

# Productie en kostprijs van pootvis (WP 4)

## Eindrapportage

Oliver Schneider en Joop Denekamp

Rapport nr. C038/09



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

# Wageningen *IMARES*

IMARES, Yerseke

Opdrachtgever: PRI  
T.a.v. J. Ketelaars  
Postbus 16  
6700 AA Wageningen

Publicatiedatum: April 2009

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2009 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.

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

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

A\_4\_3\_1-V4

# Samenvatting

De cyclus van een marktwaardige consumptievis binnen de aquacultuur bestaat uit twee fases. De hatcheryfase, waar ouderdieren tot paaien worden gebracht en de nakomelingen tot pootvis worden gekweekt. En de doorgroefase waar de pootvis wordt opgegroeid tot consumptievis. De kosten van de eerste fase zijn nog niet voor alle aquacultuur soorten algemeen bekend. Vaak worden de vissen binnen een bedrijf voortgeplant en ook opgegroeid tot met het eindgewicht. Voor sommige soorten, die binnen Europa van belang zijn, zijn de kostprijzen wel bekend (Zeebaars, tarbot, meerval) en recent geëvalueerd (Schneider, et al., 2006). Maar voor tong pootvis (*Solea solea*) bestaat nog onzekerheid over de productiegegevens en de echte kostprijs. Deze studie berekent met behulp van een dynamisch model de totale kostprijs, de kostprijs opbouw en de gevoelig- en onzekerheden binnen de kostprijsopbouw. Het model is generiek opgezet voor pootvis productie en afgestemd op de specifieke behoeftes van tong. Het model omvat vijf fases (ouderdieren, hatchery, nursery, weaning, pre-ongrowing) die afzonderlijk zijn opgezet. De modules zijn dan later bij elkaar gevoegd in een model. Wanneer met een standaard model, vier tanks en vier periodes van bevruchting per jaar wordt gerekend is de kostprijs € 1,120.00 per batch van 1000 pootvissen van 5 gram en € 2,690.00 per batch van 1000 pootvissen van 40 gram.

Belangrijkste factoren die effect hebben op de kostprijs zijn:

- Kosten van het gebouw (Grootste invloed is de factor “hoeveelheid vierkante meters gebouw”, vooral binnen de pre-growout)
- Arbeid (Grootste aandeel komt vanuit de nursery)
- Koeling/ verwarming van tanks (Alleen de husbandry maakt in het model gebruik van koeling, wel is er op alle tanks koeling aangesloten. Het uitschakelen van de koeling kan alleen wanneer de temperatuur in het gebouw gelijk is aan de gewenste temperatuur in de tanks. De verwarming van het gebouw is meegenomen als een berekend vast bedrag per m<sup>2</sup> meter.
- Verwarming/koeling van de gehele faciliteit.

De analyse van kosten, onzekerheden en gevoeligheid wijst uit dat het mogelijk is de kosten voor pootvis productie significant te reduceren en dat een kostprijs in de orde van 0.5-1€ per pootvis mogelijk is.

Als tong wordt vermarkt bij een individueel gewicht van 350 gram, en een marktprijs van €14 per kg, bedragen de kosten voor pootvis bij een 10-20% van de totale kosten. Voor zeebaars (3-4 vissen/kg) en meerval (1 vis/kg) bedragen de kosten voor pootvis 10% van de totale kostprijs, en zijn daarmee vergelijkbaar met tong (Schneider et al., 2006).

# Inhoudsopgave

<b>SAMENVATTING</b>	<b>3</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>3</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>4</b>
<b>1 INLEIDING</b>	<b>5</b>
<b>2 METHODIEK</b>	<b>5</b>
Opbouw model	5
Broodstock Husbandry	7
Hatchery	7
Nursery	7
Weaning	7
Pre – Growout	7
Model input waarden en berekeningen	8
<b>3 RESULTATEN</b>	<b>8</b>
<b>4 DISCUSSIE</b>	<b>10</b>
Onzekerheden binnen het model	12
Gevoeligheidsanalyse	15
<b>5 CONCLUSIE</b>	<b>17</b>
<b>6 REFERENTIES</b>	<b>17</b>
<b>VERANTWOORDING</b>	<b>20</b>

# 1 Inleiding

De cyclus van een marktwaardige consumptievis binnen de aquacultuur bestaat uit twee fases. De hatcheryfase, waar ouderdieren tot paaien worden gebracht en de nakomelingen tot pootvis worden gekweekt. En de doorgroefase waar de pootvis wordt opgegroeid tot consumptievis. De prijs van deze consumptievis wordt mede bepaald door de kosten van de in eerste instantie ingekochte of voorgekweekte pootvis wat vaak een significant aandeel heeft in de kostprijsopbouw. Voor de Afrikaanse meerval of zeebaars is dit bijvoorbeeld ~10% van de totale kostprijs (Schneider et al., 2006). Voor tarbot kan deze aandeel zelfs nog hoger zijn gezien een pootvis prijs van rond 1.00€ / vis van 10g op een verkoops prijs tussen 7 tot met 12€ per kg vis \*(Kloet, persoonlijke communicatie).

De kostprijs van pootvis is opgebouwd uit verschillende soorten kosten. Alle factoren die van invloed zijn op de kweek van pootvis zijn in twee kostenposten te verdelen: lopende kosten en vaste kosten (**tabel 1**). Al deze kosten worden bepaald door biologische en technische invloeden vanuit het proces (mortaliteit, groeisnelheid, temperatuur etc.). Van een aantal vissoorten (zeebaars, Afrikaanse meerval) is de kostprijs en de kostprijsopbouw van pootvis bekend (Schneider et al., 2006). Bij noorzee tong (*Solea solea*) is dit nog niet in kaart gebracht. Eerste pogingen gaan terug op berekeningen in de jaren 200 en 2001. Maar deze zijn niet publiek (unpublished data, IMARES). Het is dus noodzakelijk om de kostprijs van tong pootvis te berekenen, om de haalbaarheid van tong kweek te onderbouwen.

**tabel 1: Overzicht van lopende en vaste kosten voor een pootvis bedrijf**

<i>Lopende kosten</i>	<b>Vaste kosten</b>
Verlichting	Tanks en benodigdheden
Pomp/filter	Verlichting
Koeling	Pomp/filter
Voer	Koeling
Arbeid	Monitoring
Water	Gebouw
Monitoring	Ouderdieren
Onderhoud	
Ouderdieren	

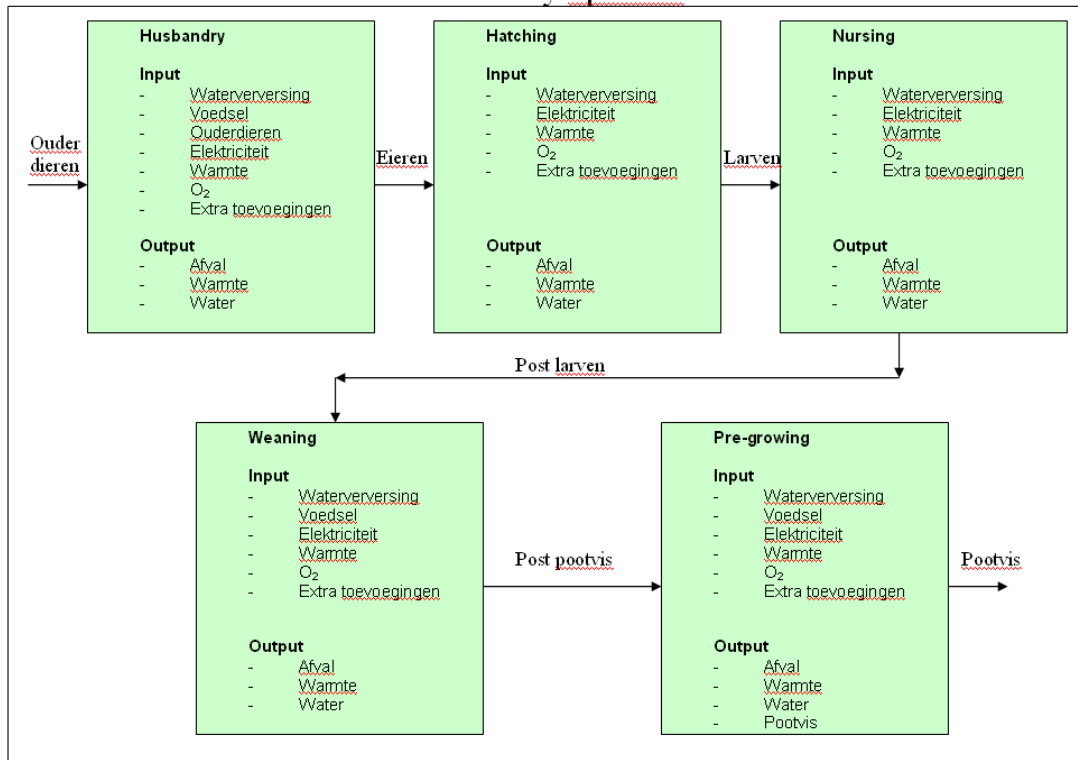
## 2 Methodiek

Binnen dit onderzoek is de pootvis kostprijs van *Solea solea* berekend door een dynamisch en generiek model. Het model is in staat om gevoeligheden van prijsfactoren en hun onzekerheden aan te tonen. Door de onzekerheden en gevoeligheid van de kostprijs uit te rekenen in hun consequentie op de kostprijs kunnen in het bedrijfsleven betere beslissingen worden gemaakt bij de opzet van een tong hatchery. Dit model is dus gericht op het aantonen van relaties tussen de invloeden van factoren en de kostprijs van pootvis. Met behulp van het model laten wij zien welke factoren van grote invloed zijn op de kostprijs en welke minder of geen invloed hebben. Dit geeft een indicatie welke invloeden beter onderzocht moeten worden om de kostprijs te verlagen. Om deze doelstelling te bereiken is het kostprijsmodel ontworpen in een dynamisch modelleringprogramma (Stella) en bestaat uit 5 fases die samen de stappen vormen binnen een kwekerij tot en met de pootvis. De stappen zijn op zich zelf werkende modellen. Later zijn deze losse modellen verwerkt tot één geheel model. Binnen dit rapport zijn belangrijke formules, beslissingen, speerpunten en analyses per stap gepresenteerd.

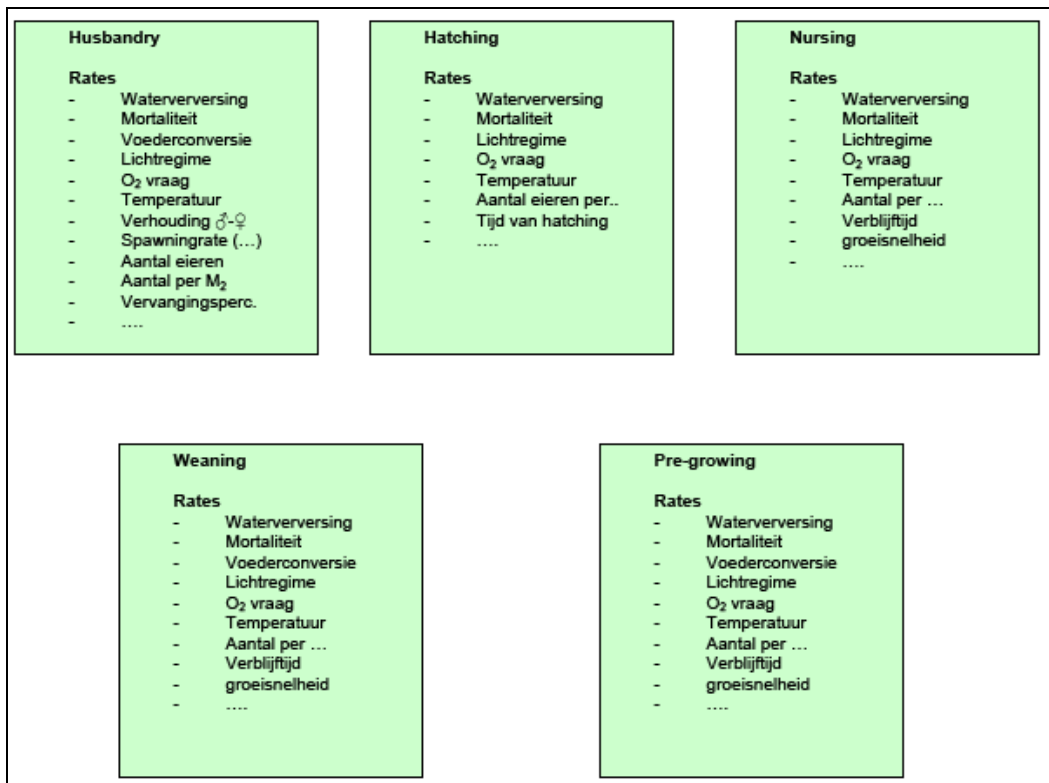
### Opbouw model

Het kostprijsmodel voor pootvis is opgebouwd uit 5 verschillende fases. Deze verschillende fases zijn op zichzelf draaiende submodellen die zijn opgezet door de processen binnen een fase te berekenen. Deze modellen maken gebruik van verschillende input and output factoren (**figuur 1**) en verschillende processen of rates (0).

## Hatchery opbouw



figuur 1: overzicht van de vijf op zichzelf draaiende submodellen, incl belangrijkste in- en outputs.



figuur 2: overzicht van de vijf op zichzelf draaiende submodellen samen met de belangrijkste factoren.

## Broodstock Husbandry

Om pootvis te kweken zullen eerst ouderdieren tot paaien moeten worden gebracht. Het houden van ouderdieren en het voortplanten stelt een aantal eisen. Belangrijke factoren zijn hier ondermeer: correcte dichtheid, juiste diameter van de tank, correct gewicht per individu en het maximaal gewicht per tank en correct aantal ouderdieren per tank. Bevruchte eieren zijn het eindproduct van de eerste fase. Belangrijkste factoren zijn hier: jaarlijkse productie van eieren, jaarlijkse productie van bevruchte eieren, percentage bevruchte eieren, aantal eieren per gram vrouwelijk ouderdier en aantal vrouwtjes. Voor de bepaling van het filter en de waterverversing is het percentage verversing en de hoeveelheid water per tank een belangrijke input. Binnen het model is de keuze 1, 4 of 12 keer per jaar eieren te oogsten en is er keus uit 1, 4 of 12 broodstocktanks. Dus is het model uitgerust met 12 tanks die naar wens wel of niet gebruikt kunnen worden door het model op een dynamische manier. Om het model te laten werken dienen alle uitkomsten te worden opgeteld zodat er een productie per dag en per jaar kan worden berekend. Tijdsbepaling speelt een belangrijke rol in dit model. Door ervoor te zorgen dat iedere tank zijn eigen bevruchtingscyclus heeft kan er gespeeld worden met wanneer een tank eieren geeft. Binnen het model is ervoor gekozen de keuze tot 1, 4 of 12 keer per jaar te beperken. Iedere tank heeft in het model dezelfde temperatuurscyclus maar maakt deze op een ander moment mee. De temperatuur in het model worden gestuurd door een temperatuurgrafiek die continu wordt vergeleken met de temperatuur van het water van een vis zich die opmaakt voor de voortplanting. De kostprijsbepaling binnen het model hangt van vele factoren af, zo als voor tanks, leidingwerk, verlichting, pompen en filtratiesysteem, koeling, voer, waterge(ver)bruik, arbeid, ouderdieren, gebouw, onderhoud etc.

## Hatchery

Eieren vanuit de broodstock worden uitgebroed in de hatchery voordat ze weer verder verbracht worden naar de nursery. Binnen het model vindt een optimalisatiestap plaats. Hierdoor is in het model de grootte van bijvoorbeeld de trechters variabel binnen de berekening. Hier staat tegenover dat in de vervolgstappen geoptimaliseerde hoeveelheden post larven het systeem binnen komen. Door te kijken naar het maximale aantal larven per tank in de nursery kan terug gerekend worden hoeveel eieren er nodig zijn vanuit de hatchery in 1 batch en in wat voor grootte trechter de eieren uitgebroed moeten worden. Hierdoor werkt het model in de vervolgstap, de nursery, automatisch met volledige batches om design en kosten aan te passen aan productie.

## Nursery

De nursery ontvangt pas uitgekomen larven vanuit de hatchery. Binnen de hatchery groeien deze om daarna naar de weaning verder te gaan. Voor *Solea solea* geldt dat in dit stadium de metamorfose plaatsvindt van rondvis naar platvis. De kostenopbouw van de nursery verschilt deels van de broodstock. Er zijn een paar andere kostenposten en de kostprijs wordt in detail anders opgebouwd. De manier van werken is echter hetzelfde als bij de broodstock model.

## Weaning

Vanuit de nursery komen de larven terecht in het weaningmodel. Hier worden de larven verder opgekweekt om later doorverkocht of in een pre-growout geplaatst te worden. Vanwege een beperking in het modeleerprogramma, is er gekozen om 220 aparte tanks te dimensioneren. Dit houdt in dat er niet meer dan 220 tanks tegelijk actief kunnen zijn. Bij de meeste omstandigheden zijn 220 tanks voldoende en kan het model gewoon worden gebruikt. Om te zorgen dat de juiste grootte batches en aantal tanks gebruikt worden is er een optimalisatiestap gemaakt. Op de momenten dat de grootte van de batch voldoet aan de gestelde criteria wordt deze direct door gesluisd naar de weaningtank. Wanneer dit niet het geval is, wordt er een bepaald aantal dagen gewacht, hierna gaan de post larven alsnog naar 1 van de weaningtanks of worden uit het proces verwijderd. De manier van kostencalculatie is vergelijkbaar met de broodstock.

## Pre – Growout

De pre-growout is eigenlijk een verlengde van de weaning, waar pootvis wordt opgevangen totdat deze de juiste grootte heeft om naar de growout buiten de pootvis productie unit te gaan. De werking van het model is hetzelfde

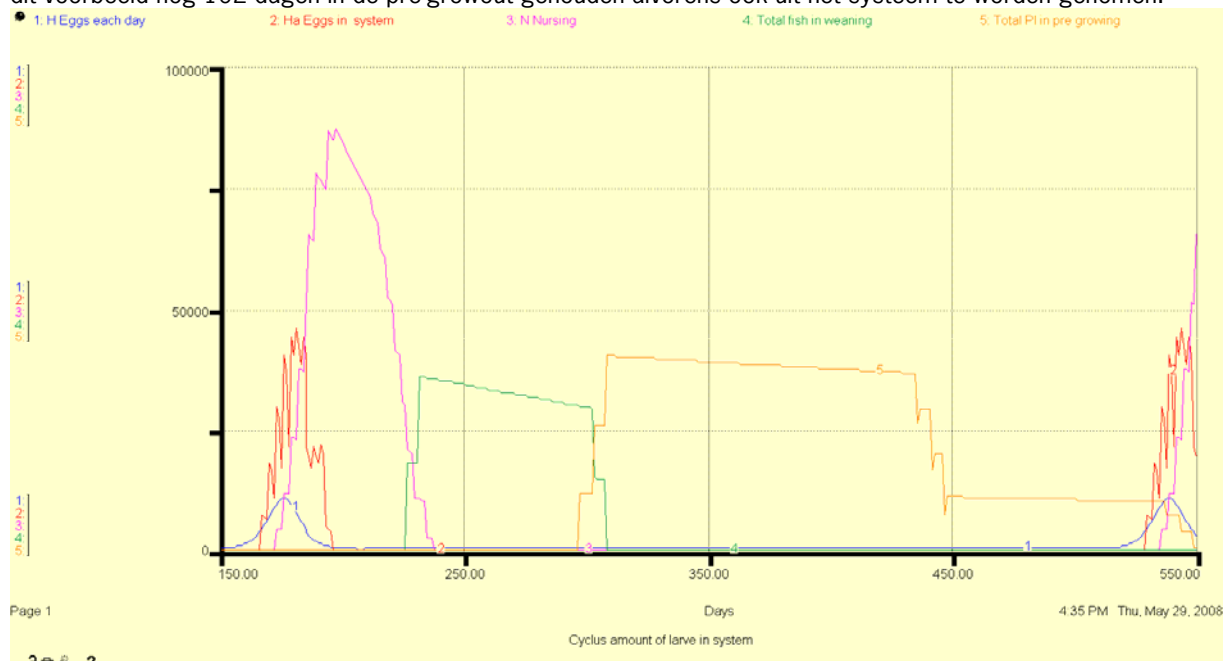
als bij de weaning, daarbij te vermelden dat er in de pre-growout een tweede stap is ingebouwd wat een sortering van de post larven simuleert. Tijdens het verblijf van de pootvis in de pre-growout wordt er na een berekende tijdsduur een sortering gesimuleerd. Hierbij voldoet een bepaald deel vis aan de gestelde eisen en een deel nog niet. Deze worden dan nogmaals in de pre-growout gezet voor een bepaalde tijd. Om deze tijd te berekenen wordt er van uit gegaan dat de blijvende vissen een langzamere groeisnelheid hanteren dan de vissen die uit het systeem zijn gehaald. De manier van kostencalculatie is vergelijkbaar met de broodstock.

## Model input waarden en berekeningen

De inputwaarden van het model en de gebruikte algoritmes zijn gebaseerd op de reeds aanwezige kennis van Wageningen IMARES. Deze waarden en design criteria worden in deze rapportage niet in detail weergegeven.

## 3 Resultaten

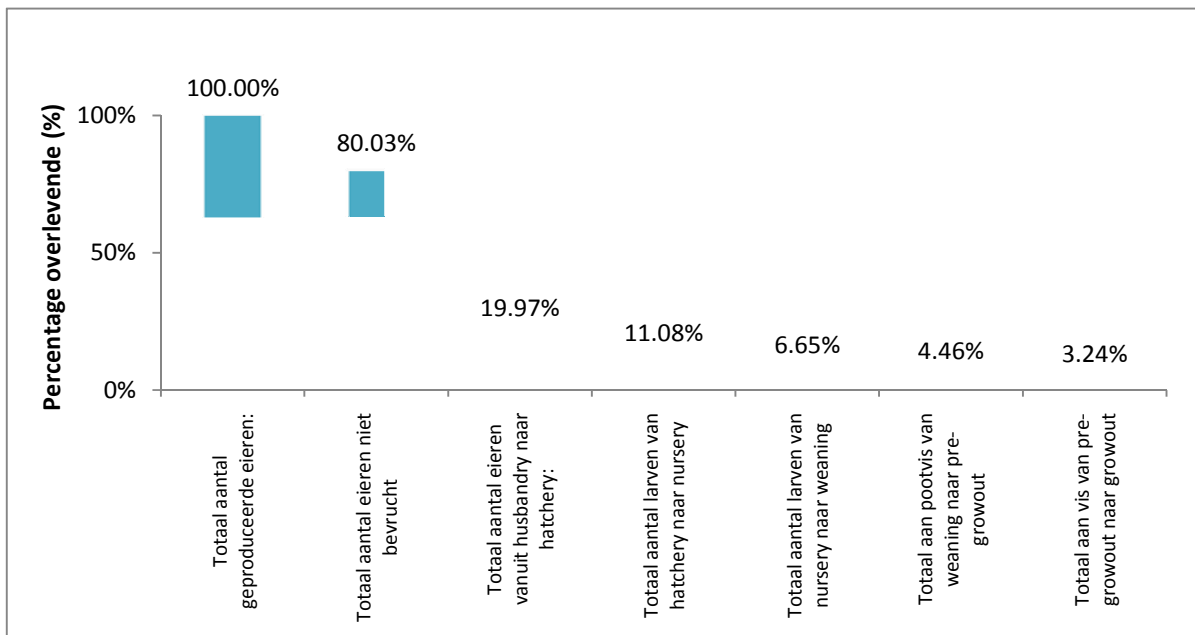
Om een goed overzicht te krijgen van het totaal kostenbeeld is in de onderstaande grafiek de gehele productie cyclus afgebeeld van 1 enkele tankspawning. Na een jaar begint de cyclus van deze tank dan weer opnieuw (**figuur 3**). De hoeveelheden die zijn weergegeven stellen het aantal larven voor dat op ieder moment in het systeem aanwezig is. De cyclus begint met de husbandry. Wanneer de spawningsperiode begonnen (na 150 dagen) is wordt er iedere dag een bepaalde hoeveelheid eieren afgegeven. Deze is gesimuleerd door lijn "1: *H Eggs each day*". Lijn "2: *Ha Eggs in system*" is het aanbod van de eieren naar de hatchery. Goed te zien is dat er batches worden gemaakt van verschillende dagen aanbod van eieren. Hierdoor is het aantal eieren wat per keer in de hatchery komt hoger dan wat in de husbandry dagelijks wordt gemaakt. De gemaakte batches komen na 5 dagen in de nursing terecht (lijn "3: *N Nursing*"). Hier worden de batches larven in aparte systemen opgevangen en voor 40 dagen ingezet. Na de 40 dagen worden er nieuwe batches gevormd en geplaatst in de weaning (lijn "4: *Total fish in weaning*"). Wanneer de vis zijn pootvis status bereikt, wordt deze in batches overgebracht naar de pre-growout (lijn "5: *Total PI in pregrowing*"). Hier wordt de pootvis verder door gekweekt en na 139 dagen worden de eerste batches uit het systeem gehaald. De langzamere groeiers krijgen nog een kans en worden in dit voorbeeld nog 102 dagen in de pre-growout gehouden alvorens ook uit het systeem te worden genomen.



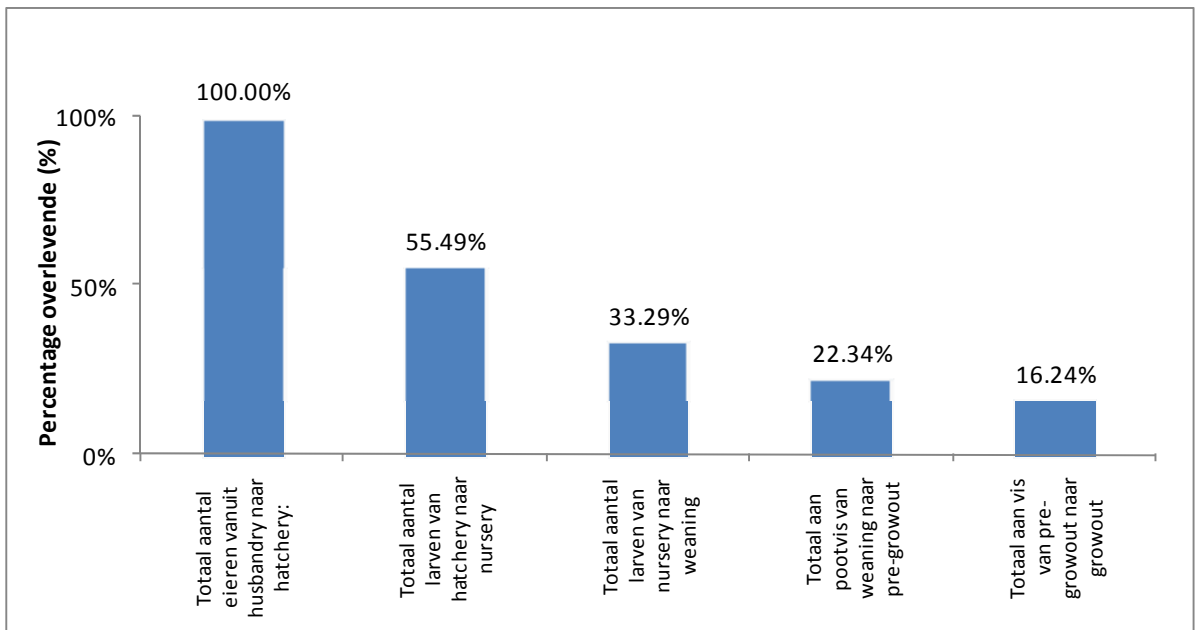
**figuur 3:** De productiecyclus van een enkele tank, de aantallen zijn uitgezet tegen de tijd. (1: eierenproductie vanuit de husbandry; H eggs each day), (2: totale eieren in de hatchery; Ha eggs in system), (3: Totaal aantal larven in de nursing; N nursing), (4: totaal aantal larven in de weaning; total fish in weaning), (5: totaal aantal pootvis in de pre-growout).

Tijdens de kweek van ei naar pootvis is er uitval van larven. Wanneer er wordt gekeken naar een volledig productie van een tank, is het totale overlevingspercentage van geproduceerd ei naar pootvis 3.24 %. Gekeken vanaf een bevrucht ei tot pootvis is het overlevingspercentage 16.24% (**figuur 4** and **figuur 5**).





figuur 4: Percentage bepaling overlevende ten opzichte van het totaal aantal geproduceerde eieren.



figuur 5: Percentage bepaling overlevende ten opzichte van het totaal aantal bevruchte eieren.

Het hoofdresultaat van deze eerste berekening is de kostprijs voor 1000 pootvissen van 5 gram vanuit de weaning, en van 40 gram vanuit de pre-growout voor ongekalibreerde input waarden (tabel 2). De berekende kostprijs is inclusief verwarming van het gebouw, bouwgrond en extra gebouw units, maar exclusief renteaftschrijving en andere financiële aspecten. Ook is belangrijk dat deze berekening gebaseerd op is standaard input waarden, die nog niet gekalibreerd of gevalideerd zijn.

**tabel 2: Overzicht van de kostprijs voor een batch pootvis (1000 stuks) van 5 en 40 gram. De kostprijsberekening is inclusief verwarming van het gebouw, bouwgrond en extra gebouw units, maar exclusief renteafschrijving.**

<i>Jaargang</i>	<i>Kosten batch (1000 stuks) pootvis 5 gram (€)</i>	<i>Kosten batch (1000 stuks) pootvis 40 gram (€)</i>
Eerste jaar	3.65	–
Tweede jaar	1.12	2.79
Derde jaar	1.12	2.69

## 4 Discussie

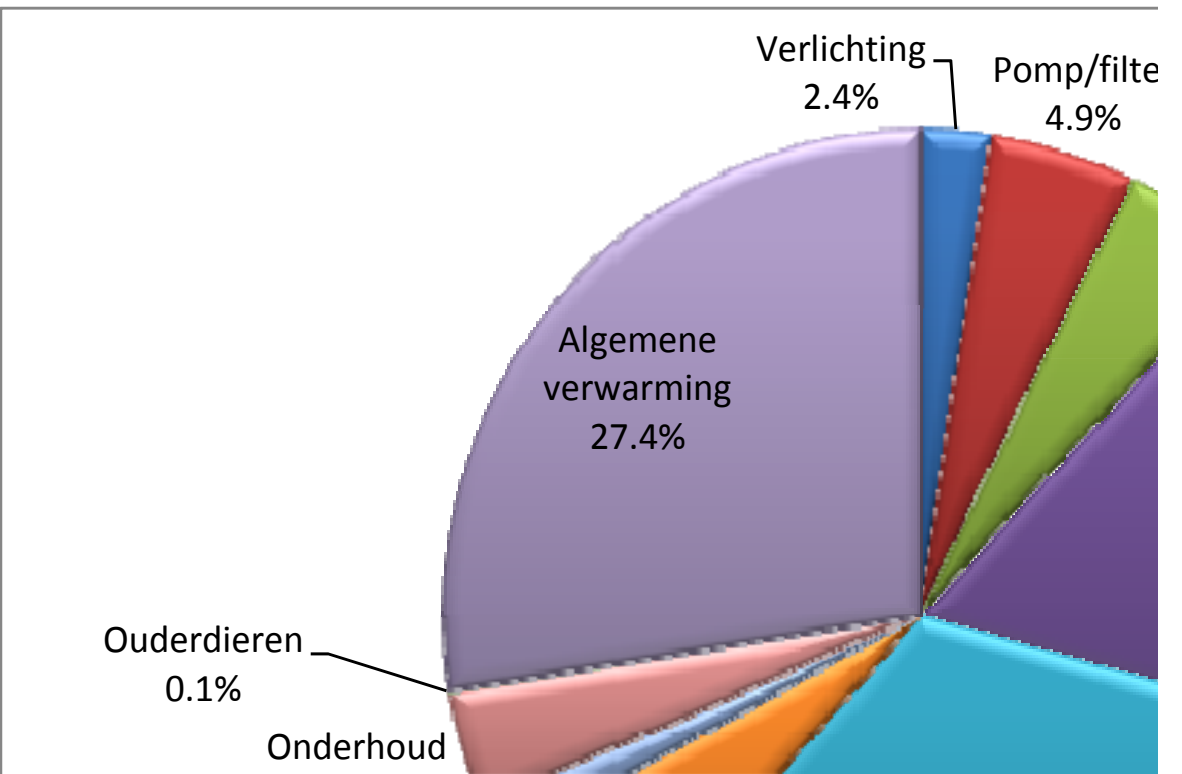
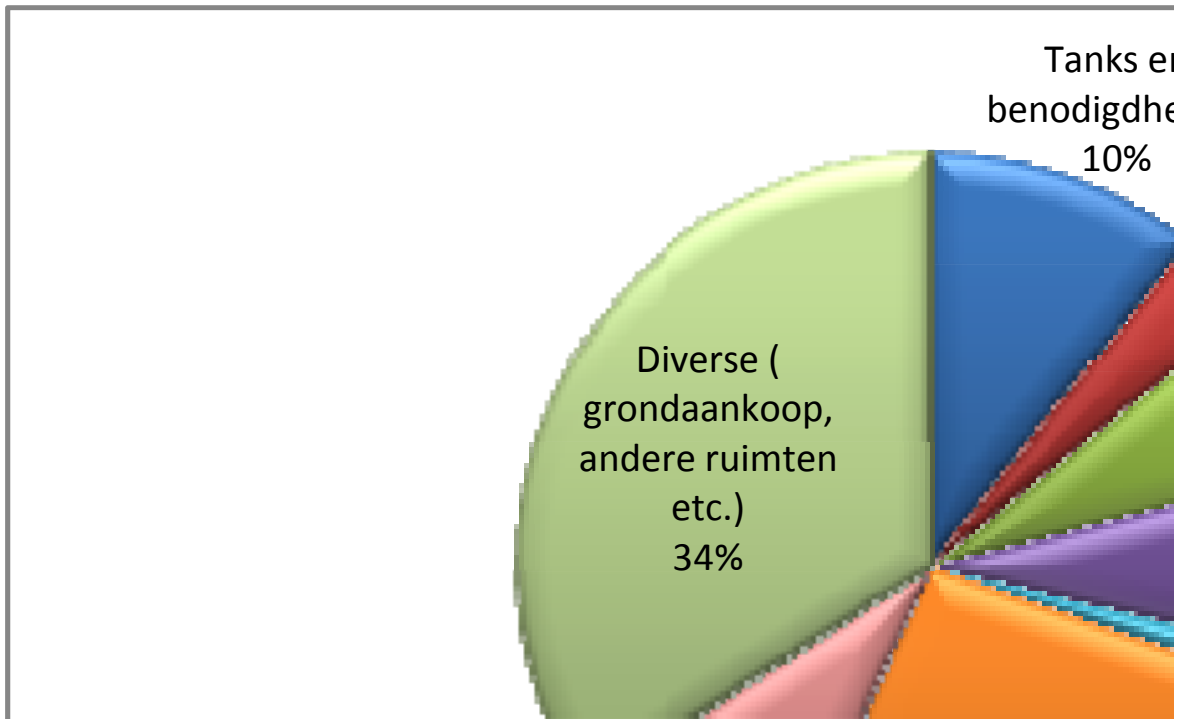
De resultaten vanuit het model geschetst in dit rapport zijn verbonden aan de standaard input waarden van het model. Wijzigingen in het model van de inputs leiden tot veranderingen in de kostprijsopbouw en de kostprijs. In het model wordt de kostprijs opgebouwd uit de lopende en vaste kosten. Bij 4 van de 5 submodellen<sup>1</sup> is in het model niet vanaf dag 1 bekend wat de totale vaste kosten zijn. Deze kosten worden gaandeweg dynamisch opgebouwd naarmate er meer vis in 1 van de 5 fases komt. Hierdoor zijn pas in jaargang 2 de totale vaste kosten bekend. De eruit volgende kostprijs voor jaargang twee is dan ook maatgevend voor de totaal kostprijs. Wanneer de totale cyclusduur langer is dan twee jaar kan het voorkomen dat er zelfs naar het derde jaar moet worden gekeken tot met dat de steady state van de kostprijs bereikt is en de kost prijs stabiel is over de gehele periode.

De waarden van de meeste factoren in het model zijn niet gevalideerd, omdat er geen validatie mogelijkheid bestaat. Voor een validatie is het nodig om een onafhankelijke dataset te hebben, waarin de kostprijs van tong bepaald is. Een aantal input waarden komen uit het rapport "Pootvisproductie tong (*Solea solea* L.), IMARES 2009). Het rapport is een inventarisatie van kweekmethoden voor *Solea solea* en geeft een beeld van de huidige kennis. Gezien dat *Solea solea* een vrij nieuwe soort binnen aquacultuur is en omdat ouderdieren vaak uit het wild komen (P generatie), zijn een aantal factoren zoals: groeisnelheid, bevruchtingsratio, etc. niet goed genoeg bekend om te standaardiseren.

De kostprijsberekening in het model wordt gevoed door inputs en algoritmes. Voor een aantal factoren is een minder nauwkeurig maar generieke eenheidsprijs genomen (onder andere gebouw klimaat). De kostenposten buiten de hatchery om zijn niet meegenomen in het model zoals financiële kosten (verzekering, lening etc.), kantoorpersoneel, vervoer, bedrijventerrein buiten de hatchery etc. Deze kosten moeten dan in een businessplan voor een hatchery ingebracht worden.

De berekende kostprijs op basis van standaardinput waarden is hoger dan prijzen die in de praktijk gerealiseerd zullen moeten worden. Er kan ervan uitgegaan worden dat een pootvis tussen 0.5 en 1€ maximaal mag kosten (IMARES unpublished data en Stichting Zeeuwse Tong, 2009). Dit sluit aan bij een simpele berekening. Als de pootvissen 0.5-1€ per stuk kosten dan is het pootvis aandeel 1.5-3€ / kg vis. Dat is tussen 10 en 20% van de totale kosten (marktprijs consumptie tong 14€/kg, Stichting Zeeuwse Tong, 2009). 10% is vergelijkbaar met zeebaars (~3 vissen á 350-400g in een kilo) of meerval (1 vis per kilo) en toont dus een verhoudingswijs gelijke relatie tussen pootvisprijs en productieprijs aan (Schneider et al., 2006). In vergelijking met tarbot pootvis van France Turbot (*Scophthalmus maximus* L.) is de berekende kostprijs lager. Tarbot pootvis (+/- 10 gram) heeft een kostprijs van €1,00 (Kloet K., per com. 2008). Wel dient vermeldt te worden dat deze pootvis minimaal tot een consumptie formaat uitgroeit van 1 – 2 kilo. Voor een productie van tong echter zijn minimale 3-4 pootvissen nodig om 1 kilo marktwaardige vis te produceren. De kostprijs per pootvis moet dus lager moeten zijn, wil tong voor een waarde van rond 14€/kg vis geproduceerd kunnen worden. Het is dus noodzakelijk om met onzekerheid- en gevoeligheidsanalyses te inventariseren, welke kostfactoren om laag gebracht moeten en kunnen worden om een pootvis prijs van rond 0.5-1€/vis te bereiken. Als eerste stap moet dan de totale kostprijs geanalyseerd worden (figuur 6).

<sup>1</sup> Bij de husbandry zijn de vaste kosten wel vanaf dag 1 af te lezen.



figuur 6: kostprijsaandelen voor tong pootvis productie gebaseerd op standaardinput waardes.

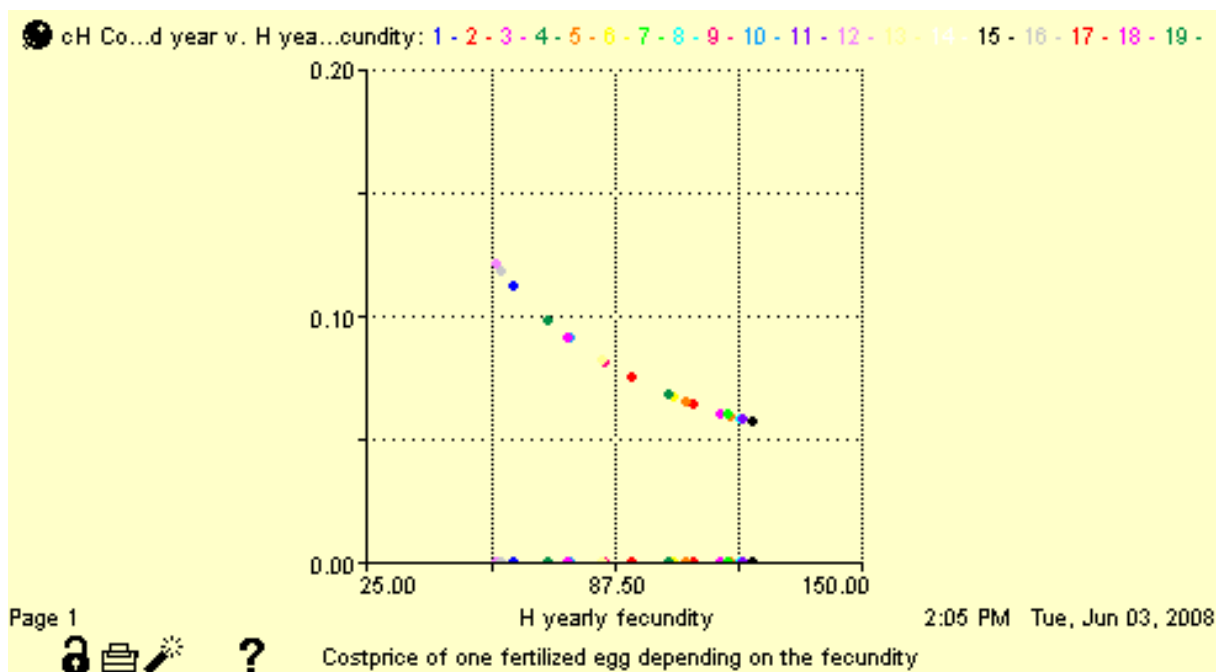
De analyse van de verschillende kostenposten voor standaard input waarden toont aan dat er verschillende mogelijkheden zijn voor kostprijsreductie. Zo kunnen lopende kosten voor arbeid door rationalisatie en kosten voor koelen en verwarming (klimaat) door gebouwkeuze en beheer verminderd worden. Vaste kosten voor het gebouw en grond en diverse uitgaven kunnen ook verder reduceert worden om de kostprijs te verlagen. Door deze kostenreductie is het mogelijk om een kostprijs te bereiken die in de grootte orde van 0.5-1€/ pootvis ligt.

## Onzekerheden binnen het model

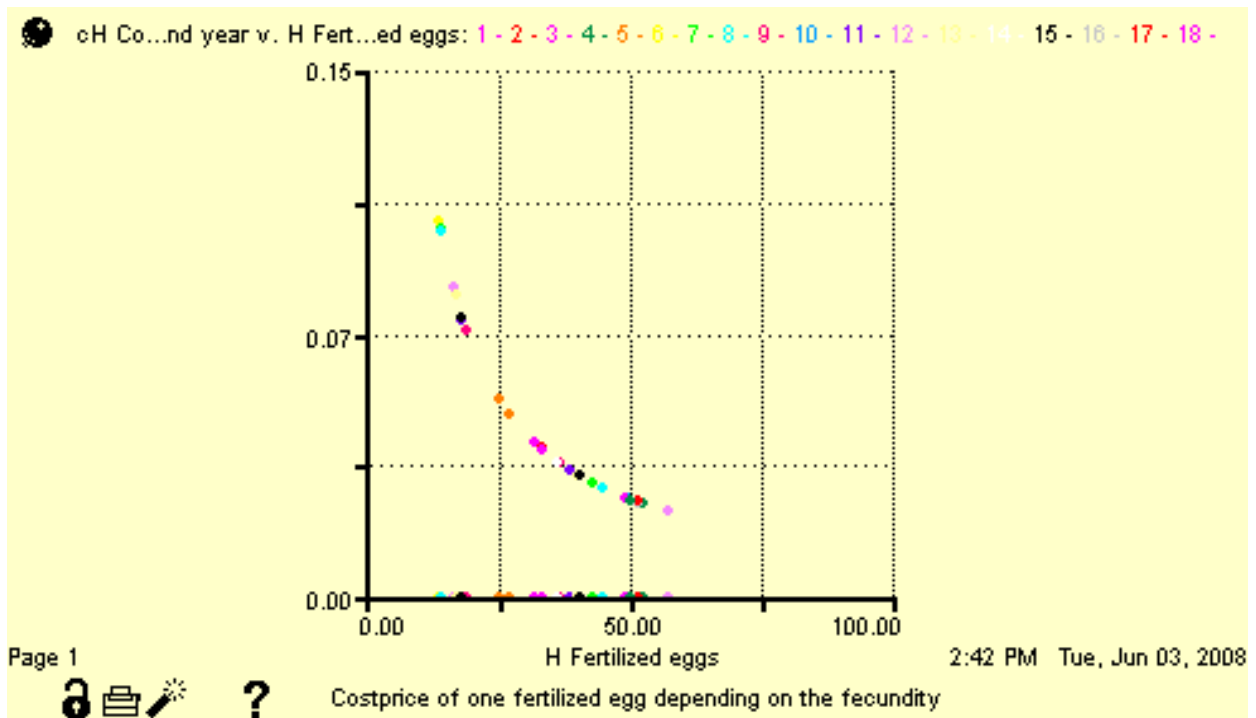
In totaal zijn 5 factoren in de verschillende submodellen voor hun onzekerheid geanalyseerd. De 5 factoren worden gerelateerd aan de kostprijs binnen het submodel. Als uitgangspunt wordt het model gedraaid met 4 husbandrytanks en met de standaard inputwaarden. Aanvulling hierop zijn het aantal model herhalingen. Het model wordt 20 keer gedraaid met een willekeurige invulling van de onderzochte factor. Hierdoor wordt de invloed van de onzekerheid van een factor duidelijk. In de husbandry zijn twee waarden geanalyseerd, de grenzen van de onzekerheden zijn voor iedere factor beschreven:

- Productie aantal eieren (bevrucht en onbevrucht) (aantal eieren per gram gewicht vrouwelijk ouderdier) (50 - 125 eieren  $g^{-1}$  vrouwelijk ouderdier).
- Het percentage bevruchte eieren (10 - 60%).

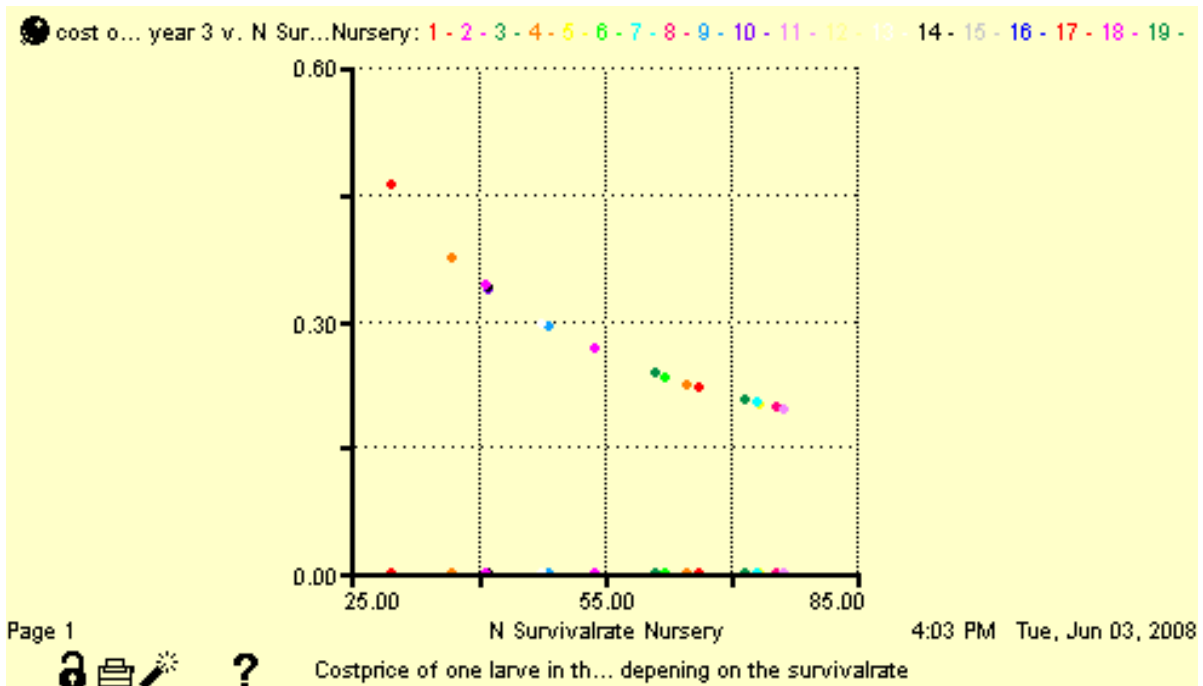
Hieronder het overzicht van de productie van eieren per gram gewicht vrouwelijk ouderdier uitgezet tegen de kostprijs van een enkel geproduceerd ei voor de hatchery (€). Het kostprijsverschil varieert tussen de 0.06 en de 0.12 eurocent per bevrucht ei, dus met een factor van 50% (figuur 7). Het percentage bevruchte eieren is in het model ingevoerd tussen de 10% en 60%. Dit geeft een kostprijs tussen de 3 en 12 eurocent per bevrucht ei. Dit is een verschil van 75% (figuur 8). In de hatchery zijn geen analyses uitgevoerd aangezien de hatchery maar een zeer klein aandeel heeft in de kostprijsopbouw van een pootvis. In de nursery zijn vrij weinig parameters binnen het model. De belangrijkste is de overlevingsratio. Deze is hieronder uitgezet tegen de kostprijs van een larve uit de nursery. Hierin zitten alleen de kosten verwerkt van de nursery en niet van de andere fases. De kosten van een larve in de nursery liggen bij verandering aan de overlevingsratio tussen de 18 en 50 eurocent per larve (65%, figuur 9). Vanaf de weaning begint de groeisnelheid een steeds belangrijkere rol te spelen. Ook de kostprijs is hiervan afhankelijk (figuur 10). In de pre-growout is de groeisnelheid een belangrijke schakel, zoals te zien is in de grafiek met de groeisnelheid voor de weaning uitgezet tegen de kostprijs hiervan. Een andere belangrijke factor is het gewenste eindgewicht. Uiteraard ligt deze in het verlengde van de groeisnelheid, maar in het model is er een optie deze in te vullen (figuur 11).



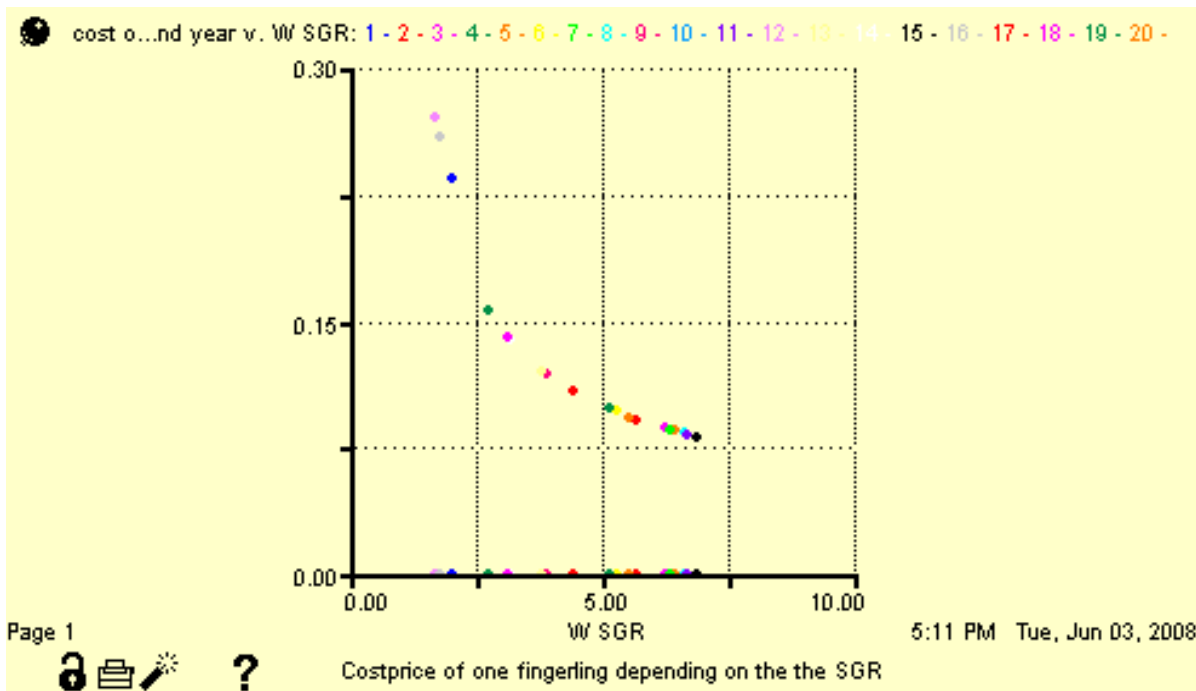
figuur 7: Kostprijs van een enkel geproduceerd ei (€) uitgezet tegen de productie van eieren (per gram gewicht vrouwelijk ouderdier). (run 1-20: 50-125 eieren  $g^{-1}$  vrouwelijk gewicht)



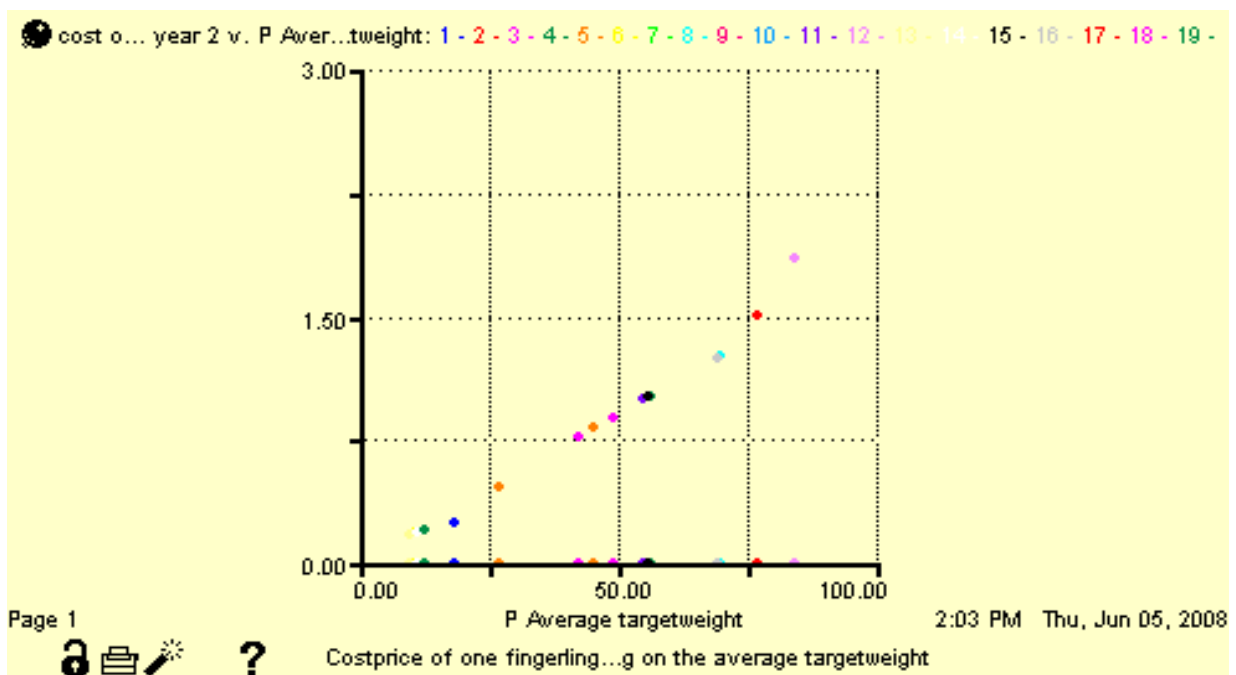
figuur 8: Kostprijs van een enkel geproduceerd ei (€) uitgezet tegen bevruchttingsratio van de eieren. (run 1-20: 10-60% bevruchte eieren).



figuur 9: Kostprijs van een enkel geproduceerde larve in de nursery (€) uitgezet tegen overlevingsratio van de larven. (run 1-20: 20-80% overleving).



figuur 10: Kostprijs van een enkel geproduceerde pootvis van 5 gram in de weaning (€) uitgezet tegen SGR (Specific growth rate). (run 1-20: 1-7%).



figuur 11: Kostprijs van een enkel geproduceerde pootvis in de pre-growout (€) uitgezet tegen het eindgewicht van de pootvis. (run 1-20: 5-100 gram)

Wij kunnen concluderen dat alleen al onzekerheden binnen biologische factoren voldoende zijn om grote verschillende binnen de kostprijzen te veroorzaken. Gezien dat de praktijk kostprijzen van 0.5-1€ per pootvis zal eisen, wijst de onzekerheidsanalyse uit dat het mogelijk moet zijn dit niveau te bereiken, als biologische factoren optimaal zijn.

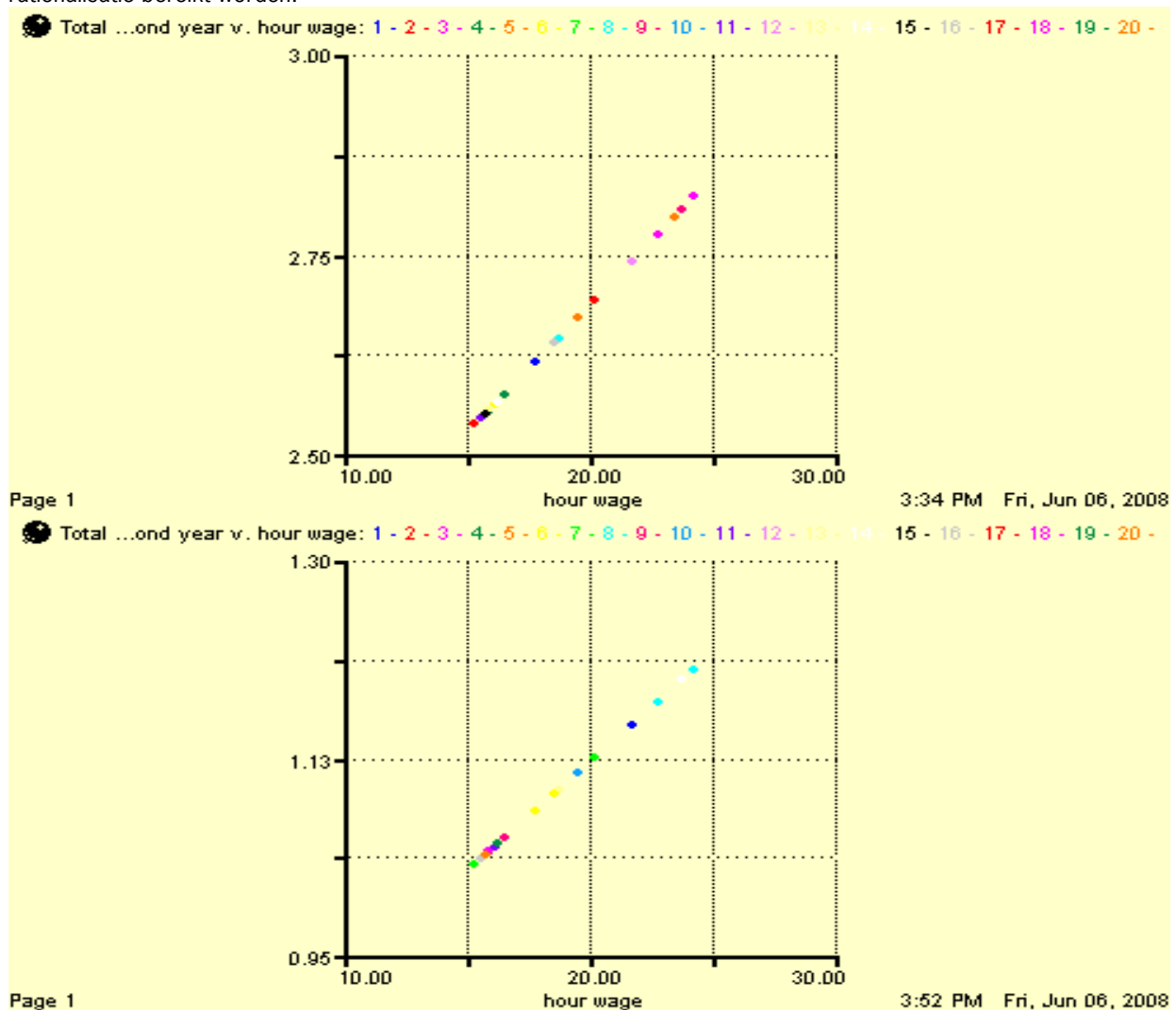
## Gevoeligheidsanalyse

Van alle verschillende factoren is te bekijken welke gevoeligheid deze op het model hebben. Gevoeligheidsanalyses kunnen aangeven, waar een kostprijsmodel ruimte biedt voor optimalisatie en kostenbesparing. De gevoeligheidsanalyse is exemplarisch voor te van de meest belangrijke 2 factoren uitgewerkt.

- Arbeidskosten (Kostenverhoging en verlaging van 25%)
- Elektriciteitskosten (Kostenverhoging en verlaging van 25%)

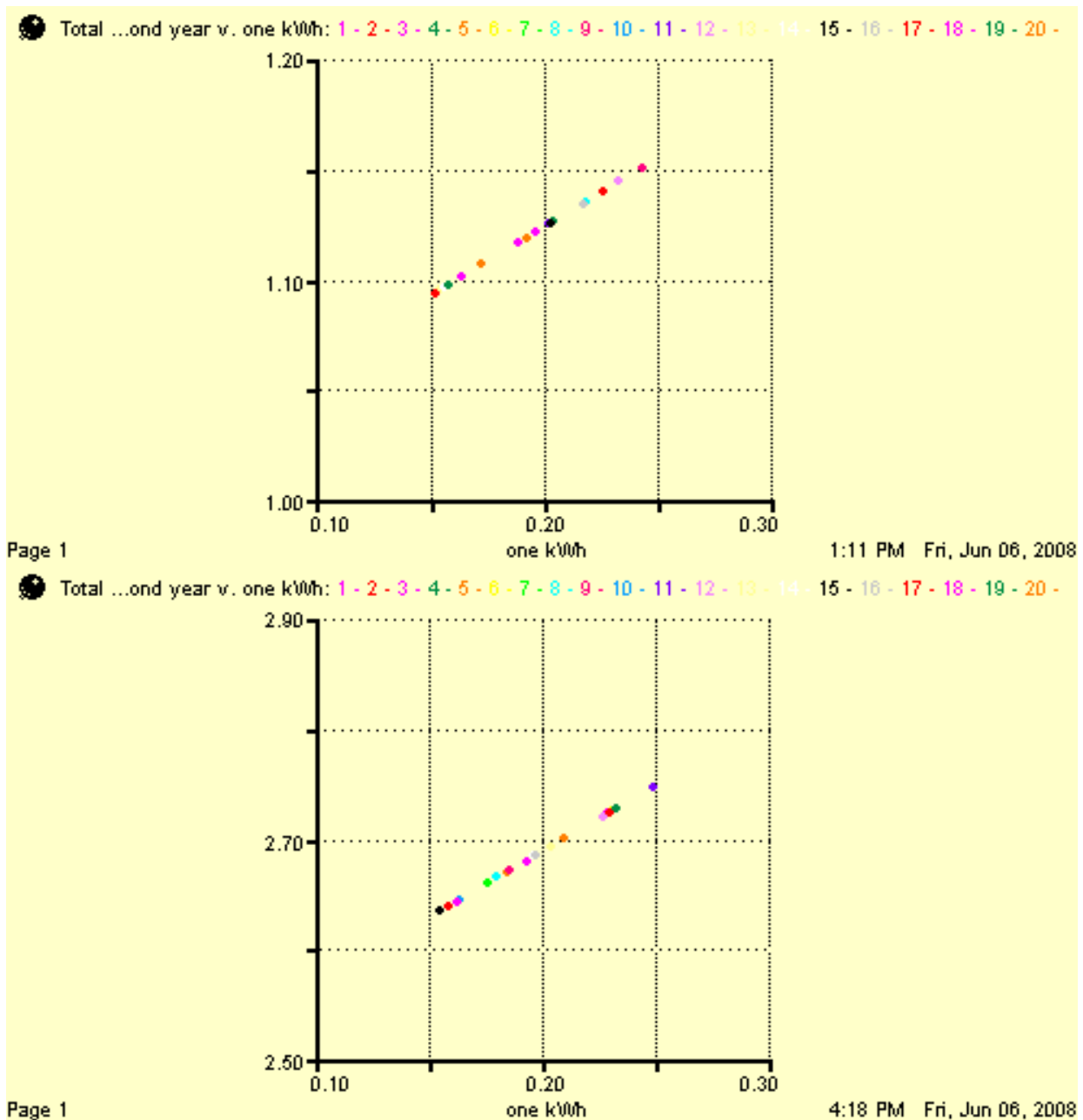
Wij onderzochten de invloed van deze factoren op de kostprijs door 100 keer het model te laten runnen met een verandering van beide kostenposten. De verhogingen en verlagingen worden in alle fases doorgevoerd en worden gerelateerd aan de uiteindelijke prijs voor een pootvis van 5 en 40 gram. De verdere input waarden zijn ingesteld op het default niveau en het model wordt gedraaid met 4 tanks in 4 periodes per jaar.

In **figuur 12** staan de invloedoverzichten van de post arbeid op de kostprijs door willekeurig 20 runs te draaien tussen de twee grenzen (plus of minus 25% van de huidige kosten). Vergelijkbare effecten kunnen door rationalisatie bereikt worden.



figuur 12: Totale kostprijs van een enkel geproduceerde pootvis van 5 gram (beneden) of 40g (boven) uitgezet tegen het uurloon voor de arbeid. (run 1-20: 15-25 euro).

De elektriciteitskosten kunnen verhoogd en verlaagd worden door de prijs van 1 kWh te wijzigen. Dit geeft de onderstaande overzichten waarin de kostprijs uitgezet is tegen de prijs van elektriciteit (figuur 13).



figuur 13: Totale kostprijs van een enkel geproduceerde pootvis van 5 (boven) of 40 gram (beneden) uitgezet tegen de prijs voor 1kWh. (run 1-20: 0.15-0.25 euro). Hierdoor is een kostenverhoging/verlaging door elektriciteitskosten gesimuleerd.

Een totaal beeld van beide factoren geeft bij de positiefste benadering een kostprijs van € 1,- voor een 5 grams pootvis en € 2.47 voor een 40 grams pootvis. Wanneer beide kosten 25% hoger uitvallen is de kostprijs van een 5 grams pootvis € 1.25 en een 40 grams pootvis € 2.91. In de standaard uitdraai zijn deze waarden respectievelijk € 1.12 voor een 5 grams pootvis en € 2.69 voor een 40 grams pootvis.

De analyse van kosten, onzekerheden en gevoeligheid wijst uit dat het mogelijk is de kosten voor pootvis productie significant te reduceren en dat prijzen in de orde van 0.5-1€ per pootvis mogelijk moeten zijn.



## 5 Conclusie

De berekende kostprijs met de standaard input waarden geeft een prijs van € 1,120 per batch van 1000 pootvissen van 5 gram en een prijs van € 2,690 per batch van 1000 pootvissen van 40 gram. Dit is hoger dan een kostprijs van 0.5-1€ die gezien de marktprijzen voor tong noodzakelijk is. Een kostprijs van 0.5-1€ / pootvis kan gehaald worden door rationalisatie van arbeid, verlaging van kosten voor gebouw en klimaat beheer en door een optimaal management van het biologische en reproductie proces.

Belangrijkste kosten die effect hebben op de kostprijs zijn:

- Kosten van het gebouw (Grootste invloed is de factor "hoeveelheid vierkante meters gebouw", vooral binnen de pre-growout)
- Arbeid (Grootste aandeel komt vanuit de nursery)
- Koeling/ verwarming van tanks (Alleen de husbandry maakt in het model gebruik van koeling, wel zijn er op alle tanks koeling aangesloten. Het uitschakelen van de koeling kan alleen wanneer de temperatuur in het gebouw gelijk is aan de gewenste temperatuur in de tanks. De verwarming van het gebouw is meegenomen als een berekend vast bedrag per m<sup>2</sup> meter.
- Verwarming/koeling van de gehele faciliteit.

De analyse van kosten, onzekerheden en gevoeligheid wijst uit dat het mogelijk is de kosten voor pootvis productie significant te reduceren en dat prijzen in de orde van 0.5-1€ per pootvis mogelijk zijn. Dit sluit aan bij kostprijzen voor pootvis van andere soorten. Bij meeval, zeebaars en tarbot maakt het aandeel van kosten voor pootvis ongeveer 10% uit van de totale kostprijs.

## 6 Referenties

- Allen P. (1994). Coherence, Chaos and Evolution in the Social Context.
- B. Hese (2008). Pootvisproductie tong (*Solea solea* L.), IMARES Report
- Cacho O. J. (1997). Systems modelling and bioeconomic modelling in aquaculture. *Aquaculture economics & management* 1, 45-64.
- Hannon B. and Ruth M. (1997). Modeling dynamic biological systems.
- Kloet K. (2008). Persoonlijke communicatie.
- Schneider O., Blancheton J. P. and et al. (2006). Price and production strategies in European Recirculation Systems. *Linking Tradition & Technology Highest Quality for the Consumer*, Firenze, Italy, WAS.

### Gerelateerde literatuur:

- Amara, R., Desaunay, Y. and Lagardere, F. (1994). Seasonal-Variation in Growth of Larval Sole *Solea-Solea* (L) and Consequences on the Success of Larval Immigration. *Netherlands Journal of Sea Research* 32, 287-298.
- Amara, R. and Lagardere, F. (1995). Size and Age at Onset of Metamorphosis in Sole (*Solea-Solea* (L)) of the Gulf of Gascogne. *Ices Journal of Marine Science* 52, 247-256.
- Amara, R., Lagardere, F. and Desaunay, Y. (1993). Seasonal Distribution and Duration of the Planktonic Stage of Dover Sole, *Solea-Solea*, Larvae in the Bay of Biscay - an Hypothesis. *Journal of Fish Biology* 43, 17-30.
- Anguis, V. and Canavate, J.P. (2005). Spawning of captive Senegal sole (*Solea senegalensis*) under a naturally fluctuating temperature regime. *Aquaculture* 243, 133-145.
- Appelbaum, S. (1985). Rearing of the Dover Sole, *Solea-Solea* (L), through Its Larval Stages Using Artificial Diets. *Aquaculture* 49, 209-221.
- Baynes, S.M. and Howell, B.R. (1996). The influence of egg size and incubation temperature on the condition of *Solea solea* (L) larvae at hatching and first feeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 199, 59-77.
- Baynes, S.M., Howell, B.R., Beard, T.W. and Hallam, J.D. (1994). A Description of Spawning Behavior of Captive Dover Sole, *Solea-Solea* (L). *Netherlands Journal of Sea Research* 32, 271-275.
- Baynes, S.M.S.M. (1993). A review of egg production by captive sole, *Solea solea* (L.). *Aquaculture and fisheries management* 24, 171-180.

- Bertotto, D., Barbaro, J., Francescon, A., Richard, J., Libertini, A. and Barbaro, A. (2006). Induced spawning in common sole (*Solea solea* L.). *Aquaculture Research* 37, 423-427.
- Blonk, R., Hong van der, Y., Kamstra, A., Schram, E. and Heul van der, J. (2005). Gonad Development of male Sole, *S. solea* (L.) in natural and culture conditions between March and June 2003 in relation to environmental factors.
- Bromley, P.J. (1977). Methods of Weaning Juvenile Hatchery Reared Sole (*Solea-Solea* (L)) from Live Food to Prepared Diets. *Aquaculture* 12, 337-347.
- Canavate, J.P. and Fernandez-Diaz, C. (1999). Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. *Aquaculture* 174, 255-263.
- Canavate, J.P., Zerolo, R. and Fernandez-Diaz, C. (2006). Feeding and development of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in different photoperiods. *Aquaculture* 258, 368-377.
- Chambers, R.C. and Leggett, W.C. (1992). Possible Causes and Consequences of Variation in Age and Size at Metamorphosis in Flatfishes (Pleuronectiformes) - an Analysis at the Individual, Population, and Species Levels. *Netherlands Journal of Sea Research* 29, 7-24.
- Child, A. (1991). DAILY PERIODICITY AND TIMING OF THE SPAWNING OF SOLE, *SOLEA-SOLEA* (L), IN THE THAMES ESTUARY. *ICES journal of marine science* 48, 317-323.
- Day, O.J., Howell, B.R. and Jones, D.A. (1996). Food consumption, growth and respiration of Sole, *Solea solea* (L.) during early ontogeny in a hatchery environment *Aquaculture Research* 26, 831-839.
- Devauchelle, N., Alexandre, J.C., Lecorre, N. and Letty, Y. (1987). Spawning of Sole (*Solea-Solea*) in Captivity. *Aquaculture* 66, 125-147.
- Dinis, M.T., Ribeiro, L., Soares, F. and Sarasquete, C. (1999). A review on the cultivation potential of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Aquaculture* 176, 27-38.
- Eding, E.H., Kamstra, A., Verreth, J., Huisman, E.A. and Klapwijk, A. (2006). Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: A review. *Aquacultural Engineering* 34, 234-260.
- Ende, S.S.W. (2007). Cranial ontogeny of the sole, *Dagetichthys Marginatus* (Soleidae), with considerations on the feeding ability of larvae and early juveniles.
- Evers, F.P.W.M., Heul van der, J. and Kamstra, A. (2000). Voeding en groei van tong (*Solea solea*): prestaties van commerciële voeders en een vergelijking met literatuur. Intern RIVO rapport 00.0005.
- Exadactylos, A., Geffen, A.J. and Thorpe, J.P. (1999). Growth and genetic variation in hatchery-reared larval and juvenile Dover sole, *Solea solea* (L.). *Aquaculture* 176, 209-226.
- Fluchter, J. (1979). Identification and Treatment of Diseases in the Common Sole (*Solea-Solea* L). *Aquaculture* 16, 271-274.
- Fonds, M. (1979). Laboratory Observations on the Influence of Temperature and Salinity on Development of the Eggs and Growth of the Larvae of *Solea solea*(Pisces). *MARINE ECOLOGY - PROGRESS SERIES* Vol. 1, , 91-99.
- Fuchs, J. (1978). Effect of Photoperiod on Growth and Survival During Rearing of Larvae and Juveniles of Sole (*Solea-Solea*). *Aquaculture* 15, 63-74.
- Gatesoupe, F.J. (1983). Weaning of Sole, *Solea-Solea*, before Metamorphosis, Achieved with High Growth and Survival Rates. *Aquaculture* 32, 401-404.
- Gatesoupe, F.J. and Luquet, P. (1982). Weaning of the Sole (*Solea-Solea*) before Metamorphosis. *Aquaculture* 26, 359-368.
- Gavaia, P.J., Dinis, M.T. and Cancela, M.L. (2002). Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture* 211, 305-323.
- Herrera, M., Hachero, I., Rosano, M., Ferrer, J.F., Marquez, J.M. and Navas, J.I. (2008). First results on spawning, larval rearing and growth of the wedge sole (*Dicologlossa cuneata*) in captivity, a candidate species for aquaculture. *Aquaculture International* 16, 69-84.
- Hong van der, Y. (2006). Optimization of Dover sole reproduction: Final report for task 1.2 Upscaling of sole fingerling production: Production of Dover sole eggs: SOLEMATES Q5CR-2002-71039 (Report / RIVO ) (IJmuiden - RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek ).
- Houghton, R.G., Last, J.M. and Bromley, P.J. (1985). Fecundity and egg size of soles(*S. solea*L.) spawning in captivity. *Journal du Conseil international pour l'exploration de la mer* 42, 162-165.
- Howell, B.R. (1997). A re-appraisal of the potential of the sole, *Solea solea* (L.), for commercial cultivation. *Aquaculture* 155, 355-365.
- Howell, B.R. (2002). Encyclopedia of aquaculture, Sole Culture. 889-892.
- Howell, B.R., Child, A.R. and Houghton, R.G. (1991). Fertilization rate in a natural population of the common sole

- (*Solea solea* L.). ICES J. mar. Sci., 48: , 53-59.
- Howell, B.R., Prickett, R., Baynes, S.M. and Canavate, J.P. (2003). The Cultivation of Soles. Report of a 2nd workshop held at CICES El Toruno, Cadiz, Spain. .
- Imsland, A.K., Foss, A., Conceicao, L.E.C., Dinis, M.T., Delbare, D., Schram, E., Kamstra, A., Rema, P. and White, P. (2003). A review of the culture potential of *Solea solea* and *S-senegalensis*. Reviews in Fish Biology and Fisheries 13, 379-407.
- Irvin, D.N. (1973). The growth and survival of Dover sole, *Solea solea*(L.) and some observations on the growth and survival of juvenile plaice, *Pleuronectus platessa*(L.). PhD Thesis, University of Liverpool.
- Kamstra, A., Heul van der, J. and Bouwman, K. (1998). Effecten van denitrificatie en verversing op voederopname en voederbenutting van paling. RAPPORT C039/98
- Kamstra, A. and Heul van der, J.W. (2000). De ontwikkeling van een productiesysteem voor pootvis van tong(*Solea, solea*).
- Kamstra, A.A. (2001). Farming of sole (*Solea solea*) in recirculation systems; prospects and constraints Abstracts of Contributions Presented at the International Conference Aquaculture Europe 2001.
- Lagardere, F., Amara, R. and Joassard, L. (1999). Vertical distribution and feeding activity of metamorphosing sole, *Solea solea*, before immigration to the Bay of Vilaine nursery (northern Bay of Biscay, France). Environmental Biology of Fishes 56, 213-228.
- Lagardere, F., Boulhic, M. and Burgin, T. (1993). Anomalies in the Cephalic Area of Laboratory-Reared Larvae and Juveniles of the Common Sole, *Solea-Solea* - Oral Jaw Apparatus, Dermal Papillae and Pigmentation. Environmental Biology of Fishes 36, 35-46.
- Lenzi, M. and Salvatori, R. (1989). Management of a module for sole eggs production Aquaculture.
- Lund, I., Steinfeldt, S.J. and Hansen, B.W. (2007). Effect of dietary arachidonic acid, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on survival, growth and pigmentation in larvae of common sole (*Solea solea* L.). Aquaculture 273, 532-544.
- McEvoy, L.A. (1989). Reproduction of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) in captivity.
- Moretti, A., Fernandez-Criado, M.P., Cittolin, G. and Guidastrri, R. (1999). Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream - Volume 1.
- Rueda Jasso, R.A., Conceicao, L.E.C., Coen, W.d., Rees, J.F. and Sorgeloos, P. (2005). Diet and weaning age affect the growth and condition of Dover sole (*Solea solea* L.)Ciencias Marinas 31.
- Salvesen, I., Oie, G. and Vadstein, O. (1997). Surface disinfection of Atlantic halibut and turbot eggs with glutaraldehyde: Evaluation of concentrations and contact times. Aquaculture International 5, 249-258.

# Verantwoording

Rapport C038/09  
Projectnummer: 4304102806

## Verantwoording

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

Akkoord:                   Henk van der Mheen  
                                  Hoofd. Afd. Milieu



Handtekening:

Datum:                    April 2009

Aantal exemplaren:	58
Aantal pagina's:	20
Aantal tabellen:	2
Aantal figuren:	13