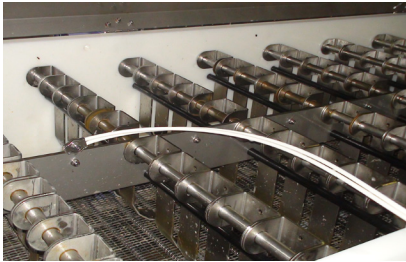


Beproeven apparaat bedwelmen van meerval voor de praktijk

J.W. van de Vis¹, D. Burggraaf¹, W. Abbink¹, I. Pol-Hofstad²,
H. Reimert³ en E. Lambooi³
Rapportnummer: C097/13



¹ IMARES Wageningen UR

² RIKILT Wageningen UR

³ Livestock Research Wageningen UR

IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Mw. drs. G. Mahabir
Ministerie van Economische Zaken
Bezuidenhoutseweg 30
2594 AV Den Haag

B00-07-011-029-herprioritering

Publicatiedatum:

Maart 2013

IMARES is:

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

P.O. Box 68

1970 AB IJmuiden

Phone: +31 (0)317 480900

Fax: +31 (0)317 48 73 26

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 77

4400 AB Yerseke

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 59

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 57

1780 AB Den Helder

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)223 63 06 87

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 167

1790 AD Den Burg Texel

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 62

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

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

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

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

A_4_3_1-V13

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	5
2. Kennisvraag.....	5
3. Methoden.....	6
3.1 Ontwikkeling technische criteria.....	7
3.2 Meten van spanning, stroom en golfvorm.....	7
3.3 Productkwaliteit.....	7
3.4 Statistiek.....	8
4. Resultaten.....	8
4.1 Ontwikkeling van en toetsen aan technische criteria.....	8
4.1.1 Onmiddellijk opwekken van bewusteloosheid en gevoelloosheid.....	8
4.1.2 Doden van bedwelmden meerval.....	9
4.1.3 Reiniging.....	9
4.1.4 Productkwaliteit.....	9
5. Discussie en conclusies.....	13
6. Dankwoord.....	15
7. Kwaliteitsborging.....	15
8. Referenties.....	16
9. Verantwoording.....	17

Samenvatting

We richtten ons in het onderzoek op de implementatie van elektrisch bedwelmen van Afrikaanse meerval (*Clarias gariepinus*) en een kruising van A. meerval en Vundu meerval (*Heterobranchus longifilis*) (Clarese meerval). Om dit doel te bereiken voerden we testen uit met een eerste ontwerp en een omgebouwde versie van de apparatuur voor het bedwelmen en doden van beide vissoorten.

Het ministerie van EL&I (inmiddels min EZ) financierde het onderzoek, waarin IMARES Wageningen UR, Livestock Research Wageningen UR, de Noorse apparatenbouwer SeaSide en Fishion Processing B.V. samenwerkten.

Voor het bedwelmen hanteerden we het volgende uitgangspunt: vóór het doden of slachten dienen bij een vis de bewusteloosheid en gevoelloosheid te worden opgewerkt tot het dier dood is, zonder dat er sprake is van vermijdbare opwinding, pijn of elk vermijdbaar lijden. Voor elektrisch bedwelmen betekent dit dat de bewusteloosheid en gevoelloosheid binnen 1 seconde dienen te worden opgewekt, waarna het dier moet worden gedood. Om dit te kunnen toetsen hebben we technische criteria opgesteld waaraan de apparatuur voor elektrisch bedwelmen na ontwateren voor beide meervalsoorten dient te voldoen. Ook hebben we technische criteria opgesteld voor het doden van beide bedwelmde meervalsoorten om te vermijden dat de dieren weer bijkomen.

Het toetsen van de apparatuur in de praktijk om beide meervalsoorten met stroom te bedwelmen en vervolgens in bedwelmde staat te doden, leverde het volgende op:

- De gemiddelde stroomsterkte per meerval was hoog genoeg om de bewusteloosheid en gevoelloosheid in de dieren onmiddellijk op te wekken, namelijk hoger dan $0.92 \pm 0,36 A_{rms}$ bij $129 V_{rms}$ ($p < 0.05$ en power 1).
- Bij bedwelmen na ontwateren dient de verhouding tussen de wisselspanning (100 Hz ac sinusvormig) en de gelijkspanning tenminste 0,09 te zijn. De resultaten laten zien dat aan dit criterium voldaan werd.
- Voor het doden in bedwelmde staat dienden beide meervalsoorten tenminste 5 s blootgesteld te worden aan de stroom en vervolgens diende binnen 60 s een dodingsmethode te worden uitgevoerd door te ontkoppen of de dieren gedurende tenminste 15 minuten te koelen in ijswater van ten hoogste 1 °C. Na koelen dient de koudeketen niet te worden onderbroken. De testen lieten zien dat de apparatuur voldeed aan deze criteria; de blootstelling aan de stroom duurde gemiddeld 23 s en de duur van de periode tussen bedwelmen en ontkoppen bedroeg 12 ± 7 s. Op basis van een visuele beoordeling stelden we vast dat het bedwelmingsapparaat goed te reinigen is, hetgeen vereist is voor de hoogte van stroom om beide soorten onmiddellijk te bedwelmen.

De in dit project gegenereerde criteria voor het bedwelmen en doden, maken het mogelijk om beide meervalsoorten na ontwateren met stroom binnen 1 seconde te bedwelmen en vervolgens in bewusteloze en gevoelloze staat te doden onder praktijkomstandigheden.

1. Inleiding

De laatste jaren staat een duurzame productie van kweekvissen, bestemd voor consumptie, volop in de belangstelling. Het welzijn van vissen onder productieomstandigheden maakt ook deel uit van het thema duurzaamheid. Wat welzijn van vissen betreft, is er de laatste jaren aandacht gekomen voor het afstemmen van de productieomstandigheden op het welzijn van gehouden vissen. Een van de redenen van de aandacht voor het welzijn van vissen is dat sinds de laatste 5 tot 10 jaar onderzoekers in toenemende mate beschikken over resultaten dat vissen pijn en angst kunnen ervaren (voor een overzicht rond welzijn van vissen zie Van de Vis et al., 2012). Mede door dit inzicht staat het welzijn van vissen in Europa volop in de belangstelling bij zowel dierenbeschermingsorganisaties, als de overheid en de aquacultuursector. In dit verband staat met name de gang van zaken tijdens het doden van kweekvissen in Nederland ter discussie.

Het is bekend dat schade aan het welzijn van vissen kan ontstaan wanneer er geen geschikte methoden worden gebruikt om vissen te bedwelmen voordat ze worden gedood. Uit onderzoek is gebleken dat het doden door een vis te verbloeden, snel te koelen of in een zoutbad te plaatsen tot veel stress in de dieren leidt en daarmee tot schade aan het welzijn (Van de Vis et al., 2003).

In het kader van het afgeronde onderzoek BO0-07-011-029 (gefinancierd door het ministerie van EL&I (nu min EZ)) was door IMARES Wageningen UR en Livestock Research Wageningen UR onderzoek gedaan om specificaties vast te stellen voor het elektrisch bedwelmen van Afrikaanse meerval (*Clarias gariepinus*) en een kruising (Claresse meerval meerval) van Afrikaanse meerval en Vundu meerval (*Heterobranchus longifilis*). In dit onderzoek registreerden we de elektrische activiteit van de hersenen (EEG) en van het hart (ECG), omdat op basis van alleen gedragsobservaties het bedwelmen en doden van vissen niet te toetsen is. Uit het onderzoek bleek dat voor het onmiddellijk opwekken van de bewusteloosheid en gevoelloosheid er door iedere vis gemiddeld $0,36 A_{rms}$, dient te worden gevoerd, bij een kop-lichaam bedwelming. De golfvorm van de spanning was een combinatie van een wisselspanning van 100 Hz ac sinusvormig en een gelijkspanning, waarbij de verhouding tussen beide tenminste 0,09 is (Lambooy en Van de Vis, in voorbereiding). De stroomsterkte van gemiddeld $0,36 A_{rms}$ werd verkregen door iedere vis na ontwateren tussen elektroden te plaatsen waarop $150 V_{rms}$ aan spanning staat (figuur 1). Bij een blootstelling van gemiddeld $0,7 \pm 0,2$ seconde aan de stroom bedraagt de duur van de bewusteloosheid en gevoelloosheid ongeveer 48 s. Door de vissen gedurende 5 s bloot te stellen aan de elektrische stroom, wordt de duur van de bewusteloosheid en gevoelloosheid zodanig verlengd dat het mogelijk is binnen ca. 60 s na uitschakelen van de stroom een dodingsmethode uit te voeren door de dieren te ontkoppen (Lambooy et al., 2006) of gedurende 15 min te koelen in ijswater (Satari et al., 2010). Na het koelen mag de keten niet worden onderbroken. Het koelen in alleen scherfijs is ongeschikt als dodingsmethode voor de bewusteloze en gevoelloze dieren, omdat ze weer bijkomen (Satari et al., 2010). Op basis van deze gepubliceerde gegevens is het mogelijk een eerste ontwerp te maken van een apparaat voor het elektrisch bedwelmen.

2. Kennisvraag

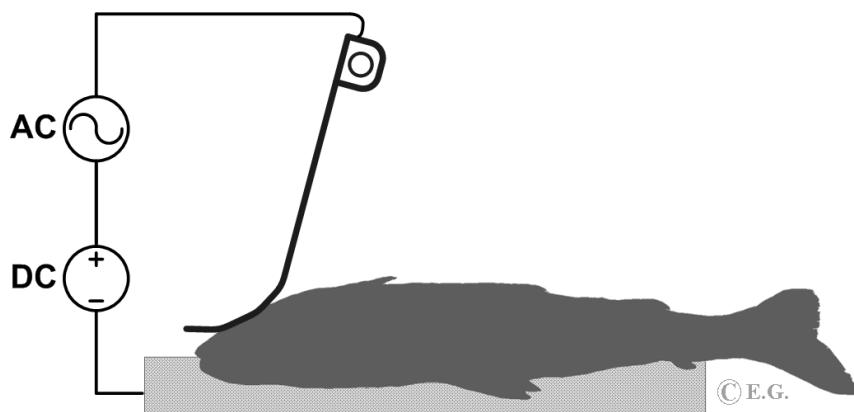
Het doel van dit project was vaststellen of apparatuur voor elektrisch bedwelmen en vervolgens doden van de meervalsoorten in de praktijk aan het gestelde welzijns criterium voldoet. Het welzijns criterium voor elektrisch bedwelmen is dat de bewusteloosheid en gevoelloosheid onmiddellijk moeten worden opgewekt zonder dat deze vissoorten weer bijkomen (EFSA, 2004). Het was daarom nodig om technische criteria op te stellen om tijdens de testen vast te kunnen stellen of met het apparaat de vissen onmiddellijk kunnen worden bedwelmd en na de blootstelling aan de stroom in bedwelmd staat gedood. We richtten ons op Afrikaanse meerval (*Clarias gariepinus*) en een kruising (Claresse meerval meerval) van Afrikaanse meerval en Vundu meerval (*Heterobranchus longifilis*).

Bij aanvang van het onderzoek was een eerste versie van de apparatuur beschikbaar voor het elektrisch bedwelmen na ontwateren en vervolgens ontkoppen van beide meervalsoorten.

Voor het elektrisch bedwelmen en doden beproefden IMARES, Livestock Research, de Noorse apparatenbouwer SeaSide en Fishion Processing B.V. een eerste ontwerp en een omgebouwde versie van de apparatuur. Ten behoeve van deze testen werd een advies opgesteld rond de technische criteria waaraan de apparatuur in de praktijk dient te voldoen om het welzijn te garanderen.

Het behoeft geen betoog dat elektriciteit gevaarlijk kan zijn voor een gebruiker van het bedwelmsapparaat. Een veilige grenswaarde voor mensen is een blootstelling aan ten hoogste 50 V_{rms} in een droge omgeving en een blootstelling tot 25 V_{rms} in een natte omgeving (Anoniem, 2011). De hoogte van de spanning (zie inleiding) om voldoende stroom door de meervallen te voeren, overschrijdt deze grenswaarden ruimschoots. Nadere informatie over veiligheid op het werk is te vinden op de website www.rijksoverheid.nl (Anoniem, 2010). Informatie over veilig gebruik van elektriciteit op de werkvloer en veiligheid kan worden verkregen bij het Instituut Fysieke Veiligheid (www.infopuntveiligheid.nl) en de NEN (www.nen.nl).

De nieuwe Arbowet zegt dat de verantwoordelijkheid voor een werkplek, die voldoet aan de wettelijke normen, primair bij de werkgever ligt (Anoniem, 2007) en daarom meldde de directie van Fishion Processing B.V. dat in het onderzoek hieraan geen aandacht hoefde te worden besteed, omdat het bedrijf dit zelf zou doen. Ook bepaalde Fishion aan welke proceseisen het bedwelmen en doden (b.v. het aantal vissen/uur) van beide meervalsoorten diende te voldoen. Daarom hebben we in deze studie geen aandacht geschonken aan de veiligheid en proceseisen van het bedwelmen en doden.



Figuur 1: Kop-lichaam bedwelmen na ontwateren van een vis

3. Methoden

We testten een eerste en omgebouwde versie van de apparatuur voor elektrisch bedwelmen na ontwateren. Ook gingen we na of het ontkoppen voldeed aan de op te stellen technische criteria. Apparatuur voor het elektrisch bedwelmen was geconstrueerd door Seaside. De testen voerden we uit met Afrikaanse meerval en een kruising (Classe meerval meerval) van Afrikaanse meerval en Vundu meerval. De gebruikelijke slachmaat voor de soorten is respectievelijk ca. 1500 en 1100 gram.

3.1 Ontwikkeling technische criteria

Uitgangspunt voor het bedwelmen is dat vissen hun bewustzijn verliezen zonder dat er sprake is van vermijdbaar ongerief en ze niet meer bij komen tot de dood intreedt. Dit uitgangspunt is ontleend aan de wetgeving rond het slachten van warmbloedige dieren (Council Regulation (EC) No 1099/2009, 2009). Bij de ontwikkeling van technische criteria waaraan apparatuur voor elektrisch bedwelmen na ontwateren en vervolgens doden dient te voldoen onderscheiden voor de volgende aspecten:

1 Onmiddellijk opwekken van bewusteloosheid en gevoelloosheid

Voor het elektrisch bedwelmen hanteerden we als criterium dat dit moet leiden tot het binnen 1 seconde opwekken van de bewusteloosheid en gevoelloosheid (EFSA-AHAW/04-027, 2004). Hierbij zijn de hoeveelheid stroom en de golfvorm ervan van belang. De spanning, als drijvende kracht voor de elektrische stroom, dient hoog genoeg te zijn.

2 Doden van bedwelmde meerval

Hierbij is de duur van de blootstelling aan de stroom essentieel, omdat de duur van bewusteloosheid en gevoelloosheid lang genoeg moeten aanhouden, zodat het mogelijk is om beide vissoorten te doden zonder dat ze weer bijkomen. Het is bekend dat na elektrisch verdoven vissen weer bij kunnen komen en daarom bevelen we aan dat het tijdsinterval tussen elektrisch verdoven en het ontkoppelen om de bedwelmde vissen te doden niet langer duurt dan 60 s. Als alternatief voor het doden van het bewusteloze en gevoelloze dier door het te ontkoppelen kan ook 15 min koelen in ijswater worden gebruikt. Hierbij is het van belang dat de temperatuur van het ijswater niet hoger is dan 1 °C en de vissen binnen 60 s na afloop van het elektrisch bedwelmen zich in het ijswater bevinden. Na afloop van het koelen mag de koudeketen niet worden onderbroken.

3 Reiniging

Met het oog op hygiëne is het van belang dat het apparaat zodanig ontworpen is dat het goed te reinigen is. Reiniging is ook van belang om te vermijden dat door vervuiling de stroom tussen de positieve elektroden en de negatieve elektrode wordt verlaagd.

3.2 Meten van spanning, stroom en golfvorm

Bij het meten van de spanning, stroom en de golfvorm van spanning in het bedwelmingsapparaat, werd gebruikt gemaakt van PicoScope 6 software (www.picotech.com, Pico, Technology Cambridgeshire, UK), die was geïnstalleerd op een spatwaterdichte laptop van Panasonic (Secaucus, New Jersey, VS). De stroomtang, Fluke i30 S AC/DC current clamp en een spanningsprobe Pico TAO 43 set 1/100 werden aangesloten op een oscilloscoop, de Picoscope 4224. De gemeten spanning en stroom de A/D converter binnenkomen, worden door de Picoscoop 2000 software.

De metingen werden gevalideerd met behulp van een Lecroy oscilloscoop (Chestnut Ridge, New York, VS), die was voorzien van een CP030 probe voor de stroom en een ZS1000 probe voor de spanning. Omdat voor het bedwelmen van beide meervalsoorten gebruik gemaakt werd van een stroom die voor een deel bestaat uit een wisselstroom, gaven we de eenheid (ampère) van de stroom weer met het subscript rms (root mean square). De rms waarde is de effectieve waarde van de stroom. Ook voor de spanning gebruikten we de rms waarde.

3.3 Productkwaliteit

Na elektrisch bedwelmen en doden door machinale decapitatie fileerden we de vissen om van 25 linker filets aan de graatkant de pH en vervolgens de kleur te meten. Beide parameters werden in het midden van de dorsale kant gemeten. Voor de pH-meeting gebruikten we een speerelektrode (spear electrode pH62, WTW, Weilheim, Duitsland) en voor de kleurmeting een Minolta CR 200 (Minolta, Osaka, Japan),

die was voorzien van een meetkop met een middellijn van 1 cm (Lambooij et al., 2006). Ook gingen we door middel van visuele beoordeling na of er bloedingen in het vlees voorkwamen.

3.4 Statistiek

Om voldoende stroom door iedere vis te voeren hebben we een grenswaarde voor de spanning opgesteld; de spanning bleek makkelijker te meten dan de hoeveelheid stroom per individuele vis. De spanningen die we tijdens de praktijktesten in het apparaat bij Fishion Processing B.V. werden geanalyseerd met behulp van een two-sample t-test om te bepalen of de waarden al of niet boven de grenswaarde lagen. Voordat de data werden geanalyseerd, namen we van ieder meting de vierkantswortel om een normale verdeling van de data te verkrijgen.

De significantie geeft de kans weer dat het gevonden verschil niet toevallig is. De power is het vermogen om een verschil te vinden dat daadwerkelijk bestaat.

4. Resultaten

In tabel 1 zijn de ontwikkelde criteria weergegeven, die waren gebruikt om het omgebouwde bedwelmingsapparaat te toetsen. De eerste versie van apparaat was ontworpen om meervallen in een continu proces te bedwelmen en vervolgens te doden. Na ombouwen van het bedwelmingsapparaat werd dit getoetst aan de opgestelde criteria. Het omgebouwde apparaat is weergegeven in figuur 2.

4.1 Ontwikkeling van en toetsen aan technische criteria

4.1.1 Onmiddellijk opwekken van bewusteloosheid en gevoelloosheid

Bij het opstellen van de criteria zijn verschillende aspecten van belang. In een overzichtsartikel (Van de Vis et al., 2003) is vermeld dat voor het onmiddellijk opwekken van de bewusteloosheid en gevoelloosheid er voldoende stroom door een vis dient te worden gevoerd. Naast de hoeveelheid stroom zijn ook de golfvorm en de spanning om de stroom door het dier te voeren van belang. Voor beide meervalsoorten zijn de benodigde hoeveelheid stroom en de golfvorm ervan, de hoogte van de spanning en de duur van de blootstelling daaraan om de dieren in een bedwelmde staat te kunnen doden, vastgesteld door Sattari et al. (2010). Deze criteria zijn opgenomen in tabel 1.

In het omgebouwde apparaat waren de positieve elektroden (de lepels) in de eerste twee rijen vervangen door kleinere (zie tabel 1) en was het apparaat verbreed van 40 cm naar 80 cm. De lopende band is de negatieve elektrode. De verbreding bleek nodig te zijn om de vissen zijdelings tussen te elektroden te plaatsen en ze zo onmiddellijk te bedwelmen. Bij observatie van het proces bleek dat de vissen onmiddellijk bewegingsloos waren zodra ze in aanraking kwamen met de lepels van de eerste rij en dit was vóór ombouwen van het apparaat niet het geval.

Op het moment dat een meerval in het bedwelmingsapparaat kwam, werd iedere vis door twee of meer positieve elektroden geraakt. Bij een kop-lichaam bedwelmeling in het laboratorium (figuur 1) raakte slechts een positieve elektrode het dier en werd gemiddeld $0,36 A_{rms}$ door iedere vis gevoerd (Satari et al., 2010) bij een spanning van $157 V_{rms}$. Omdat de hoogte van de stroom door het dier van belang is, hebben we voor de spanning een grenswaarde van $129 V_{rms}$ aangehouden; dit houdt in dat er gemiddeld

$0,92 \pm 0,36 A_{\text{rms}}$ door iedere vis wordt gevoerd die zich elektroden bevindt. Wanneer het apparaat vol in bedrijf was bedroeg de spanning $133 \pm 1 V_{\text{rms}}$ en werd er door iedere vis $0,94 \pm 0,37 A_{\text{rms}}$ gevoerd. Tijdens de metingen aan het omgebouwde bedwelmingsapparaat stelden we vast dat de gemeten spanning boven de vastgestelde grenswaarde lagen ($p < 0,05$ en power 1). De golfvorm van de stroom meer het karakter van een pulsed dc (100 Hz) dan een combinatie van een gelijk- en wisselstroom van 100 Hz. Hiermee voldeed de golfvorm van de stroom aan het criterium dat de verhouding tussen de wisselspanning en de gelijkstroom tenminste 0,09 is (zie tabel 1).

4.1.2 Doden van bedwelmde meerval

Het is mogelijk de dieren te verdoven en te doden door ze tenminste 5 s bloot te stellen aan voldoende stroom en ze vervolgens binnen 60 s een dodingsmethode uit te voeren door ze te koelen in ijswater of te ontkoppen (Satari et al. 2010). Aan deze criteria voldeed het apparaat; de verblijftijd van een meerval bedroeg 23 s in het apparaat en binnen gemiddeld 12 ± 7 s werd de bedwelmde meerval ontkopt. Voor het doden van de bedwelmde dieren in ijswater dient er voor 100 kg bedwelmde meerval tenminste 35 kg scherfijns aanwezig te zijn (zie tabel 1).

4.1.3 Reiniging

Vuil kan de positieve elektroden die via een kabel rechtstreeks zijn gekoppeld aan de stroombron isoleren van die elektroden die door fysiek contact met de eerstgenoemde elektroden van de benodigde spanning en stroom worden voorzien en hierdoor kan de stroom worden verlaagd. Ook kan door een film op de elektroden de stroomsterkte worden verlaagd. Door reiniging van het apparaat dient een verlaging van de stroomsterkte te worden vermeden.

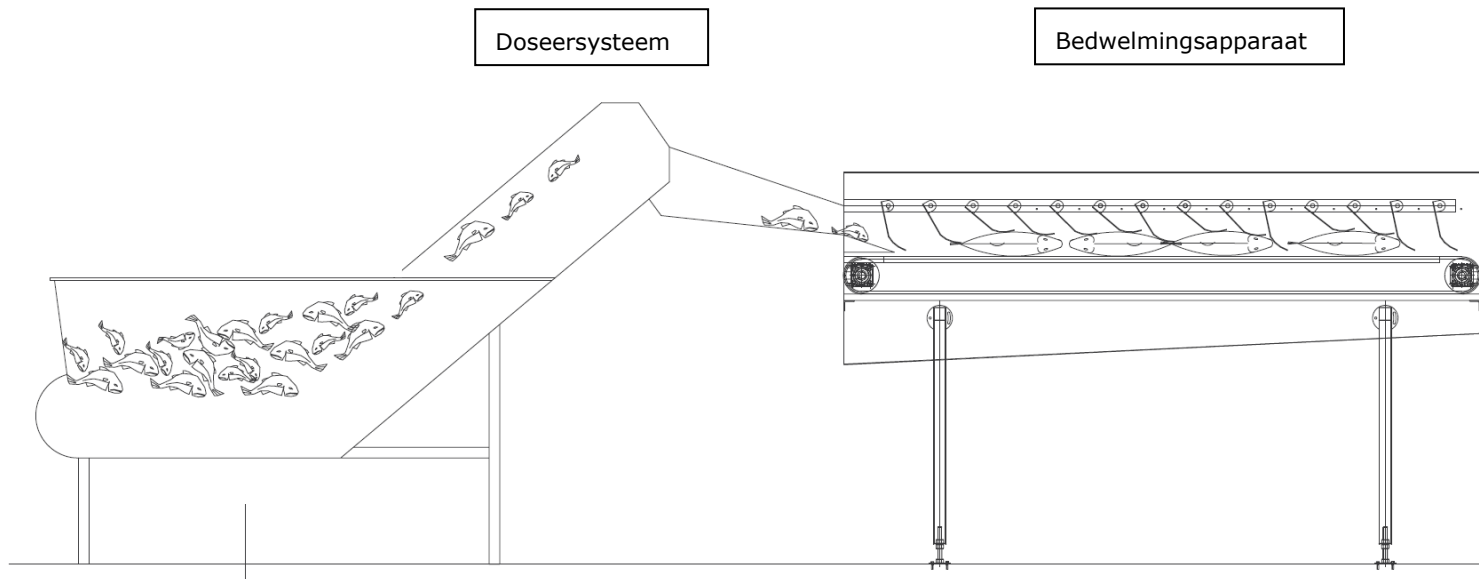
Uiteraard is een adequate reiniging ook gewenst met het oog op voedselveiligheid.

Vuil kan de positieve elektroden, die via een kabel rechtstreeks zijn gekoppeld aan de stroombron, isoleren van die elektroden die door contact met de eerstgenoemde elektroden van de benodigde spanning en stroom worden voorzien. Het is daarom van belang om aandacht te schenken aan een adequate reiniging van de volgende zaken:

- metalen stripje op de transportband in het bedwelmingsapparaat
- de ruimte tussen de positieve elektroden
- de draagconstructie van het bedwelmingsapparaat; hier kan zich slijm op hopen
- de metalen plaat vóór de ontkopper: de punten kunnen de vissen beschadigen.
- de stopknop van de ontkopper kan vervuild raken, omdat degene die de vissen in de ontkopper plaatst ook de knop indrukt. Hierdoor kan de bedrijfszekerheid van het apparaat beïnvloed worden.

4.1.4 Productkwaliteit

Resultaten van de metingen van de kleur van het vlees zijn weergegeven in figuur 3. De L^* , a^* en b^* waarden zijn een maat voor respectievelijk de helderheid, roodheid en geelheid van de filet. De zuurgraad bedroeg $6,9 \pm 0,2$ pH eenheden. Tijdens deze metingen liet visuele inspectie zien dat bloeditstortingen of andere schade aan de filets afwezig waren.



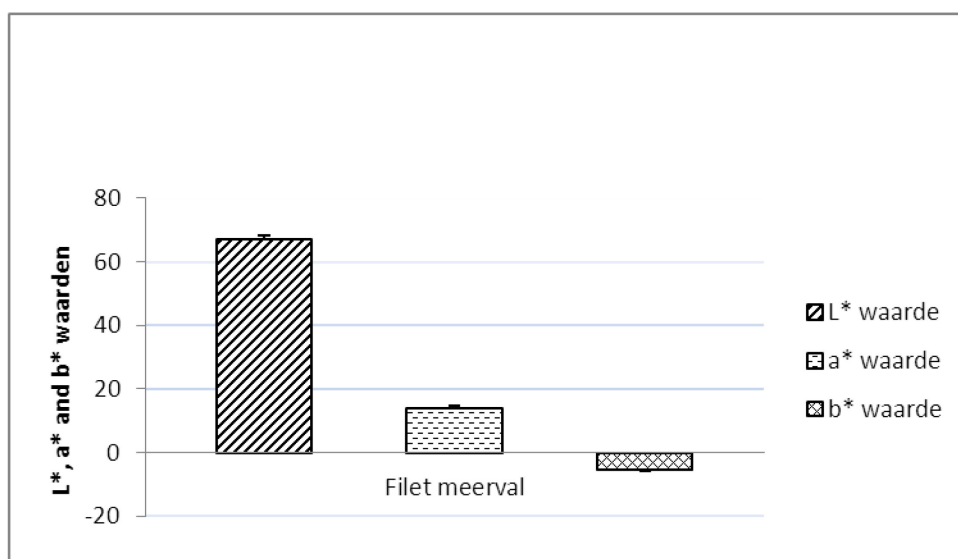
Figuur 2: Impressie van apparatuur voor elektrische bedwelmen na ontwateren van beide meervalsoorten

Tabel 1: Criteria voor het bedwelmen en doden van meerval in praktijk

Parameter	criterium	Bedwelgingsapparaat voldoet aan criterium (Ja/Nee)
Onmiddellijk opwekken van bewusteloosheid en gevoelloosheid		
Eigenschappen stroombron		
spanning (V_{rms})	Onbelast (=apparaat is leeg) tenminste $157 V_{rms}$.	Ja, onbelast was de gemeten spanning $193 \pm 6 V_{rms}$, gemeten op diverse plaatsen in het apparaat. Hiervoor was de variac ingesteld op 250 V.
	Als het bedwelgingsapparaat vol in bedrijf dan is de spanning tenminste $129 V_{rms}$.	Ja, dat was het geval ($p < 0,05$ en power 1) en daarmee loopt er gemiddeld door iedere meerval voldoende stroom.
stroom (A_{rms})	Voldoende stroom door een individuele meerval als de sterkte tenminste $0,92 \pm 0,36 A_{rms}$ (bij $129 V_{rms}$) is.	Ja, als het apparaat vol in bedrijf was, dan was de gemiddelde stroom door iedere meerval $0,94 \pm 0,37 A_{rms}$ (bij $133 + 1 V_{rms}$).
Golfvorm spanning en stroom	De verhouding tussen de wisselspanning (100 Hz ac sinusvormig) en de gelijkspanning is tenminste 0,09.	Ja, gemeten met oscilloscoop.
Doseersysteem		
Continu proces	Vanwege bekdraden dient meerval in één keer in zijn geheel tussen elektroden terecht te komen. Met de kop eerst is vanwege bekdraden niet wenselijk.	Ja, meerval gleed zijwaarts tussen de elektroden.
	Vissen tussen elektroden maken geen contact met de vissen die zich buiten de elektroden bevinden en nog in bedwelgingsapparaat geplaatst moeten worden.	Ja, geen contact. De aanvoer van meerval naar het bedwelgingsapparaat en de elektroden zijn galvanisch van elkaar gescheiden door een kunststofplaat van ca. 40 cm hoog over de breedte van het bedwelgingsapparaat.
	Vissen die zich nog niet tussen de elektroden bevinden, worden niet blootgesteld aan statische elektriciteit	Ja, apparaat is geaard.
	Snelheid doseersysteem en bandsnelheid in het bedwelgingsapparaat zijn zodanig dat spanning over de elektroden tenminste $129 V_{rms}$ is.	Ja, bij gemiddeld $133 V_{rms}$ was het aantal meervallen dat per minuut in het apparaat werd geplaatst 40 ± 17 . De bandsnelheid was 0,2 m/s

Configuratie bedwelmsapparaat		
Maatvoering bedwelmsapparaat	<p>Het bedwelmsapparaat is breed genoeg om vissen van 1,1 tot 1,5 kg zijwaarts tussen de elektroden te laten glijden.</p> <p>De configuratie van de eerst rij positieve elektroden in het apparaat dient zodanig te zijn dat de vissen bij een eerste contact bewegingsloos zijn, waardoor de blootstelling aan de stroom optimaal is.</p> <p>Configuratie van de positieve elektroden zodanig dat meerval tijdens verblijf in apparaat blootgesteld wordt aan de stroom.</p>	<p>Ja. Sinds het apparaat was verbreed van 40 naar 80 cm kon de vis in zijn geheel in een keer tussen de elektroden worden gebracht.</p> <p>Ja, sinds de positieve elektroden in de eerste twee rijen zijn vervangen door elektroden van 3 cm breed en 20 cm lang lagen de vissen bij een eerste contact met de elektroden meteen stil.</p> <p>Ja. Positieve elektroden in eerste twee rijen zijn 2 cm breed met een lengte van 20 cm en de afstand tot negatieve elektrode is 1 cm. In daarop volgende rijen zijn de positieve elektroden 6 cm breed met een lengte van 20 cm afstand tussen de positieve elektroden en de negatieve elektrode 1 cm. De breedte en lengte van lopende band (=negatieve elektrode) in de stunner is respectievelijk 0,8 en 2,7 m.</p>
Doden van bedwelme meerval		
Duur blootstelling aan voldoende stroom		
Duur blootstelling aan de stroom	Duur blootstelling van meerval aan de stroom is tenminste 5 s om te vermijden dat het dier bijkomt tijdens het bedwelmen en doden.	Ja, de gemeten verblijftijd van een meerval in het apparaat is ca. 13 s. De bandsnelheid bedraagt ca. 0,2 m/s en de lengte van de band onder de positieve elektroden is 2,6 m.
Voldoende spanning en stroom over al de elektrode achter de eerste twee rijen met elektroden	De onbelaste spanning over de elektroden achter de eerste twee rijen positieve elektroden bedraagt tenminste 157 V _{rms} .	Ja, onbelast is de gemeten spanning 193 ± 6 V _{rms} gemeten op diverse plaatsen in het apparaat.
Dodingsmethoden		
Tijdsinterval tussen verlaten bedwelmsapparaat en moment van ontkoppen.	<p>Om te vermijden dat bedwelme meerval bijkomt bedraagt het tijdsinterval tussen verlaten van de vis van het bedwelmsapparaat en ontkoppen niet meer dan 60 s.</p> <p>In het geval dat de meerval te klein is voor het ontkoppingsapparaat, dient het bewusteloze dier te worden gedood door het gedurende 15 min te koelen in ijswater van 0-1 °C. Vervolgens dient de koudeketen niet onderbroken. Voor 100 kg vis dient tenminste 35 kg scherfijs in het ijswater aanwezig te zijn.</p>	<p>Ja, het tijdsinterval bedroeg 12 ± 7 s.</p> <p>Ja, te kleine meerval werd na elektrisch bedwelmen in een palletbox met ca. 500 l ijswater geplaatst. Tijdsinterval is kleiner dan 12 s.</p>

Reiniging		
	Een adequate reiniging is essentieel zodat onbelast de gemeten spanning $193 \pm 6 V_{rms}$ is op diverse plaatsen in het apparaat.	Ja, tijdens het project was onbelast de gemeten spanning $193 \pm 6 V_{rms}$. Door een adequate reiniging is de stroomsterkte hoog genoeg.
Voedselveiligheid	Apparaat moet adequaat gereinigd en gedesinfecteerd kunnen worden.	Ja, adequate reiniging is mogelijk. Dit kan worden geverifieerd door microbiologische analyses, zoals dat voor andere procesapparatuur gebruikelijk is.



Figuur 3: Meting van kleur van meerval filet

5. Discussie en conclusies

Zoals gebleken is tijdens de praktijktesten voldeed het apparaat voor het elektrisch bedwelmen van beide meervalsoorten in een continuproces aan de opgestelde technische criteria en daarmee is het apparaat operationeel. Onderstaand bespreken we de belangrijke aspecten.

Onmiddellijk opwekken van de bewusteloosheid en gevoelloosheid

Onderzoek naar elektrisch bedwelmen van Afrikaanse meerval in water heeft laten zien dat het niet mogelijk is om deze dieren met stroom te doden (Lambooij et al., 2006). Een belangrijk criterium is daarom dat beide bedwelmde meervalsoorten in een bewusteloze en gevoelloze staat moeten worden gedood.

De hoeveelheid stroom (EFSA, 2004) is bepalend voor het al of niet onmiddellijk opwekken van de bewusteloosheid. Bij het bedwelmen van beide meervalsoorten in de praktijk is er sprake van een verlaging van de spanning van $157 V_{rms}$ tot $129 V_{rms}$ toegestaan. Omdat de vissen in het apparaat niet door één positieve elektrode werden geraakt meer door twee of meerdere nam de stroom die door iedere vis werd gevoerd toe van gemiddeld $0.36 A_{rms}$ (hiervoor was de spanning $157 V_{rms}$) tot tenminste $0.92 \pm 0,36$

A_{rms} (hiervoor was de spanning $129 V_{rms}$). Deze toename in stroomsterkte laat zien dat een grenswaarde van $129 V_{rms}$ voldoende is voor het onmiddellijk opwekken van de bewusteloosheid en gevoelloosheid in beide meervalsoorten. We hebben om die reden als criterium gesteld dat de spanning tijdens het bedwelmen tenminste $129 V_{rms}$ moet bedragen. Statistische analyse van de gemeten spanningen tijdens de testen in de praktijk liet zien dat de gemeten spanningen boven deze grenswaarde lagen ($p < 0,05$ en power 1).

Ook met deze golfvorm kunnen vissen onmiddellijk worden bedwelmd zonder dat de hoeveelheid stroom veranderd moet worden (Lambooij en Van de Vis, in voorbereiding). Bij het experiment in het lab bedroeg de verhouding tussen de wisselspanning van 100 Hz ac sinusvormig en gelijkspanning bedroeg 0,09. In de praktijk kan deze verhouding hoger zijn, zoals aangetoond (Lambooij en Van de Vis, in voorbereiding).

Doden van bedwelmde meerval

Wanneer er alleen scherfijs werd gebruikt om de dieren te doden, bleek dat dat niet afdoende was omdat 20 van de 25 bedwelmde meervallen bijkwamen (Sattari et al., 2010). Wanneer er ijswater werd gebruikt gebeurde dit niet (Lambooij et al., 2006). Ontkopen is een geschikte methode om elektrisch bedwelmde meerval te doden zonder dat ze weer bijkomen (Lambooij et al., 2006). Een voorwaarde is dat de vissen tenminste gedurende 5 s zijn blootgesteld aan voldoende stroom en vervolgens binnen 60 s worden ontkopt of in ijswater geplaatst (zie tabel1).

Reiniging

Door vervuiling van de elektroden is het mogelijk dat de stroomsterkte omlaag gaat. Dit is onwenselijk omdat dit er toe kan leiden dat de vissen niet onmiddellijk worden bedwelmd. Een adequate reiniging van het bedwelmsapparaat is van daarom van belang.

Productkwaliteit

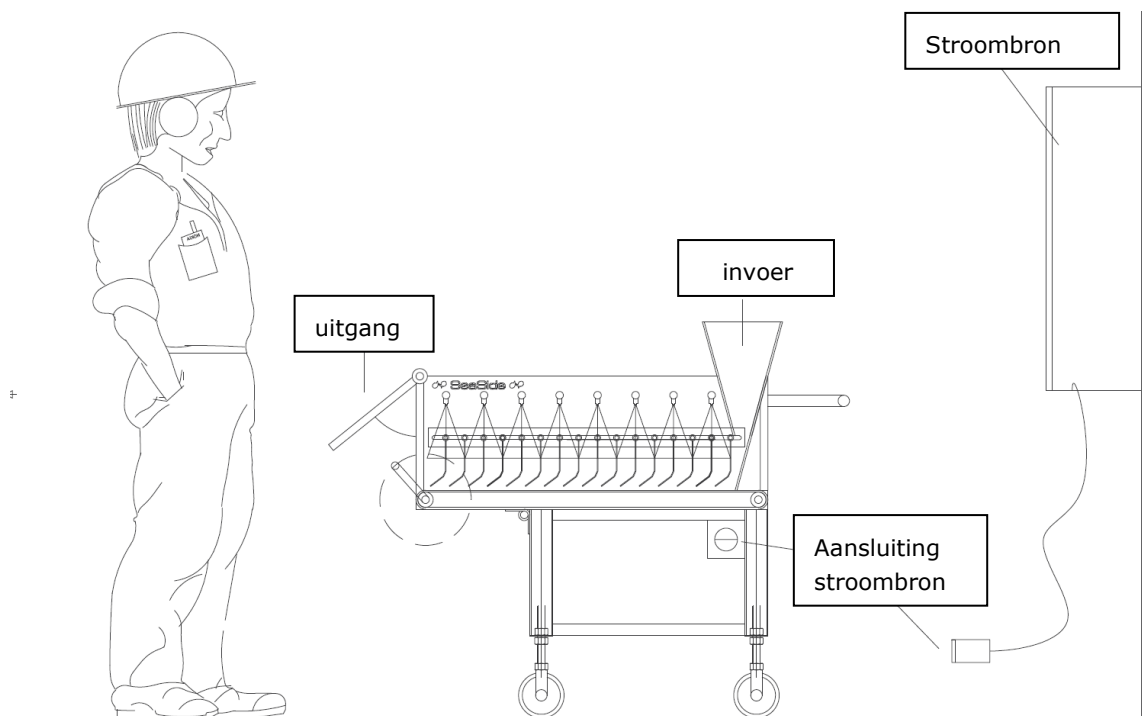
De verkregen waarden voor de kleur en de zuurgraad van de filet zijn vergelijkbaar met de waarden die zijn verkregen met meerval die met stroom in het water was bedwelmd en vervolgens gedood in ijswater (Lambooij et al., 2006).

Bedwelmen in batches

Behalve bedwelmen en doden in een continuproces is dit in batches is ook mogelijk; een eerste ontwerp voor apparatuur is weergegeven in figuur 4. Dit is van belang voor meervalverwerkers die hoeveelheden van 10 tot 25 kg willen bedwelmen en doden. Een mobiel apparaat kan hiervoor uitkomst bieden. Voor een batchproces is het van belang dat de meerval tijdens het vullen van bedwelmsapparaat niet worden blootgesteld aan de stroom. Pas nadat de vissen zich volledig tussen de elektroden bevinden kan de stroom worden aangezet. Uiteraard is het van belang om blootstelling aan een te lage spanning en stroom te vermijden. Voorts zijn de criteria zoals vermeld in tabel 1, met uitzondering van die specifiek voor een continuproces, van toepassing. Een impressie van een mobiel bedwelmsapparaat is weergegeven in figuur 4. In deze figuur is de stroombron aan de wand opgehangen. Het is uiteraard mogelijk om deze op wielen te plaatsen.

Tot besluit. Met de ontwikkelde criteria voor het continuproces, beschikken we ook over criteria waaraan apparatuur moet voldoen waarmee kleine batches meerval met stroom worden bedwelmd en vervolgens

gedood. Zo heeft het onderzoek de benodigde kennis opgeleverd om al de in de Nederland geproduceerde meerval binnen 1 seconde met stroom te bedwelmen en in bedwelmd staat te doden.



Figuur 4: Een impressie van een mobiel bedwelmingsapparaat voor meerval (SeaSide ©)

6. Dankwoord

De auteurs willen de leden van de begeleidingscommissie bedanken voor hun bijdrage. Wij zijn de bedrijven Fishion Processing B.V. en SeaSide erkentelijk voor hun medewerking aan dit onderzoek. Dr. Marcel Machiels verzorgde de statistische analyse van de data.

7. Kwaliteitsborging

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

8. Referenties

Anoniem (2007): <http://www.arboportaal.nl/onderwerpen/arbowed--en--regelgeving/arbowed>, website bezocht Maart 2010.

Anoniem (2010): <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/arbeidsomstandigheden/arbozorg/risico-inventarisatie-en-evaluatie>, website bezocht December 2010.

Anoniem (2011): http://www.infopuntveiligheid.nl/Infopuntdocumenten/Dossier%20Zonnepanelen/Rapporten%20en%20publicaties/tso3_elek_veiligheidsaspecten.pdf, website bezocht januari 2011.

Council Regulation (EC) No 1099/2009 (2009): On the protection of animals at the time of killing. *Official Journal of the European Communities*, **L 303**, 1-30.

EFSA (2004): European Food and Safety Authority. Welfare aspects of animal stunning and killing methods. AHAW/04-027.

Lambooij, B., Kloosterboer, K., Gerritzen, M.A., André, G., Veldman, M. and Van de Vis, J.W (2006): Electrical stunning followed by decapitation or chilling of African catfish (*Clarias gariepinus*): assessment of behavioural and neural parameters and product quality. *Aquaculture Research*, 37, 61-70.

Sattari, A., Lambooij, E., Sharifi, H., Abbink, W., Reimert, H. and Van de Vis., J.W. (2010): Industrial dry electro-stunning followed by chilling and decapitation as slaughter method in Claresse meerval® and African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 302, 100-105.

Van de Vis, H., Kestin, S.C., Robb, D., Oehlenschläger, J., Lambooij, B., Münkner, W., Kuhlmann, H., Münkner, W., Kloosterboer, K., Tejada, M., Huidobro, A., Tejada, M., Otterå, H., Roth, B., Sørensen, N.K., Aske., L. Byrne, H. and Nesvadba, P. (2003): Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture Research*, 34, 211-220.

Van de Vis, H., Kiessling, A. Flik, G. and Mackenzie, S. (Editors) *Welfare of farmed fish in present and future production systems*. (2012, Springer, Heidelberg, Germany, 312 pp.

9. Verantwoording

Rapportnummer: C097/13
Projectnummer: 4304303101

Akkoord: Marnix Poelman M.Sc.
Projectleider bij de afdeling Aquacultuur

Handwritten signature of Marnix Poelman in black ink.

Handtekening:

Datum: 31 mei 2013

Akkoord: Ir. H. van der Mheen
Afdelingshoofd Aquacultuur

Handwritten signature of Ir. H. van der Mheen in blue ink.

Handtekening:

Datum: 31 mei 2013