gelukt vanwege hoge uitval.

Wat betreft de tong hebben we laten zien dat in de mengteelt met zagers in de zomermaanden hoge groeisnelheden mogelijk zijn, minstens even hoog als onder meer gecontroleerde omstandigheden met zagers en tong binnen, en veel hoger dan met droogvoer op basis van vismeel mogelijk is. Het gaat er nu om de gewichtstoename op seizoensbasis te maximaliseren.

We weten inmiddels ook dat de tong van prima kwaliteit is. We hebben daarvoor een bewaarproef uit laten voeren en een smaakbeoordeling door een deskundig panel van TasteNet. In de bewaarproef is vastgesteld hoe lang vissen op ijs vers blijven, en wat de optimale bewaaruur is, en dit in vergelijking met wilde tong. In de smaakproeven zijn smaakkenmerken van Zeeuwse tong en wilde tong met elkaar vergeleken. De uitkomsten geven aan dat Zeeuwse Tong een week langer vers blijft en geen afwijkende smaak heeft t.o.v. wilde tong. Ook een beoordeling door lokale koks viel positief uit.

Minstens zo belangrijk zijn de uitkomsten van de mengteelt van tapijtschelp en zagers, en wel hierom. Het ideaal van de Zeeuwse Tong is viskweek op basis van eigen productie van voer voor de vis en wel in de vorm van zagers. Dit ideaal is echter met de huidige kostprijs van zagers commercieel absoluut niet haalbaar. Volledige voeding op een rantsoen van zagers is alleen mogelijk wanneer de kostprijs van zagers drastisch omlaag gaat. De meest effectieve maatregel daartoe is de kweek van zagers als bijproduct van de kweek van schelpdieren. Dit is het afgelopen seizoen met succes geprobeerd door zagers, tapijtschelpen en Japanse oesters in mengteelt te kweken. Uitkomsten geven aan dat in mengteelt een productie van 2 kg zagers per m² (20 ton per ha) naast een productie van 2 kg tapijtschelpen per m² (eveneens 20 ton per ha) haalbaar is. Vermoedelijk is een nog hogere opbrengst aan schelpdieren mogelijk aangezien we pas eind mei schelpdierbroed hebben kunnen inzaaien. Hoe hoog de opbrengst aan schelpdieren moet zijn om zagers daadwerkelijk als bijproduct te kunnen beschouwen, moet nog blijken uit economische berekeningen. In die berekeningen speelt de marktprijs van schelpdieren een grote rol. Belangrijk is evenwel dat een productieve mengteelt van zagers en schelpdieren experimenteel aangetoond is. Overigens is dit idee mede geïnspireerd door de spontane groei van kokkels in zagervijvers bij Topsy Baits. Diezelfde spontane ontwikkeling van kokkels zien we nu in het Proefbedrijf in vijvers waarin zagers en tong gecombineerd worden.

Deze resultaten geven aanleiding tot drie belangrijke vragen:

1. Is het idee van een mengteelt van tapijtschelp en zagers ook van toepassing op andere schelpdiersoorten?
2. Is het idee van een mengteelt van tapijtschelp en zagers ook van toepassing op nadere wormsoorten?
3. Hoe kunnen we de opbrengst aan wormen uit een mengteelt van schelpdieren en wormen het beste benutten als voer voor de tong? Brengen we de wormen naar de vis

toe, halen we de vis naar de wormen toe, of gebruiken we wormen als ingrediënt voor een droog visvoer?

Deze vragen willen we voor een deel volgend jaar beantwoorden. Dan zullen we naast de Aziatische tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*) andere soorten in mengteelt met zagers beproeven. In overleg met Roem van Yerseke hebben we gekozen voor *Venus verrucosa* (Wrattige venusschelp), *Ruditapes decussatus* (Geruite tapijtschelp), *Venerupis pullastrum* (Gewone tapijtschelp), en *Mercenaria mercenaria* (Amerikaanse venusschelp). Een beoordeling van *Venus verrucosa* (Wrattige venusschelp) moet wachten totdat de voortplanting van deze soort slaagt. Daarnaast willen we in vijvers de kweek van vis combineren met de kweek van zagers en schelpdieren (tapijtschelp en oesters).

Wat ging er mis?

Eind november werden we geconfronteerd met een extreem vroege start van de winter. De vroege felle kou heeft geresulteerd in veel uitval van tong: meer dan 90% van de vissen heeft de koudeperiode niet overleefd. De voorgenomen oogst en verkoop van een deel van de vis voor de feestdagen hebben we hierdoor op twee weken misgelopen. . De oorzaken van de hoge uitval zijn tweeledig: 1. technisch falen van de WKO, en 2. een verkeerde inschatting van het gedrag van de vissen. In alle gevallen is een te lage watertemperatuur vermoedelijk de directe doodsoorzaak. Om herhaling te voorkomen zullen we de infrastructuur van het proefbedrijf aanpassen vóór de start van het nieuwe seizoen.

