

Eindrapportage Duurzaam Snoekbaarscollectief

Publicatiedatum: 30 december 2015

Imares rapport



Europees Visserijfonds: Investering
in duurzame visserij

Deelproject 3b. Verbeteren vissen welzijn door bedwelming voor afdoden

Door: Hans van de Vis

Inleiding

Voor verschillende vissoorten die in Nederland worden gekweekt (o.a. paling, meerval en tarbot) en in Noorwegen (bijvoorbeeld kabeljauw en zalm) zijn de laatste jaren de criteria voor elektrisch bedwelmen na ontwatering voorafgaand aan de slacht onderzocht. Dit is in het kader van respectievelijk door het ministerie van EZ en door de Noorse overheid gefinancierde onderzoeken gedaan. In Noorwegen is deze vorm van bedwelmen sterk ontwikkeld toen bleek dat het percentage zalmen dat na bedwelmen bloedingen in de filets liet zien, was gereduceerd van ca. 9% tot 1% (Roth *et al.*, 2009).

Voor het elektrische bedwelmen na ontwateren zijn voor iedere vissoort andere specificaties nodig. Het betreft de duur van de blootstelling aan de elektriciteit, sterkte van de stroom en de hoogte van spanning. Omdat elektrisch bedwelmen de productkwaliteit kan beïnvloeden is het van belang ook hiernaar onderzoek te doen.

Voor snoekbaars zijn deze criteria tot op heden ten dele onderzocht (Llonch *et al.*, 2012) in een door IMARES en Livestock Research uitgevoerd onderzoek. Uit dit onderzoek bleek dat een blootstelling gedurende 5 s aan de elektrische stroom te kort is; 1 van de 12 bedwelmde snoekbaarzen kwam na de stroom, tijdens het koelen in ijswater, weer bij.

In het huidige voorgestelde onderzoek worden de criteria verder opgesteld, en wordt tevens onderzoek naar de productkwaliteit gedaan na elektrisch bedwelmen.

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is het vaststellen van criteria voor het elektrisch bedwelmen van snoekbaars na ontwateren. Het gaat hierbij om de duur van de blootstelling, en de hoogte van de spanning, de sterkte van de stroom en de productkwaliteit na elektrisch bedwelmen.

We zullen de duur van de blootstelling, spanning en stroom vaststellen, gebaseerd op een blijvende bewusteloosheid na toediening van de stroom, tot de dood is ingetreden. De dieren mogen na de stroom niet meer bijkomen tijdens de onderkoeling in ijswater. Deze criteria zullen worden vastgesteld voor vissen die met de kop eerst het bedwelmingsapparaat in geleid worden.

Ook willen we nagaan of het mogelijk is dat de vissen met de staart vooruit in een bedwelmingsapparaat kunnen worden gebracht, zodat de dieren niet meer gericht (kop vooruit) hoeven te worden. Als de noodzaak tot richten van de dieren vervalt, dan is een doseersysteem, waarmee de vissen op de juiste wijze en snelheid (aantal dieren per uur) eenvoudiger te ontwerpen of het handmatig inbrengen van de vissen makkelijker uitvoerbaar.

Onderzoek naar de relatie tussen bedwelmen na ontwateren en effecten daarvan op de productkwaliteit is voor de snoekbaars niet gedaan. We willen daarom de bedwelmde en gedode vissen fileren en vervolgens tijdens een opslagexperiment de kleur en de zuurgraad van de filets analyseren. Een visuele inspectie van het uiterlijk van de hele vissen maakt ook deel uit van het onderzoek. De snoekbaarzen die volgens de huidige methode worden gedood (door ze direct in het ijswater te plaatsen), dienen hierbij als controle.

Materialen en methoden

Bij het elektrisch bedwelmen wordt onmiddellijk de bewusteloosheid opgewekt waardoor de vissen ongevoelig voor pijn zijn voor een tijd die lang genoeg aanhoudt om de vissen te doden zonder dat ze bijkomen.

Door de bewusteloosheid onmiddellijk op te wekken en aan te laten houden tot het dier dood is, wordt het ongerief geminimaliseerd.

Wanneer de stroom voldoende hoog is, leidt dit tot een onmiddellijk intreden van de bewusteloosheid. Door elektrisch bedwelmen te combineren met een dodingsmethode (koelen in ijswater) kan vermeden worden dat de bedwelmdde snoekbaarzen weer bijkomen.

Vissen

De experimenten worden uitgevoerd met marktwaardige snoekbaarzen (*Stizostedion lucioperca*).

Metten van stroom

Bij het meten van de spanning, stroom en de golfvorm van spanning in het bedwelmsapparaat maken we gebruik van PicoScope 6 software (www.picotech.com, Pico, Technology Cambridgeshire, UK), die is 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 sluiten we aan op een oscilloscoop, de Picoscope 4224. De gemeten spanning en stroom de A/D converter binnenkomen, worden geregistreerd door de Picoscoop 2000 software.

Omdat voor het bedwelmen van de snoekbaarzen gebruik wordt gemaakt van een stroom die voor een deel bestaat uit een wisselstroom, geven 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 gebruiken we de rms waarde.

Registratie van hersen- (EEG) en hartfilms (ECG)

Inbreuk op het welzijn is te voorkomen door de dieren onmiddellijk te bedwelmen zonder dat er sprake is van vermijdbare stress, pijn of angst voordat de bewusteloosheid intreedt en vervolgens de dieren in bewusteloze staat te doden. Deze benadering is ontleend aan de EU regelgeving rond het slachten van warmbloedige dieren (Council Regulation (EC) No 1099/2009, 2009).

Om na te gaan of een bedwelmsmethode voldoet aan het eerder genoemde uitgangspunt is het noodzakelijk om hersen- (EEGs) en hartfilms (ECGs) op te nemen in combinatie met observatie van gedrag. Door het meten van EEGs en ECGs kan duidelijk worden vastgesteld of een vis bewusteloos is en niet meer bijkomt tot het dier dood is. Op basis van alleen gedragsobservaties is dit niet mogelijk, omdat een vis geïmmobiliseerd kan zijn zonder dat er sprake is van bewustzijnsverlies.

Voordat we de EEG- en ECG elektroden in de vissen plaatsen, gebruiken we xylocaine voor lokale verdoving. Vervolgens plaatsen we de twee EEG elektroden (ieder aan weerszijde van de hersenen), de ECG elektroden plaatsen we zodanig dat het hart zich tussen deze elektroden bevindt. Een aardelektrode brengen we aan om elektrische ruis op het EEG en ECG te vermijden. Tijdens het plaatsen van deze elektroden fixeren we de individuele vis. Voordat de dieren elektrisch bedwelmd worden, registreren we gedurende 1 min het EEG en ECG. Direct nadat de stroom is uitgeschakeld registreren we het EEG en ECG. Met regelmatige tussenpozen krijgen de vissen na afloop van het elektrisch bedwelmen en tijdens het koelen van het bedwelmd dier deze prikkels toegediend. Als het dier reageert op het EEG is de bewusteloosheid niet diep genoeg en zal moet worden vastgesteld hoe dit wel te bereiken is.

Productkwaliteit

Na elektrisch bedwelmen en doden door koelen in ijswater fileren we de vissen, of laten dit doen door de een medewerker op de kwekerij, om voor 25 linker filets aan de rugzijde (dorsal) aan graatkant de pH en vervolgens de kleur te meten. Voor beide methoden (elektrische bedwelmen gevolgd door koelen en koelen zonder voorafgaande bedwelming) gebruiken we 25 filets. Beide parameters meten in het midden van de dorsale kant. Voor de pH-meting gebruiken we een speerelektrode (spear electrode pH62, WTW, Weilheim, Duitsland) en voor de kleurmeting een Minolta CR 200 (Minolta, Osaka, Japan), die is voorzien

van een meetkop met een middellijn van 1 cm (Lambooy et al., 2006). De L* waarde is een maat voor de lichtheid van de filet. De a* en b* waarden zijn maten voor de colour directions. Een hogere positieve a* waarde is een maat voor de rood en negatieve a* waarde een maat voor groen. Een positieve b* waarde is een maat voor de geel en een negatieve b* waarde is een maat voor blauw. Ook gingen we door middel van visuele beoordeling na of er bloedingen in het vlees voorkomen.

Resultaten

Vaststellen van de hoeveelheid stroom om de bewusteloosheid onmiddellijk op te wekken

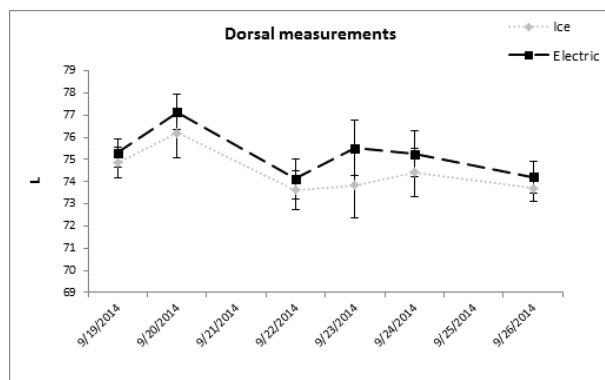
Bij de kwekerij Van Slooten Aquacultuur B.V. hebben we een start gemaakt met het elektrisch bedwelmen van snoekbaarzen. Nadat de vissen van EEG en ECG elektroden waren voorzien, werden de dieren blootgesteld aan de stroom. Het onderzoek werd voortgezet in het laboratorium van IMARES te Yerseke.

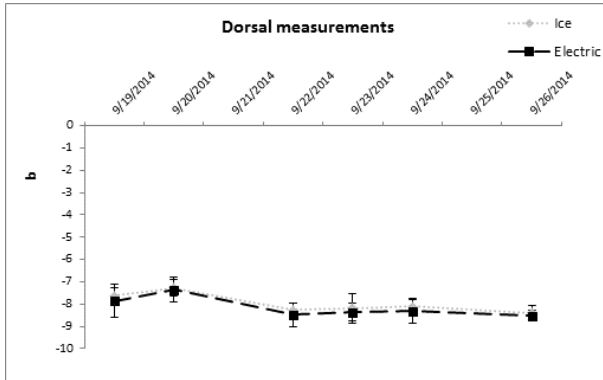
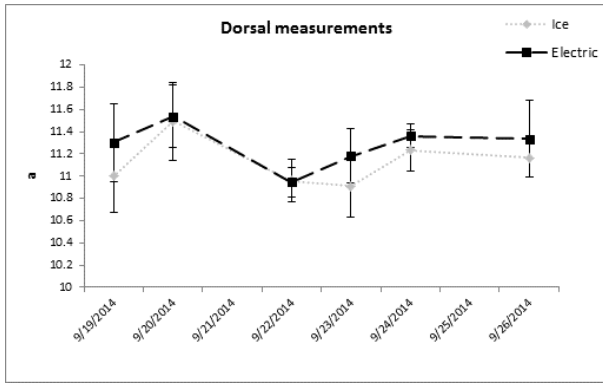
Kop vooruit. Het verdoven met stroom werd uitgevoerd door de vissen met de kop vooruit gedurende 20 seconden bloot te stellen aan 157 V_{rms} (een combinatie van een gelijk- en wisselspanning van 100 Hz ac). Hierbij liep er tenminste 0.75 A_{rms} aan stroom door iedere vis. Als controlegroep gebruikten we snoekbaarzen, die zonder te bedwelmen in ijswater waren geplaatst. Dit experiment voerden we uit de kwekerij Van Slooten Aquacultuur B.V.

Staat vooruit. In dit experiment plaatsten we de snoekbaarzen met staart vooruit in het verdovingsapparaat. De resultaten wezen erop dat het mogelijk is om ook onder deze omstandigheden onmiddellijk de bewusteloosheid op te wekken, waarbij de volgende condities werden gebruikt; gedurende 1 s een piekstroom van $1,20 \pm 0,40$ A_{rms} bij $214,9 \pm 1,2$ V_{rms} (een combinatie van een gelijk- en wisselspanning van 100 Hz ac) gevolgd door een onderhoudsstroom $0,4 \pm 0,10$ A_{rms} bij $77,0 \pm 0,2$ V_{rms} (een combinatie van een gelijk- en wisselspanning van 100 Hz ac) gedurende 19 s. Onder deze omstandigheden leek de bedwelmdde snoekbaars tijdens koelen in ijswater niet meer bij te komen. **We willen benadrukken dat er meer onzekerheid zit in het bedwelmen met de staart vooruit dan met de kop vooruit.**

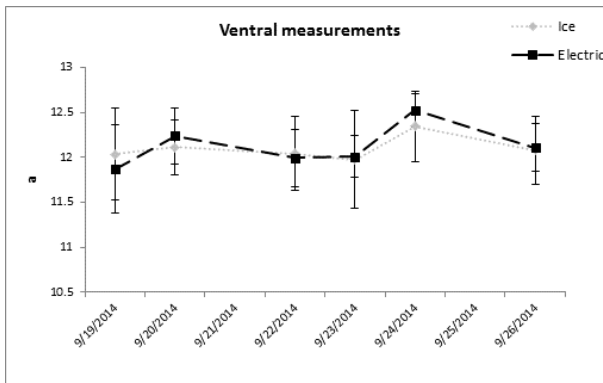
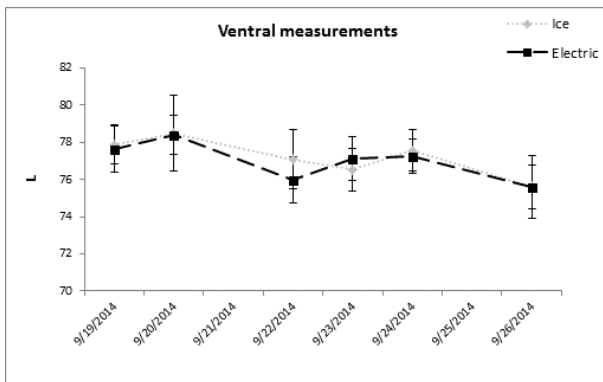
Productkwaliteit

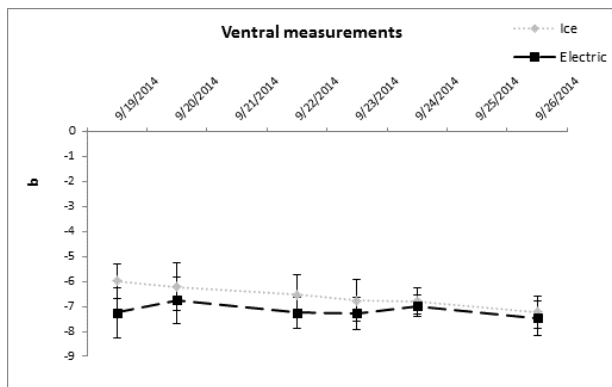
Kop vooruit. Bij Van Slooten BV voerden we ook een experiment om effecten van elektrisch bedwelmen op de productkwaliteit van snoekbaarzen te onderzoeken. We bedwelmden we de vissen met stroom en vervolgens werden de dieren 15 min in ijswater geplaatst om ze te doden (aangeduid als Electric (n=15) in figuur 1); als controle groep gebruikten we onderkoeling zonder voorafgaande bedwelming met stroom (aangeduid als ice (n=15) in figuur 1). De volgende dag lieten we beide groepen filteren bij een visdetaillist. De filets werden in ziplock bags in scherfjys opgeslagen en werden gedurende 8 dagen de kleur en pH van de filets van beide groepen gemeten. De verkregen resultaten zijn weergegeven in figuur 1.





1 A





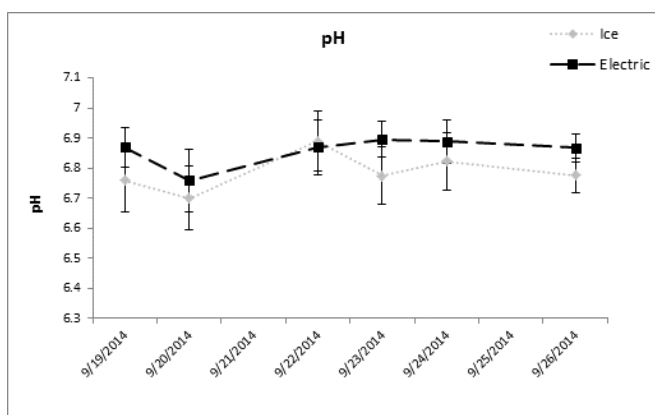
1 B

Figuur 1: Kleurmetingen snoekbaarsfilet A dorsale metingen en B ventrale metingen aan de graatkant van de filets

Electric= elektrisch bedwelmen met de kop vooruit gevolgd door koelen in ijswater

Ice= zonder te bedwelmen onderkoelen van snoekbaars

Het is van belang op te merken dat L*, a* en b* waarden die niet tenminste 1 tot 2 eenheden van elkaar verschillen voor de experimenten groepen (Electric en Ice) niet visueel van elkaar te onderscheiden zijn.



Figuur 2: Zuurgraad van snoekbaarsfilets die met stroom zijn verdoofd en daarna gekoeld in ijswater (Electric) of zonder bedwelmen zijn onderkoeld (Ice)

De data in figuur 2 laten geen pH verschillen zien die groter zijn dan een 0,5 pH eenheden. Dit betekent het elektrisch bedwelmen geen invloed heeft op de eigenschappen van de filets.

Een visuele inspectie van alle filets uit beide groepen (Electric en Ice) liet geen beschadigingen aan de filets of ruggengraat zien. Elektrisch bedwelmen kan wel leiden tot schade aan de huid van de snoekbaars. Deze schade is te vermijden door de vissen tijdens het elektrisch bedwelmen te koelen met water, zoals gangbaar is voor het elektrisch bedwelmen van de paling (Van de Vis et al., 2013).

Staat vooruit.

Ook bij de vissen die met de staart vooruit met stroom zijn bedwelmd, maten we de kleur en de pH van het vlees (n=10). De resultaten waren vergelijkbaar met die in in figuur 1 en 2.

Ook hier is het van belang om schade aan de vissen te vermijden door de dieren tijdens de blootstelling aan de stroom te koelen met water.

Conclusies

Op basis van het uitgevoerde onderzoek stelde we specificaties voor ontwerp en bouw van het verdoovingsapparaat voor de snoekbaars. In tabel 1 zijn specificaties vermeld voor het ontwerp en de

bouw van het bedwelmsapparaat voor het met de kop vooruit bedwelmen van de snoekbaars. Dit vereist dus dat de dieren eerst worden gericht en dat betekent dat een doseersysteem hiervoor moet zorgen. In tabel 2 zijn specificaties weergegeven voor het bedwelmsapparaat waarbij de vissen niet eerst gericht hoeven te worden.

We willen benadrukken dat praktijktesten met prototype apparatuur essentieel zijn voordat kan worden overgegaan tot implementatie van elektrisch bedwelmen van de snoekbaars bij bedrijven. Testen met prototype apparatuur hebben geen deel uit gemaakt van het project.

Daarnaast is het van belang dat bedrijven die goed op de hoogte zijn van de wetgeving rond arbeidsomstandigheden en ook technische kennis hebben voor een veilig ontwerp van apparatuur voor het elektrisch bedwelmen dergelijke apparatuur dienen te bouwen.

Table 1: Technical criteria for electrical stunning of pike perch (≥ 400 g and < 1500 g), which enter a stunner **head-first only**, followed by chilling in ice water to kill them. Please, note that tests in a commercial setting may reveal that modifications of the stunner are necessary.

Parameter	Criterion
Instantaneous loss of consciousness and sensibility	
Voltage (V_{rms})	<p>When the stunner is empty (i.e. without fish in it) the voltage across the electrodes should be higher than $157 V_{rms}$.</p> <p>Each fish, which enters the stunner head- or tail-first, should be exposed to a voltage of $157 V_{rms}$ for 20 s (at least $0.75 A_{rms}$ is passed through each fish). Exposure time to the electrical current is at least 20 s in total, to avoid recovery during chilling in ice water to kill the fish.</p>
Current (A_{rms})	For each pike perch that enters the stunner head or tail-first at least $0.75 A_{rms}$ should be passed through each fish for 20 s.
Waveform of the electrical current	The source of power generates a combination of a direct (dc) and sinusoidal (ac) 100 Hz electrical current. The ratio between V_{ac} and V_{dc} at least 0.09.
Configuration of the electrodes in the stunner	The stunner is equipped with 10 rows of above-suspended electrodes in total. These rows of above-suspended electrodes are positively charged and spaced 20 cm apart. Each row consists of 7 stainless steel electrodes of 5 cm and 25 cm length. The distance between all the above-suspended electrodes and the conveyer belt, which is the negatively charged, is not more than 2-3 cm. The length of the conveyer belt under the rows with the above-suspended electrodes is 2 m. This length implies that the velocity of the belt is not higher than 0.1 m/s to ensure that each fish is exposed to the electricity for at least 20 s.
Stunning and killing in a commercial setting	
	A simple dosing system needs to be present in front of the stunner. The dosing system consists of a table with vertical edges on three sides and slide at the open side of the table. The fish are placed on a table and an operator slides them gently head-first into the stunner. A galvanic isolation of the dosing system from the stunner is a prerequisite.
	Fish in the stunner do not touch other fish to avoid pre-shocks. Hence, also fish are not lying on top of/over other fish.
	Burns on the skin of stunned fish should be avoided. To achieve this, a beam with nozzles is mounted above the spoons to spray the fish with fresh water during exposure to the electricity. It is essential that the stunner drains adequately, to avoid that a layer of water is present in the stunner.
	To prevent recovery of stunned fish, the time interval between exit of the fish and exposure to chilling in ice water should be less than 60 s.
	To kill the stunned pike perch, exposure for at least 15 min in ice water of 0-1 °C is required. Subsequently, the cold chain should not be interrupted. For 100 kg batch of fish at least 35 kg flake ice should be present in the water for chilling.
	An adequate cleaning and disinfection of the stunner should be possible, with regard to food safety
	The source of power is floating. The stunner is provided with a CE mark.

Table 2: Technical criteria for electrical stunning of pike perch (≥ 400 g and < 1500 g), which enter a stunner head-first and might enter it tail-first as well, followed by chilling in ice water to kill them. Please, note that tests in a commercial setting may reveal that modifications of the stunner are necessary.

Parameter	Criterion
Instantaneous loss of consciousness and sensibility	
Voltage (V_{rms})	<p>When the stunner is empty (i.e. without fish in it) the voltage across the electrodes should be higher than $215 V_{rms}$.</p> <p>Each fish, which enters the stunner head- or tail-first, should be exposed to a voltage of $215 V_{rms}$ for 1 s (at least $1.20 A_{rms}$ is passed through each fish), followed by a maintenance voltage of at least $77 V_{rms}$ (through each fish at least $0.4 A_{rms}$ is passed) that lasts for 19 s. Exposure time to the electrical current is at least 20 s in total, to avoid recovery during chilling in ice water to kill the fish.</p>
Current (A_{rms})	For each pike perch that enters the stunner head or tail-first at least $1.2 A_{rms}$ should be passed through each fish for 1 s. For the maintenance stun at least $0.4 A_{rms}$ is passed through the fish for 19 s.
Waveform of the electrical current	The source of power generates a combination of a direct (dc) and sinusoidal (ac) 100 Hz electrical current. The ratio between V_{ac} and V_{dc} at least 0.09.
Configuration of the electrodes in the stunner	<p>The stunner is equipped with 16 rows of above-suspended electrodes in total. The 6 negatively charged above suspended electrodes are spaced 10 cm apart, whereas the next 10 rows of above-suspended electrodes are positively charged and spaced 20 cm apart. Each row consists of 7 stainless steel electrodes of 5 cm and 25 cm length. The last row of negatively charged above-suspended electrodes should not touch the next row of positively charged above-suspended electrodes.</p> <p>The distance between all the above-suspended electrodes and the conveyer belt, which is the negatively charged, is not more than 2-3 cm. The length of the conveyer belt under the rows with the above-suspended electrodes is 2.6 m. This length implies that the velocity of the belt is not higher than 0.13 m/s to ensure that each fish is exposed to the electricity for at least 20 s.</p>
Stunning and killing in a commercial setting	
	<p>A simple dosing system needs to be present in front of the stunner. The dosing system consists of a table with vertical edges on three sides and slide at the open side of the table.</p> <p>The fish are placed on a table and an operator slides them gently into the stunner. <u>A galvanic isolation of the dosing system from the stunner is a prerequisite.</u></p>
	Fish in the stunner do not touch other fish to avoid pre-shocks. Hence, also fish are not lying on top of/over other fish.
	Burns on the skin of stunned fish should be avoided. To achieve this, a beam with nozzles is mounted above the spoons to spray the fish with fresh water during exposure to the electricity. It is essential that the stunner drains adequately, to avoid that a layer of water is present in the stunner.
	To prevent recovery of stunned fish, the time interval between exit of the fish and exposure to chilling in ice water should be less than 60 s.
	To kill the stunned pike perch, exposure for at least 15 min in ice water of 0-1 °C is required. Subsequently, the cold chain should not be interrupted. For 100 kg batch of fish at least 35 kg flake ice should be present in the water for chilling.
	An adequate cleaning and disinfection of the stunner should be possible, with regard to food safety
	The source of power is floating. The stunner is provided with a CE mark.

Literatuur

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.

Llonch. P., Lambooij, E., Reimert, H.G.M. and Van de Vis, J.W. (2012): Assessing effectiveness of electrical stunning and chilling in ice water of farmed yellowtail kingfish, common sole and pike-perch. *Aquaculture* **364-365**, 143-149.

Roth, B., Birkeland, S. and Oyarzun, F. (2009): Stunning, pre slaughter and filleting conditions of Atlantic salmon and subsequent effect on flesh quality on fresh and smoked fillets. *Aquaculture*, **289**, 350-356.

Vis, J.W. van de; Burggraaf, D.; Reimert, H.; Lambooij, E. (2013) Operationaliseren van elektrisch bedwelmen van Europese kweekpaling Yerseke : IMARES, (Rapport / IMARES C089/13), 23 pp.