

## DE PULSKOR

Samenvatting van het onderzoek naar de ontwikkeling van een alternatief vistuig voor de vangst platvis gebaseerd op het gebruik van elektrische stimuli.

drs. M.R van Stralen



Dit rapport is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Visserij

marinX-rapport 2005.26  
augustus 2005



onderzoek en advies  
mariene ecologie, visserij en schepldierkweek

Elkerzeeseweg 77  
4322 NA Scharendijke  
tel./fax: 0111-671584  
GSM: 06-44278294  
e-mail: marinx@zeelandnet.nl

marinX-rapport 2005.26

## DE PULSKOR

Samenvatting van het onderzoek naar de ontwikkeling van een alternatief vistuig voor de vangst platvis gebaseerd op het gebruik van elektrische stimuli.

auteur                      drs. M.R. van Stralen

Opdrachtgever:        Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij  
                                 Directie Vis  
                                 Postbus 20401  
                                 2500 EK Den Haag

Projectnummer        2003.26

Verplichtingen nr.  
opdrachtgever:

Datum                    28 augustus 2005

Aantal exemplaren: ..  
Aantal pagina's:    27

De directie van marinX is niet aansprakelijk voor gevolgschade alsmede voor schade welke voortvloeit uit de toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van marinX; opdrachtgever vrijwaart marinX 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 van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	2
Samenvatting .....	3
1. Inleiding.....	6
1.1 Ontwikkeling pulskor.....	6
1.2 Doel van het rapport .....	7
1.3 Een serie van innovaties en prototypen .....	7
1.4 Praktijkproef.....	9
2. Technische specificaties huidige pulskor.....	10
2.1 Werking elektrische stimuli .....	10
2.2 Wekveld en netconfiguratie. ....	11
2.3 Elektronica en vermogen.....	11
4.4 Veiligheid .....	11
3. Vangst .....	12
3.1 Vergelijking puls- en wekkertuig .....	12
3.2 Vangst van maatse vis .....	12
3.2 Ondermaatse vis .....	14
3.3 Invloed wekveldinstelling op vangst maatse vis .....	14
3.4 Invloed wekveldinstelling op vangst van ondermaatse vis .....	15
3.5 Vangst van benthos .....	16
4. Overleving ondermaatse vis .....	17
4.1 Invloed wekkerkettingen en elektrische stimuli .....	17
4.2 Overleving en gedrag van tong en schol in bassins bij Verburg .....	17
4.3 Overlevingsproeven op zee.....	17
4.3 Berekening overleving discards.....	18
4.4 Huidbeschadigingen en stressparameters in het bloed .....	19
5. Overleving bodemdieren.....	20
5.1 Directe sterfte van bodemdieren .....	20
5.2 Sterfte van bodemdieren in vissporen.....	21
5.3 Langere termijneffecten op bodemdieren.....	21
6. Kennislacunes ecologie .....	22
6.1 Kraakbeenvissen .....	22
6.2 Kabeljauw .....	22
7. Economische rentabiliteit .....	23
8. Toekomst pulsvisserij.....	24
9. Literatuur .....	25

## Samenvatting

In 1992 is door het Technisch Bureau - Machinefabriek Verburg Holland BV gestart met de ontwikkeling van een vistuig voor platvis gebaseerd op het gebruik van elektrische stimuli. In 1997 heeft dit geleid tot een eerste prototype dat op zee kon worden uitgetest. De resultaten daarvan waren dermate bemoedigend dat het project in samenwerking met het ministerie van Landbouw Natuur en Visserij (LNV) en de visserijsector (Productschap Vis) is voortgezet. Dit heeft geresulteerd in een operationeel 12 m vistuig dat vanaf de zomer van 2004 op een bedrijfsvaartuig is uitgetest.

Het project is begeleid door een scala van onderzoeken gericht op technische verbeteringen van het tuig en de gevolgen van een eventuele implementatie van het vistuig voor het ecosysteem en de visserij. Voorliggend rapport geeft van dit onderzoek een overzicht met als doel inzicht te geven of de pulskor een duurzaam alternatief biedt ten opzichte van de boomkor met wekkerkettingen. In het rapport komen aan de orde:

1. De technische specificaties van het vistuig,
2. De ecologische gevolgen van het tuig op de beviste soorten, waaronder de vangst van ondermaatse vis en bodemfauna
3. De economische haalbaarheid (kosteneffectiviteit) van het tuig.

Tong en schol zijn de belangrijkste soorten voor de boomkorvisserij. Uit vergelijkend onderzoek met het onderzoeksvaartuig "Tridens" is gebleken dat met het pulstuig 15% tot 20% meer marktwaardige tong (*Solea solea*) wordt gevangen dan met een wekkertuig. Met name voor de grotere sorteringen tong blijken de vangsten met de Pulskor significant beter. De vangsten van maatse schol (*Pleuronectes platessa*) met het pulstuig blijven daarentegen ca. 20% achter. Vergeleken met het wekkertuig wordt met de pulskor minder ondermaatse schol en tong gevangen, voor beide ongeveer 20%. Gezien de meervangst van grote tong blijkt de pulskor met name voor deze soort selectief. Tarbot (*Scophthalmus maximus*) en griet (*S. rhombus*) blijken eveneens goed met de pulskor te kunnen worden gevangen.

Over de overlevingskansen van discards zijn nog onvoldoende gegevens beschikbaar. Overlevingsproeven in bakken aan boord van de Tridens laten een betere overleving zien van ondermaatse schol en tong gevangen met de pulskor (een factor 1.5 hoger). Omgerekend naar de totale vangst lijken de overlevingskansen van discards echter nog steeds laag (<10%). De berekende sterfte wordt echter sterk bepaald door de aanname dat ook in het pulstuig gemiddeld 70% van de vissen kansloos zou zijn om te overleven. Gezien de betere kwaliteit van vis zoals die wordt aangeland en de significante vermindering van huidbeschadigingen zoals geconstateerd bij ondermaatse vis, is deze aanname discutabel. In hoeverre sterfte door stress/voedselgebrek tijdens de overlevingstesten in deze uitkomsten

een rol speelt is eveneens niet bekend. Simultane merkproeven van vis gevangen met de pulskor en wekkertuigen kunnen hierover uitsluitsel geven.

Uit onderzoek naar stressparameters in het bloed is gebleken dat tong en schol geen extra nadelige invloed ondervinden van het gebruik van elektrische stimuli.

Bij gebruik van de pulskor wordt de bijvangst van ongewervelde bodemdieren gereduceerd met 25% tot 50%. De bijvangst van infauna en ingegraven schelpdieren neemt af met respectievelijk 70% en 80%. Zoals verwacht is de penetratie van de pulskor in de bodem aanzienlijk minder dan van het wekkertuig. Van de bodemdieren die nog wel worden gevangen blijkt de directe sterfte zoals gemeten aan boord bij de pulskor lager. Onderzoek dat is uitgevoerd in vissporen leidt tot hetzelfde resultaat. Experimenten in aquaria leveren geen aanwijzingen dat bodemdieren, ook bij herhaalde blootstelling aan de pulsen, daarvan op de korte of langere termijn hinder ondervinden.

Kennislacunes zijn er ten aanzien van de invloed op kraakbeenvissen. Deze vissen beschikken over zintuigen waarmee elektrische velden kunnen worden waargenomen en dat gebruiken bij het vinden van prooien. Daarnaast blijkt bij gebruik van de pulskor de ruggengraat van kabeljauw (*Gadus Morhua*) soms beschadigt (breekt). Aangezien de overlevingskansen van opgeviste kabeljauw toch al nihil zijn, is dit vooral van belang in relatie tot de daarmee afgenomen marktwaarde. Voor ondermaatse kabeljauw die door de mazen van het net ontsnapt ligt hier wel een aandachtspunt.

Het onderzoek met het bedrijfsvaartuig, de 2000 pk boomkorkotter UK153, was ten tijde van het schrijven van dit rapport nog niet afgerond. De resultaten tot nu toe zien er echter veelbelovend uit. De vangsten van met name schol blijven wel achter bij die van traditioneel vissende schepen met wekkerkettingen. Daar tegenover staat een sterke reductie van het brandstofverbruik (tot 45%) en wat hogere prijzen als gevolg van de verbeterde kwaliteit van de aangevoerde vis. In het verlengde van de stijgende brandstofprijzen is de belangstelling voor de pulsvisserij vanuit de sector gegroeid. Ook aan de gewenste vermindering van de uitstoot van CO<sub>2</sub> kan de pulskor een aanzienlijke bijdrage leveren. De verminderde slijtage van het netwerk en kettingen vormen een ander direct voordeel voor de visser. Gegeven de reductie in benodigde trekkracht en daarmee in het benodigde motorvermogen, kan bij nieuwbouw met het plaatsen van een minder krachtige voorstuwingsmotor een deel van de investeringskosten voor de pulskor waarschijnlijk worden terugverdiend. In de onderhoudskosten en afschrijving van het pulssysteem is nog geen goed inzicht. De nog uit te voeren analyse van het bedrijfsresultaat uit de praktijkproef zal hierover uitsluitsel moeten geven.

De bevindingen tot nu toe duiden er op dat met de pulskor lonende bedrijfsvoering mogelijk is. Tevens is er sprake van een vermindering van negatieve effecten op het bodemleven en

minder discards van met name schol. Een kanttekening die hierbij moet worden gemaakt, is dat de pulskor voor sommige visgebieden minder geschikt is. Bij de verdere ontwikkeling van dit vistuig zal aan dit punt aandacht moeten worden besteed. Daarnaast zullen vissers met een relatief groot tongquotum eerder in staat zijn economische rendabel te vissen dan vissers die zich toeleggen op schol.

Voor de verdere ontwikkeling van de pulsvistechniek wordt gedacht aan een vistuig voor platvis voor kotters tot 300 PK (eurokotters) en voor de garnalenvisserij. Met name voor de garnalenvisserij lijkt het mogelijk een selectief vistuig te ontwikkelen waarmee discards van met name kleine platvis kan worden geminimaliseerd.

# 1. Inleiding

## 1.1 Ontwikkeling pulskor

De boomkorvisserij met wekkerkettingen op tong (*Solea solea*) en schol (*Pleuronectes platessa*) staat bloot aan kritiek vanwege de invloed op de zeebodem en de bijvangst van bodemorganismen (De Groot et al., 1994, Lindeboom et al., 1998, Kaiser et al. 2000, Bergman et al., 2000, Jennings et al., 2001). Daarnaast is er een bezorgdheid over de hoeveelheden ondermaatse platvis die tijdens de visserij overboord worden gezet en waarvan de overlevingskansen in het algemeen gering zijn (Van Beek et al., 1990). Richtlijnen om te komen tot een duurzame visserij worden gegeven in de "Code of conduct responsible fisheries" (FAO 1995), waarin wordt gepleit voor met name het verbeteren van de selectiviteit van vistuigen.

Naar een alternatief voor de boomkorvisserij in de vorm van een vistuig waarmee niet met kettingen maar met elektrische prikkels de platvis wordt gevangen, wordt al tientallen jaren onderzoek gedaan. De eerste experimenten met een dergelijk vistuig zijn gedaan in de zestiger jaren door individuele vissers. In de jaren tachtig is meer systematisch onderzoek uitgevoerd door het RIVO (Agricola, 1985a, 1985b). Drijfveer bij deze ontwikkelingen waren vooral economische motieven in relatie tot het brandstofverbruik. In 1987 is het RIVO-onderzoek gestaakt toen er signalen waren dat met dit tuig meer tong kon worden gevangen, terwijl het nationale beleid er juist op gericht was de vangstcapaciteit van de vloot te reduceren. In 1988 is een algemeen verbod op het gebruik van elektrische stimuli voor de visserij afgekondigd door de EU (EU verordening 850/98, Art. 31.1.).

In 1992 heeft het Technisch Bureau - Machinefabriek Verburg Holland BV uit Colijnsplaat de draad weer opgepakt. Verburg is sinds de zestiger jaren actief binnen de visserij en heeft onder meer naam gemaakt met sorteersystemen voor de garnalenvisserij. Het nieuw te ontwikkelen vistuig heeft de naam "Pulskor" gekregen. Redenen voor het bedrijf om in de pulskor te investeren waren de groeiende maatschappelijke zorg over de bodemverstoring door de boomkorvisserij en de hoge en nog steeds toenemende brandstofkosten. Gaande de ontwikkeling van het tuig zijn daar de vermindering van de bijvangst en betere overleving van ondermaatse vis als doelstellingen bijgekomen. In 1997 kon een eerste 7 m breed prototype op zee kon worden uitgetest. De resultaten daarvan waren dermate bemoedigend dat het project met steun van het Ministerie Van Landbouw Natuur en Visserij (LNV) en de visserijsector is voortgezet. Dit heeft geresulteerd in een operationeel 12 m vistuig dat vanaf de zomer van 2004 op een bedrijfsvaartuig kon worden uitgetest.

## 1.2 Doel van het rapport

De verwachting is dat de pulskor medio 2006 op de markt kan worden gebracht. Voorwaarde voor implementatie van de pulskor in de vloot is dat ontheffing wordt verleend voor eerder genoemd EU-verbod. Voor een dergelijke ontheffing is inzicht nodig in de gevolgen van implementatie voor het ecosysteem en voor de rentabiliteit van het visserijbedrijf. Daartoe heeft een scala aan onderzoeken plaatsgevonden. De resultaten daarvan zijn in voorliggend rapport bijeen gebracht, met als doel inzicht te geven of de pulskor een duurzaam alternatief biedt ten opzichte van de boomkor met wekkerkettingen. In het rapport komen aan de orde:

- 1) De technische ontwikkeling en specificaties van het vistuig
- 2) De ecologische gevolgen van het tuig op de beviste soorten, waaronder de vangst en overlevingskansen van ondermaatse vis en bodemfauna en
- 3) De economische haalbaarheid (kosteneffectiviteit) van het tuig.

De technische informatie van het pulstuig is deels nog vertrouwelijk en beperkt zich daarom tot die aspecten die nodig zijn om te werking van de pulskor op biota te kunnen beoordelen. Het onderzoek naar de ecologische vraagstukken is inmiddels afgerond en (deels in concept) gerapporteerd. Het onderzoek naar de rentabiliteit en bedrijfszekerheid van de pulsvisserij vindt plaats middels een praktijkproef met een bedrijfsvaartuig. Ten tijde van het schrijven van dit rapport was dit onderzoek nog niet afgerond en betreft het hier dus een tussenrapportage.

## 1.3 Een serie van innovaties en prototypen

Het gebruik van een op elektrische stimulering gebaseerd vistuig is op zich niet nieuw. In het zoete water zijn elektrische vismethoden al operationeel. Ook voor het zoute water en in het bijzonder voor de platvis- en garnalenvisserij is geëxperimenteerd met prototypen (Agricola, 1984a, 1984b). Deze activiteiten zijn tot op heden in het experimentele stadium blijven steken. Een uitzondering daarop vormt een Chinees systeem voor de vangst van tropische garnalen. Dit systeem is door het Belgische Visserij-instituut in de Noordzee getest, echter met voor zover bekend weinig succes.

De hoge geleidbaarheid van zeewater maakt de ontwikkeling van een elektrisch vistuig complex. Elektrische circuits sluiten in zout water kort en als gevolg daarvan zijn al snel grote elektrische vermogens nodig om een wekvel in stand te houden. Gekoppeld aan de hoge elektrische vermogens bleek de slijtage van elektroden door elektrolyse bij de meeste experimenten een knelpunt. De technische ontwikkelingen zoals die bij Verburg hebben plaatsgevonden, zijn met name op deze aspecten gericht en heeft geleid tot een serie prototypen die in de loop van de tijd zijn uitgetest.

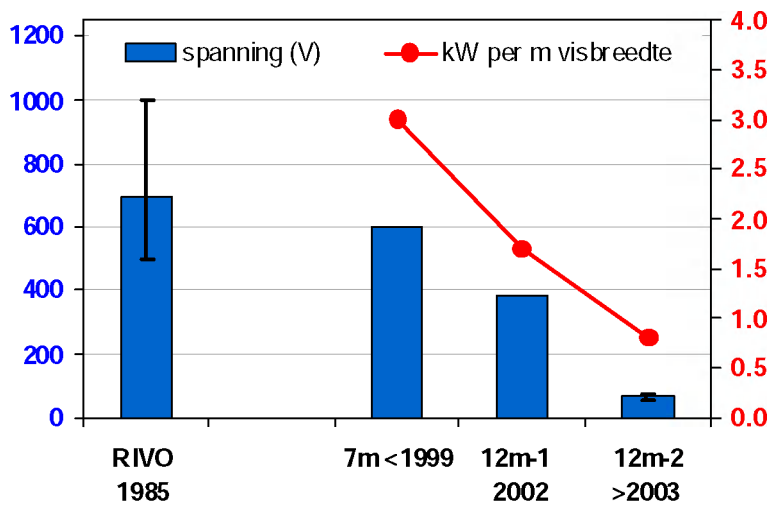


Met het gebruik van koolstof elektroden werden de corrosieproblemen opgelost, al leidde dit wel tot nieuwe beperkingen vanwege de breukgevoeligheid van dit materiaal. Het eerste door Verburg ontwikkelde pulstuig (1995) was 4 m breed. Na diverse testen en aanpassingen is dit opgeschaald tot een breedte van 7 m. De testen op zee met het onderzoeksvaartuig "Tridens" tot 1988 waren vooral gericht op verbetering van de techniek in relatie tot de visnamigheid van het net. Tijdens testen in 1998 en 1999 onder auspiciën van het RIVO lag de nadruk meer op biologische en ecologische parameters en zijn overlevingsproeven uitgevoerd met de gevangen vis, kreeftachtigen en schelpdieren (Van Marlen, 1999, 2000). In het kader van een EU-project naar de vermindering van de impact van bodemberoerende vistuigen heeft ook onderzoek plaatsgevonden naar de overleving van benthos in de vissporen van de pulskor (Van Marlen, 2001).

Ofschoon de praktische toepasbaarheid nog niet voldeed waren de uitkomsten van de proeven met het 7 m tuig in 1998 en 1999 voor het Ministerie van LNV en voor de visserijsector (Productschap Vis) aanleiding om het project voort te zetten. Daarbij is de wens uitgesproken het vistuig op te schalen tot een breedte van 12 m en zo geschikt te maken voor de grote boomkorvisserij. Het onderzoek is daarbij financieel ondersteund vanuit het fonds voor duurzame visserij, beter bekend als "Het Fonds Dieselgelden".

Het eerste 12 m engineeringmodel betrof een directe opschaling van de technische principes waarop het in 1998 geteste 7 m tuig was gebaseerd. Het tuig is op zee getest in 2002 en 2003. De vangsten vielen echter tegen en verbeterden ook niet na het versterken van het wekvel. Deze testen, in combinatie met experimenteel onderzoek in aquaria naar optimale stimuli voor platvis en een modelstudie door TNO naar de karakteristieken van het wekvel leidde tot de conclusie dat een opschaling van het oude systeem onvoldoende is voor de realisatie van goed presterend pulstuig. Een heroriëntatie van het ontwerp bleek nodig.

Het tweede engineeringmodel onderscheidt zich van zijn voorganger door een nieuw concept voor de opwekking van de stimulatiepulsen en de bijbehorende elektronica. Door deze aanpassingen kon ook de spanning over de elektroden en het benodigde elektrisch vermogen verder worden teruggebracht (zie figuur 1). Een belangrijke voordeel daarvan was dat het gebruik van brons als elektrodemateriaal mogelijk werd. Het oppervlak van de elektroden kon daardoor aanzienlijk worden vergroot en daarmee de homogeniteit van het wekvel. De reductie van het elektrisch vermogen betekende ook dat het vissysteem met de bestaande generatoren aan boord van de meeste kotters kan worden gevoed. Het hernieuwde 12 m tuig is in december 2003 en januari 2004 met de Tridens op zee getest. Zowel schol- als tongvangsten bleken te zijn verbeterd (zie later) en het systeem bleek gedurende de proefperiode zonder technisch onoverkomelijke problemen te functioneren.



**figuur 1.** Spanning tussen de elektronen (volt) en het energieverbruik (kWatt per m visbreedte) van de verschillende prototypen voor de pulsvisserij. De intervallen geven de bandbreedte aan waarbinnen spanningen zijn/kunnen worden gevarieerd.

#### 1.4 Praktijkproef

Het vistuig was daarmee rijp voor een praktijkproef met een bedrijfsvaartuig. Het ontwikkelingstraject is daarmee de laatste fase ingegaan. Het doel van de praktijkproef is inzicht te krijgen in de bedrijfszekerheid en de rentabiliteit van het systeem bij langdurig gebruik, op verschillende visgronden en onder ook slechte weersomstandigheden. Daartoe is de 2000 PK boomkorkotter "Lub senior" (UK153) gecharterd en in de zomer van 2004 ingericht voor de pulsvisserij. De twee pulstuigen op de UK153 zijn gebouwd volgens de specificaties van het laatste engineeringmodel. Wel hebben aanpassingen plaatsgevonden in de gebruikte materialen met betrekking tot bedrijfszekerheid bij langdurig gebruik. De meest in het oog springende veranderingen aan boord van de UK153 zijn de extra liertrommels voor de elektrische voedingskabels op het achterschip en de twee pulskorren zelf. De opzet is dat de UK153 zoveel mogelijk bedrijfsmatig vist.

Onderzoek naar de rentabiliteit van het systeem vindt plaats op basis van boekhoudkundig onderzoek door het LEI. De bedrijfsresultaten van de UK153 worden daarbij vergeleken met vier daartoe geselecteerde traditioneel vissende vaartuigen. Voor de meer ecologische vraagstukken is vergelijkend vangst- en discardonderzoek met collega schepen gepland. De praktijkproef loopt tot eind 2005.

## 2. Technische specificaties huidige pulskor

### 2.1 Werking elektrische stimuli

In de pulsvisserij wordt gebruik gemaakt van korte elektrische prikkels waardoor de spieren in de vis aanspannen. Omdat de rugspieren van tong en schol relatief sterk zijn trekken de vissen daarbij krom en komen uit het sediment omhoog (zie foto's). Het op deze wijze laten samentrekken van spieren is vergelijkbaar met stimuleringsprikkel die voor mensen in de fysiotherapie worden gebruikt. Na de puls ontspannen de spieren weer.

Het onderzoek naar optimale stimuli heeft plaatsgevonden in een aquariumopstelling waarin de aard van het wekveld en blootstellingduur konden worden gevarieerd. De gewenste reactie bestaat uit het zodanig verstijven en kromtrekken van de vis dat deze door het net van de bodem kan worden geraapt. Uit de analyse van videoregistraties is afgeleid welke pulsform het best werkt, de blootstellingsduur die daarbij nodig is en de tijd die het duurt voordat de vis weer actief wordt. Uitgangspunt daarbij was de vis met zo weinig mogelijk energie te laten reageren. De benodigde blootstellingduur ligt in de orde van 1 seconde, hetgeen zich in de praktijk vertaalt naar de benodigde lengte van het wekveld van ca. 3 m. De hersteltijd na uitschakeling van de puls is ca 0.1 seconde, waarna de vis zich in het algemeen weer razendsnel weet in te graven. Om deze vis te kunnen vangen moet het net dus op korte afstand van het wekveld volgen. Tijdens testen op zee bleek de vangst van tong en schol terug te lopen wanneer deze afstand meer werd dan 0.5 m.



*Respons van schol (boven, in rust en bij inschakeling van de puls) en tong (rechts, bovenaanzicht).*



## **2.2 Wekvelde en netconfiguratie.**

De pulskor is gebaseerd op het frame van een traditionele boomkor. De boom, sloffen en het netwerk zijn niet wezenlijk veranderd. In plaats van de wekkerkettingen zijn 30 kunststof (polyurethaan) elektrodedragers aangebracht met een lengte van 6 meter. Daarvan is de laatste drie meter is voorzien van 6 bronzen elektroden. Ter bescherming zijn op de dragers rubberen slijtringen aangebracht.

De resterende ruimte tussen het wekvelde en de onderpees van het net is opgevuld met netwerk. De voorzijde van het net wordt door een enkele ketting aan de bodem gehouden. Het net zelf (de kuil) is wat ingekort in verband met de reductie van de vissnelheid van 7 naar ca 5.5 mijl/uur. De geringere slijtage van het visgerei heeft er toe geleid dat inmiddels met dunner netwerk wordt gevist, hetgeen leidt tot een afname van de weerstand van het vistuig in het water.

## **2.3 Elektronica en vermogen**

Het benodigde elektrisch vermogen wordt via twee stroomkabels naar de tuigen geleid bij een werkspanning van maximaal 420 volt. De liertrommels voor deze kabels zijn zo ontworpen dat met het uitzetten en halen van het vistuig de stroomkabels automatisch worden meegevoerd of ingehaald. Daarbij is rekening gehouden met het versneld moeten kunnen afvieren van de stroomkabels bij het vastlopen van het vistuig in bijvoorbeeld een wrak. De lengte van de kabels is 400 m. Op de boom van de kor is een waterdichte kist geplaatst met daarin de elektronica die de vorm en sterkte van de puls regelt. De puls wordt vanuit deze kist naar de verschillende elektrodeparen gestuurd. De effectieve spanning tussen de elektroden is afhankelijk van de gekozen instelling maximaal 15 volt. Het opgenomen vermogen van het wekvelde is maximaal 1.25 kW/m netbreedte. Het opgenomen vermogen is eveneens afhankelijk van de gekozen instelling maar ook van de watertemperatuur en de mate van grondcontact van de elektroden. In de versie aan boord van de UK153 kan gekozen worden uit elf instellingen van het wekvelde. Gevarieerd kunnen worden de hoogte, de breedte en de frequentie van de pulses. Gekozen is daarbij voor combinaties waarvan voldoende stimulering mag worden verwacht, met als randvoorwaarden dat opgenomen vermogen en spanningen blijven binnen eerder genoemde waarden.

## **4.4 Veiligheid**

Het systeem wordt ontwikkeld conform de veiligheidsnorm EN.60950. Het systeem is zowel hardware- als softwarematig beveiligd tegen overbelastingen. Wanneer elektroden te dicht bij elkaar in de buurt komen worden deze in eerste instantie softwarematig uitgeschakeld. Dit kan daarna vanaf de brug weer worden hersteld. Bij het halen van het vistuig wordt de voedingsspanning via een druksensor op de boomkor automatisch uitgeschakeld. Daardoor wordt uitgesloten dat het vistuig onder spanning aan boord kan worden gehaald. Verder is er

via een beeldscherm op de brug en waarschuwingsslampen aan dek altijd direct inzicht in de toestand van het systeem en het eventueel optreden van storingen.

### 3. Vangst

#### 3.1 Vergelijking puls- en wekkertuig

De visnamigheid van de verschillende prototypen is uitgetest aan boord van de onderzoeksvaartuigen Tridens en ISIS (overzicht in [tabel 1](#)). Daarbij is steeds tegelijkertijd gevestig met aan één zijde van het schip de pulskor en aan de andere zijde een traditionele boomkor van dezelfde breedte met wekkerkettingen en zijn vangsten paarsgewijs vergeleken. Het onderzoek naar marktwaardige soorten richtte zich primair op de vangst van tong en schol, zijnde de belangrijkste soorten voor de boomkorvisserij. Ten aanzien van bijvangst is gekeken naar verschillen in vangst van ondermaatse vis en benthos. De uitkomsten daarvan worden in de volgende paragrafen besproken.

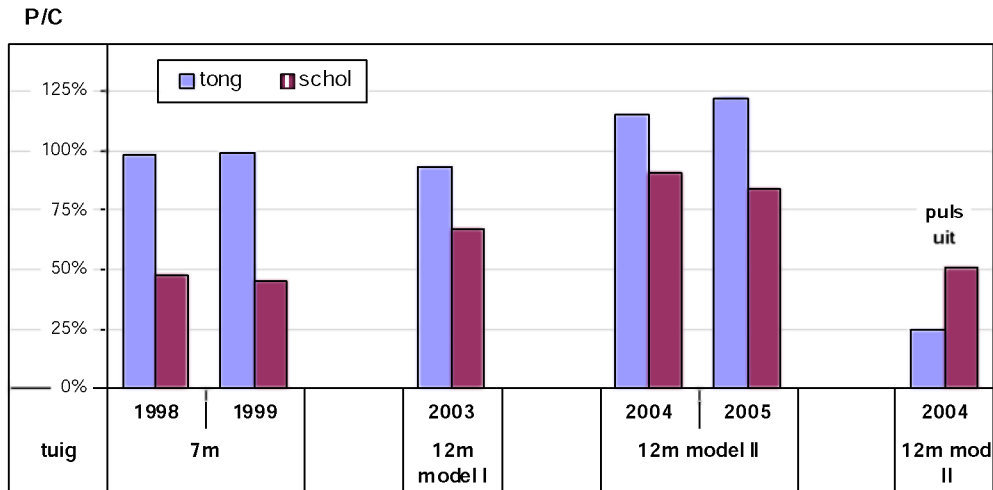
periode	vistuig	schip	rapportage
1992-1997	diverse prototypen	ISIS	intern Verburg
1998	7-m tuig	Tridens	Van Marlen et al. 1999
1999	7-m tuig	Tridens	Van Marlen et al. 2000
nov 2002 - dec 2002	12 m - engineeringmodel 1	Tridens	intern LNV-Verburg
jan 2003	7 m - engineeringmodel 1	Tridens	intern LNV-Verburg
nov 2003 - apr 2004	12 m - engineeringmodel 2	Tridens	intern LNV-Verburg, Van Marlen 2005a
dec 2004 - jan 2005	12 m - engineeringmodel 2	Tridens	Van Marlen et al. 2005a, 2005b
jun 2004 - dec 2005	12 m prototype UK153	UK153	Van Stralen et al., in prep.

**tabel 1.** Overzicht onderzoeksreizen met de verschillende prototypen pulskor.

#### 3.2 Vangst van maatse vis

Al met de eerste prototypen van de pulskor bleken ongeveer dezelfde tongvangsten te kunnen worden gehaald als met een wekkertuig ([figuur 2](#)). De tongvangsten met de laatste versie van het pulstuig liggen zelfs 15% tot 20% hoger dan met een wekkertuig. Bij uitsplitsing van de tongvangsten in grootteklassen blijken met name van de grotere sorteringen significant meer te worden gevangen met het pulstuig (Van Marlen, 2005a). Dit betekent dat het wekkertuig een deel van met name de grotere tongen laat liggen. De scholvangsten met het pulstuig blijven daarentegen achter, maar zijn wel verbeterd van ca 50% met het 7 m

pulstuig naar 80% tot 90% voor de laatste versie van het 12 m tuig. Bij uitschakeling van het wekvelde vallen met name de vangsten van tong sterk terug. Het gebruik van pulsvelden blijkt daarmee opnieuw efficiënt voor met name de vangst van tong. De vangst van tarbot (*Scophthalmus maximus*) en griet (*S. rhombus*) met de pulskor blijkt eveneens goed (gegevens praktijkproef). Deze soorten worden in dit rapport verder niet besproken.



**figuur 2.** Meervangst van maatse tong (*Solea solea*) en schol (*Pleuronectes platessa*) met de pulskor ten opzichte van de vangsten met een wekkertuig. De verschillen tussen beide tuigen zijn in alle gevallen statistisch significant ( $P < 0.05$ ). Voor 2004 is het verschil in vangst gepresenteerd wanneer met een uitgeschakeld wekvelde wordt gevist.

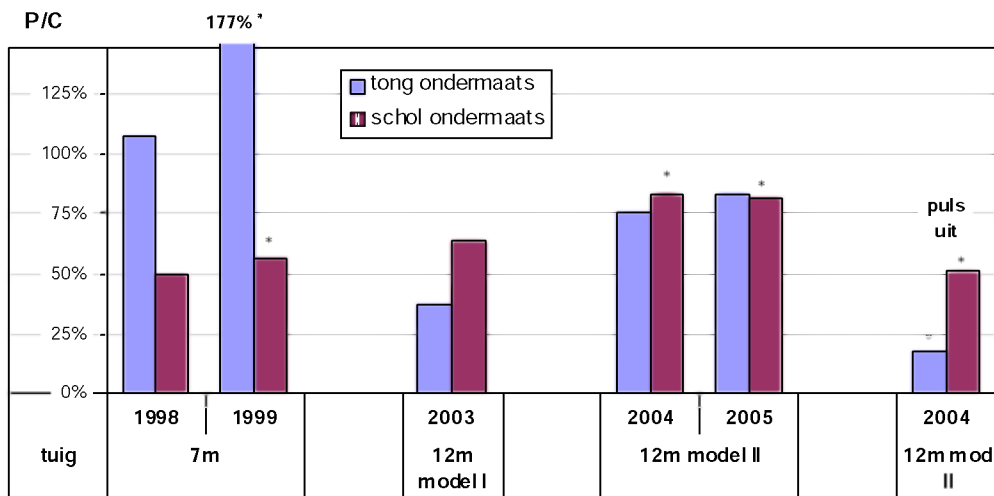
Bij het vergelijkend onderzoek met de Tridens moet wel worden opgemerkt dat beide tuigen noodgedwongen met dezelfde snelheid over de bodem worden voortgesleept. Door bedrijfsschepen vissend met wekkerkettingen wordt in het algemeen met een snelheid van ca. 7 mijl/uur gevist. Voor de pulskor ligt de optimale vissnelheid rond 5.5 mijl/uur. De resultaten met de Tridens geven daardoor mogelijk een vertekend beeld, aangezien bij een hogere vissnelheid ook een groter bodemoppervlak wordt afgevist. Snel vissen gaat echter gepaard met extra brandstofkosten. Hoe de vaarsnelheid doorwerkt op de vangsten en het uiteindelijke bedrijfsresultaat zal uit de praktijkproef moeten blijken. Uit de vergelijking van de vangstresultaten van de Tridens met die van bedrijfsschepen blijkt overigens wel dat het vangstvermogen van zowel het gebruikte wekkertuig als de pulskor vallen binnen de spreiding in vangsten van de commerciële vloot (tabel 2, naar Van Marlen, 2005a).

CPUE (kg/uur)		Tong	Schol	
bedrijfsschepen	wekkertuig, jaar rond	12 - 25	40 - 60	Querijns et al. (2004)
Tridens	wekkertuig, dec-jan	21	62	Van Marlen et al. (2005)
	pulskor, dec-jan	26	52	

**Tabel 2.** Vangsten met de Tridens in vergelijking met andere schepen (van marlen, 2005). Let op. In deze vergelijking is niet gecorrigeerd voor seizoensinvloeden.

### 3.2 Ondermaatse vis

De vangst van ondermaatse tong en schol is ongeveer 20% lager dan met een wekkertuig (figuur 3). Voor schol is dit verschil statistisch significant (Van Marlen, 2005). De absolute hoeveelheden discards voor tong zijn relatief gering. Dit is logisch aangezien de gebruikte maaswijdtes zijn ingegeven vanuit een selectieve visserij op maatse tong. De hoge bijvangst van ondermaatse tong met het 7 m tuig in 1998 en 1999 wordt door toegeschreven aan de dunne onderpees van het net (Van Marlen, 2000). Vanaf 2003 is met een ander type net gevist.



**figuur 3.** Meervangst van ondermaatse tong (*Solea solea*) en schol (*Pleuronectes platessa*) met de pulskor ten opzichte van de vangsten met een wekkertuig. Statistisch significante verschillen ( $P < 0.05$ ) zijn aangegeven met een sterretje.

### 3.3 Invloed wekveldinstelling op vangst maatse vis

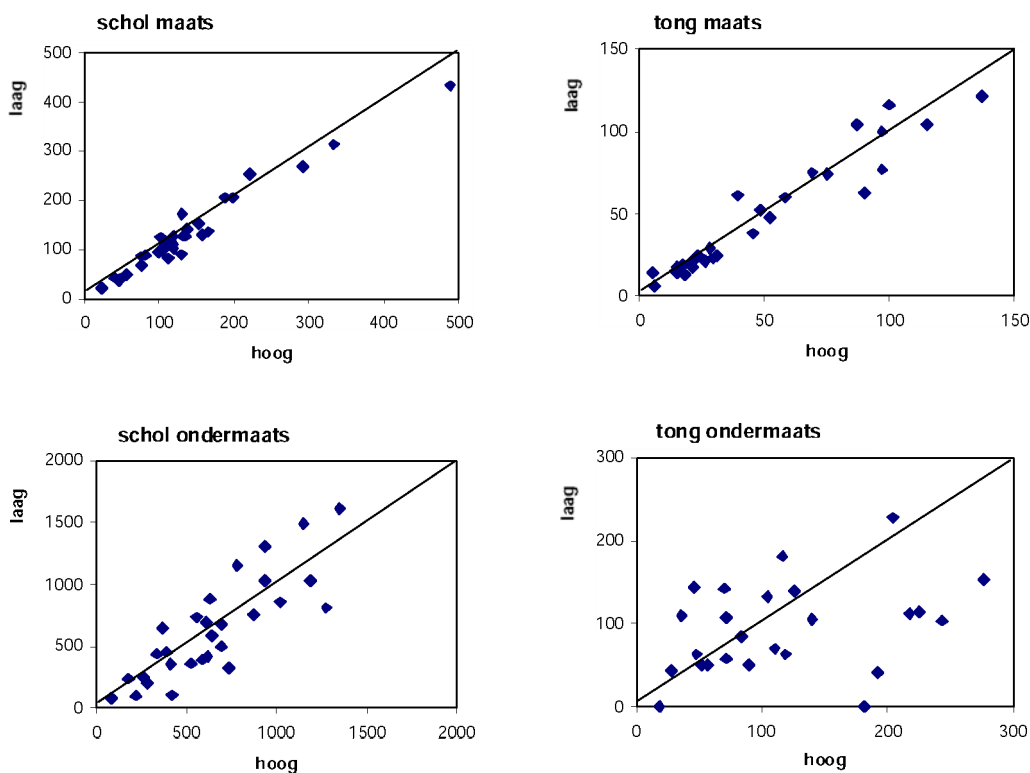
De pulsvorm en -sterkte van de beide tuigen aan boord van de UK153 kunnen onafhankelijk van elkaar worden ingesteld. Dat biedt de mogelijkheid om op basis van vergelijkend onderzoek inzicht te krijgen in de invloed van de instelwaarde op de vangst en bijvangst. De hoeveelheid en aantallen gevangen maatse tong en schol zijn voor alle visweken per trek en vistuig in logboeken bijgehouden en voor de weken dat min of meer bedrijfsmatig kon worden gevist (d.i. geen storingen) geanalyseerd (tabel 3, Van Stralen, ongepubliceerd). Verschillen in gemiddelde vangsten bij de verschillende instelwaarden zijn minimaal, en liggen in het algemeen de orde van grootte van enkele procenten. De wat grotere verschillen zijn in geen van de gevallen statistisch significant. Wanneer er al invloeden zijn dan lijken wat sterkere wekvelden in gebieden met een slappe bodem te leiden tot wat betere scholvangsten.

Week Gebied Bodemtype Puls	8 t/m17 Centr. Noordzee hard-zacht			11, 12 Duitse Bocht zacht			13 t/m 17 West van Umuiden hard		
	schol	tong	n	schol	tong	n	schol	tong	n
	Hoog vs. laag (spanning)	104%	100%	26	92%	75%	1	100%	101%
Hoog vs. nominaal	102%	100%	78	107%	99%	21	98%	99%	51
Breed vs. nominaal&hoog	101%	103%	13	109%	101%	5	89%	100%	6

**Tabel 3.** Procentuele verschillen in vangsten van marktwaardige tong en schol (aantallen) bij de verschillende instellingen van het wekvel (UK153, 2005).

### 3.4 Invloed wekvelinstelling op vangst van ondermaatse vis

In hoeverre de vangst van ondermaatse tong en schol kan worden beïnvloed door de instelwaarden van het wekvel is gedurende twee visweken uitgetest waarin ook discards systematisch zijn doorgemeten (van Stralen en RIVO, ongepubliceerd). Opnieuw zijn paarsgewijs bijvangsten vergeleken bij verschillende instelwaarden. In [figuur 4](#) zijn vangsten en bijvangsten bij een relatieve hoge energie-input uitgezet tegen vangsten bij een lager elektrisch vermogen.



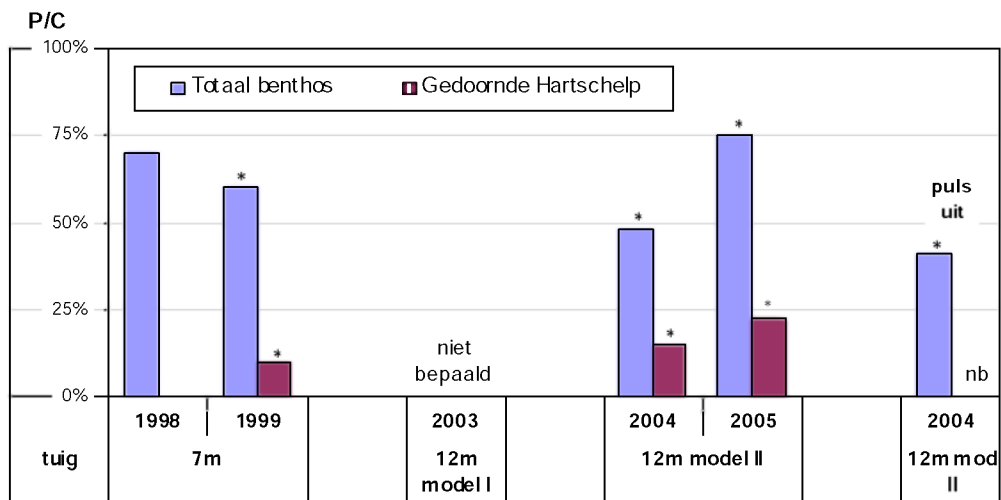
**figuur 4.** Vangst van maatse en ondermaatse tong en schol met de UK 153 als functie van de wekvelinstelling. Elk punt is 1 trek, waarbij met één tuig met een relatief sterk wekvel is gevisd. In geen van de gevallen is er een statistisch significant verschil in vangsten tussen beide instellingen (paired comparisons, Sokal & Rolpf, 1984),  $p < 0.05$ .



Bij een sterker wekvelde lijkt gemiddeld 25% meer ondermaatse tong te worden gevangen. Dit verschil is echter statistisch niet significant. Op de vangst van maatse tong en maatse en ondermaatse schol lijkt een verdere fijnafstemming van het wekvelde op basis van deze gegevens sowieso geen invloed te hebben.

### 3.5 Vangst van benthos

Bij het onderzoek naar de bijvangst ongewervelde bodemdieren (benthos) is onderscheid gemaakt tussen dieren die op de bodem leven (epifauna, zoals krabben en zeesterren) en dieren in de bodem (infauna, zoals wormen zeeklitten (*Echinocardium sp.*) en ingegraven schelpdieren als Noordkrompen (*Artica islandica*) en Gedoornde Hartschelpen (*Acanthocardia echinata*). Genoemde epifauna soorten laten zich gemakkelijk vangen en komen in het algemeen relatief onbeschadigd aan boord. Van de infaunasoorten worden wormen nauwelijks in de vangsten aangetroffen omdat ze te klein zijn en door de mazen wegspoelen. Zeeklitten zijn erg broos, zijn vaak verpulverd, en soms zo massaal aanwezig dat zij daardoor moeilijk kwantitatief zijn te bemonsteren. De vangst van de meer robuuste ingegraven schelpdiersoorten is daarom het meest interessant voor inzicht in de mate waarin het vistuig in de bodem doordringt en daarmee ook de andere infauna beïnvloedt.



**figuur 5.** Meervangst van benthos en gedoornde hartschelpen (*Acanthocardia sp.*) met de pulskor ten opzichte van de vangsten met een wekkertuig. Statistisch significante verschillen zijn aangegeven met een sterretje ( $p < 0.05$ ).

Bij gebruik van de pulskor blijkt dat de vangst van benthos met 25%-50% te worden gereduceerd (figuur 5,  $p < 0.05$ ). De vangst van gedoornde hartschelpen daalt bij gebruik van de pulskor met ca 80% ( $p < 0.05$ ). Voor noordkrompen bleek geen significant verschil aantoonbaar. Deze soort is ook maar in een beperkt aantal trekken aangetroffen. Tijdens de studie in 1999 aan het 7 m pulstuig (Van Marlen, 2000) is een breder spectrum aan infaunasoorten onderzocht. Uit deze gegevens blijkt een reductie van de vangst van

epifauna met 29% en voor de infauna met 62%, resulterend in een totale reductie van de vangst van benthos met 42% ten opzichte van de vangst met een wekkertuig. Ook deze verschillen zijn statistisch significant. Deze uitkomsten duiden er op dat de penetratie van pulstuig in de bodem zoals verwacht aanzienlijk geringer dan van vergelijkbare wekkertuigen.

## **4. Overleving ondermaatse vis**

### **4.1 Invloed wekkerkettingen en elektrische stimuli**

De overlevingskansen van weer overboord gezette vis zijn in het algemeen laag (Van Beek et al., 1990). Verwacht mag worden dat door de afwezigheid van wekkerkettingen de overlevingskansen van dieren gevangen met de pulskor gunstiger liggen als met een wekkertuig. Anderzijds bestaat de mogelijkheid dat het gebruik van elektrische stimuli leidt tot andere vormen van schade die al dan niet op de wat langere termijn letaal kunnen zijn. In verschillende studies is hier aandacht aan besteed.

### **4.2 Overleving en gedrag van tong en schol in bassins bij Verburg**

Tijdens het onderzoek naar optimale stimuli in de aquariumopstelling bij Verburg zijn zowel maatse als ondermaatse schollen en tongen vaak meerdere malen (tot 20 maal) getest. Veel dieren zijn daarbij blootgesteld geweest aan hogere spanningen en langere pulsduren dan in het huidige ontwerp. Aanwijzingen dat dit nadelige effecten heeft gehad op de vissen zijn niet gevonden. Sterfte van betekenis is tijdens de proefperiode niet opgetreden en zowel schol als tong bleven eten en groeiden goed. De enige waarneembare respons op de herhaalde proefnemingen was dat schol leergedrag vertoonde, inhoudende dat deze zich bij plaatsing in het aquarium minder wilde ingraven. Aan het eind van de experimenten zijn de vissen weer teruggezet in zee (Oosterschelde).

### **4.3 Overlevingsproeven op zee**

In 1999 zijn de overlevingskansen onderzocht van vis en bodemdieren gevangen met het 7 m pulstuig en in een wekkertuig (Van Marlen, 2000). Het betreft hier onderzoek op zee in een doorstroomsysteem van gestapelde overlevingsbakken (naar Van Beek et al., 1990). Bij een trekduur van 1.5 uur blijkt van de gevangen tong met het pulskor en conventionele kor na 84 uur nog respectievelijk 39% en 27% in leven. De overlevingskans van dieren gevangen met de pulskor is daarmee anderhalf maal groter dan van dieren gevangen met een wekkertuig. Of dit verschil ook statistisch significant is, is niet getoetst. Voor schol blijkt voor beide tuigen de overleving na 84 uur (resp. 24% en 26%) niet verschillend.

In december 2004 en januari 2005 zijn deze metingen herhaald met de meest recente versie van het 12 m pulstuig (van Marlen et al. 2005b). De proef is daarbij verlengd van 4 dagen

naar 10 dagen. De reden daarvoor was dat in bassins bij Verburg was gebleken dat de tong en schol gevangen met wekkertuigen twee weken na aankomst een opmerkelijke piek in sterfte vertoonden. Daarbij leken de dieren alsnog te bezwijken aan kneuzingen ontstaan tijdens het opvissen.

In het onderzoek is onderscheid gemaakt in vier schadeklassen (naar Van Beek et al., 1990). Uit de vangst zijn dieren getest uit de klassen A (niet-nauwelijks zichtbaar beschadigd) en B+C (licht tot matig beschadigd). Dieren uit de klasse D (zwaar beschadigd, dood) bleken nauwelijks in de vangst aanwezig en zijn niet onderzocht.

De overleving na 72 uur en 129 uur is weergegeven in [tabel 4](#). Van de geteste schollen bleek na 72 uur nog ongeveer de helft in leven. Op t = 129 uur (59 uur later) bleek daarvan opnieuw ongeveer de helft te zijn gestorven. Voor tong overleeft ongeveer de helft de eerste 72 uur en van de dan nog overgebleven dieren driekwart de tweede periode. In hoeverre extra sterfte door stress/voedselgebrek tijdens de overlevingstesten in deze uitkomsten een rol speelt is niet bekend. Anderzijds ontbreken in de opstelling predatoren die in zee juist tot extra sterfte kunnen leiden.

Overigens is het opmerkelijk dat ook per schadeklasse de overleving van vissen uit de pulskor beter is dan van dieren gevangen met het wekkertuig. Verwacht zou mogen worden dat verschillen in beschadiging van de vangst als gevolg van het gebruikte vistuig bij het sorteren van de dieren in de verschillende schadeklassen zou zijn genivelleerd. Dit duidt er op dat bij een visuele beoordeling van de vis inwendige kneuzingen over het hoofd worden gezien, die klaarblijkelijk vooral bij vis uit het wekkertuig nadelig uitwerken op de overleving.

soort beschadigingsklasse tuig	Schol				Tong			
	A		B+C		A		B+C	
	Puls	Conv	Puls	Conv	Puls	Conv	Puls	Conv
aantal dieren getest	126	117	119	132	59	57	61	60
overleving na 72 uur Puls/Conv	84%	54%	58%	31%	65%	57%	39%	23%
overleving na 129 uur Puls/Conv	38%	28%	28%	18%	47%	38%	28%	13%

**tabel 4.** Overleving van ondermaatse schol en tong, onderverdeeld in verschillende beschadigingsklassen, voor het 12 m pulstuig en een wekkertuig (naar Van Marlen, 2005a).

### 4.3 Berekening overleving discards

De overleving van discards wordt naast de overlevingskansen per schadeklasse bepaald door de aanwezigheid van de verschillende schadecategorieën in de vangst.

Schadepercentsages in de vangst zijn tijdens de metingen aan boord van de Tridens niet bepaald. Deze percentsages zijn daarnaast afhankelijk van de samenstelling en grootte van de vangst en daarmee van bijvoorbeeld het gebied waar wordt gevist. In berekeningen naar de

overleving van discards is door Van Marlen (2005b, naar van Beek et al., 1999) aangenomen dat van vis die weer overboord wordt gezet gemiddeld genomen zowel voor de pulskor als voor het wekkertuig 70% bestaat uit klasse D en geen van deze dieren overleeft. De overige 30% is onderverdeeld in de klassen A en B+C in de verhouding zoals die tijdens de overlevingsexperimenten is aangetroffen.

Uitgaande van deze berekeningen zijn de overlevingskansen van ondermaatse tong en schol gevangen met de pulskor ongeveer 1.5 maal groter als voor dieren die gevangen met een wekkertuig (tabel 5). De berekeningen laten echter ook zien dat ook met de pulskor het overgrote deel van de discards (> 90%) sterft. Dit laatste vindt in belangrijk mate zijn oorzaak in de aanname dat ook voor het pulstuig 70% van de discards behoort tot de categorie D en niet overleeft. Deze aanname is echter discutabel, gezien de betere kwaliteit van marktwaardige vis en de mindere huidschade bij ondermaatse vis (figuur 6).

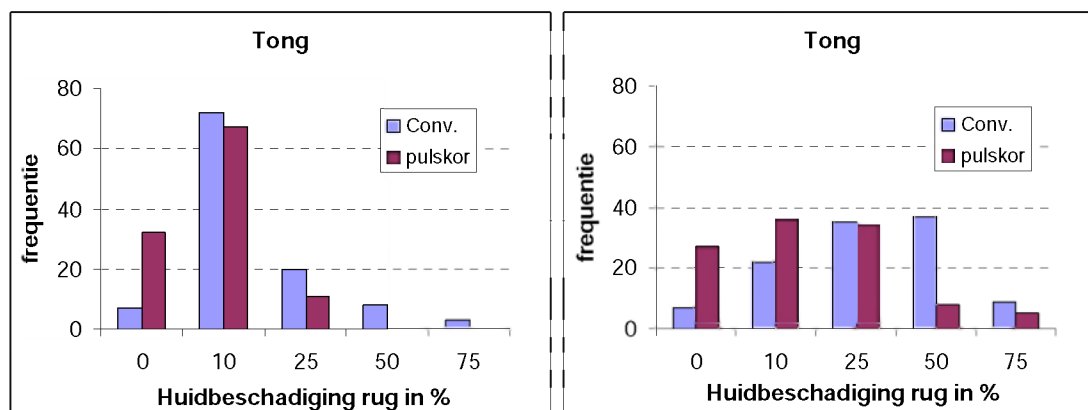
Over de overlevingskansen van discards zijn nog onvoldoende gegevens beschikbaar. Simultane merkproeven en onderzoek naar de vangstsamenstelling van vis gevangen met de pulskor en wekkertuigen kunnen hierover uitsluitsel geven. Het verdient daarbij de voorkeur deze proeven onder bedrijfsomstandigheden, dus met bedrijfsvaartuigen, uit te voeren.

soort tuig	Schol				Tong			
	Puls		Conv.		Puls		Conv.	
	% in vangst 1)	% overleving	% in vangst	% overleving	% in vangst	% overleving	% in vangst	% overleving
<b>A</b>	4.00%	1.50%	4.86%	1.38%	3.25%	1.53%	5.65%	2.16%
<b>B+C</b>	26.00%	7.32%	25.14%	4.46%	26.75%	7.47%	24.35%	3.25%
<b>D</b>	70%	0%	70%	0%	70%	0%	70%	0%
<b>% overleving in de vangst</b>		<b>8.82%</b>		<b>5.84%</b>		<b>9.00%</b>		<b>5.41%</b>
<b>Puls/Conv</b>				<b>1.51</b>				<b>1.66</b>

**tabel 5.** Overleving van ondermaatse schol en tong in de vangst. Aangenomen is dat 70% van de vangst bestaat uit zwaar beschadigde dieren (klasse D) met overlevingskans nul (1). De overige 30% is ingevuld overeenkomstig de verhoudingen en sterftekansen zoals die tijdens het onderzoek aan boord van de Tridens zijn gemeten. Daaruit is vervolgens het percentage overleving in de vangst berekend (naar Van Marlen, 2005b)..

#### 4.4 Huidbeschadigingen en stressparameters in het bloed

Naast de overleving van ondermaatse tong is gedetailleerd onderzoek gedaan naar de huidbeschadigingen bij deze vis en naar parameters in het bloed op grond waarvan het optreden van stress kan worden beoordeeld (Van Marlen et al., 2005b). Bij zowel tong als schol werden statistisch significant meer huidbeschadigingen aangetroffen bij dieren gevangen met het wekkertuig (figuur 6). Onderzoek aan bloedparameters (glucose, vrije vetzuren, cortisol en lactaat) lieten geen verschil zien tussen beide tuigen in de mate van stress direct na de vangst noch in het herstel daarvan.



**Figuur 6.** Huidbeschadigingen bij tong en schol in procenten van het rugoppervlak (Van Marlen 2005b).

## 5. Overleving bodemdieren

### 5.1 Directe sterfte van bodemdieren

In 1999 is de directe sterfte van gevangen bodemdieren onderzocht (Van Marlen et al. 2000). De sterfte van kreeftachtigen gevangen met de pulskor (gemiddeld 29%) bleek in het algemeen lager dan van dieren gevangen met het wekkertuig (47%). Voor schelpdieren (resp. 55% en 56%) was geen verschil waarneembaar. De algemeen conclusie in deze studie is dat het gebruik van de pulskor in ieder geval geen nadelige invloed heeft op de overlevingskansen van onderzochte soorten vis en bodemdieren.

soort	Overleving in %		Totaal aantal	p
	Conv.	Puls		
Helmkrab ( <i>Corysttes spec.</i> )	36%	56%	403	<0.05
Zwemkarb ( <i>Liocarcinus sp.</i> )	55%	60%	477	n.s.
Heremiet zonder schelp ( <i>Pagarus sp.</i> )	36%	62%	51	<0.05
Heremietkreeft met schelp ( <i>Pagarus sp.</i> )	100%	100%	67	n.s.
Noordzeekrab ( <i>Cancer sp.</i> )	83%	75%	59	n.s.
Noordkromp ( <i>Artica sp.</i> )	20%	32%	34	n.s.
Gedoornde hartschelp ( <i>Acanthocardia sp.</i> )	68%	59%	293	n.s.

**tabel 6** Overleving van invertebraten in de vangst, 7 m prototype, treduur 1 – 2 uur, met een conventionele kor en de pulskor. (naar Van Marlen, 2000).

## 5.2 Sterfte van bodemdieren in vissporen

Als onderdeel van een bredere studie naar de invloed van bodemberoerende visserij heeft in 2000 onderzoek plaatsgevonden in vissporen van het toen beschikbare 7 m pulstuig (Van Marlen et al., 2001). Daarbij werden trawlsporen gemaakt op de Oestergronden, welke voor en na bevissing zijn bemonsterd. De directe sterfte van invertebraten in de trawlsporen bleek in dit onderzoek voor de pulskor kleiner dan voor een vergelijkbaar conventioneel tuig.

Dit vissporenonderzoek heeft voor latere prototypen niet meer plaatsgevonden. De reden daarvoor was dat dergelijk onderzoek erg kostbaar is, de uitkomsten met het 7 m tuig geen directe negatieve effecten van het gebruik van het wekvelde heeft laten zien en deze ook niet zijn te verwachten aangezien de veldsterktes in latere prototypen zijn afgenomen (figuur 1).

## 5.3 Langere termijneffecten op bodemdieren.

Langere termijneffecten van het gebruik van elektrische stimuli op de overleving van ongewervelde bodemdieren zijn onderzocht door Smaal et al. (2005). In eerder genoemde aquariumopstelling is daartoe een aantal diersoorten uit verschillende hoofdgroepen blootgesteld aan elektrische pulsen. Om de tolerantie te testen is gewerkt met een puls met groter vermogen en langere duur dan de veldsituatie. Reacties zijn geregistreerd tijdens en na afloop van de puls. De overleving is over een periode van 3 weken gemonitord.

Tijdens de puls is als directe reactie bij de kreeftachtigen een momentane verkramping geconstateerd, bij schelpdieren het kort sluiten van de schelpen en bij slakken het geheel of gedeeltelijk terug trekken in het huisje. Bij de stekelhuidigen en wormen werd geen directe reactie waargenomen. Meteen na de puls was er geen verschil in gedrag tussen blootgestelde en controle-dieren met uitzondering van de steurgarnaal, die soms nog even bleven liggen. Bij prikkeling ontstond er wel meteen een reactie. Bij de schelpdieren die normaal in het zand leven werd, bij het ingraven, geen verschil tussen blootgestelde en controle dieren waargenomen. Ook was er geen merkbaar effect op de filtratie activiteit van kokkels en mossels. De overleving van zowel dieren die 1 keer en als dieren die 3 keer zijn blootgesteld week niet af van de controle groep.

Aangezien de blootstelling aan een relatief sterke puls geen effecten liet zien na de blootstelling, wordt door Smaal et al. (2005) geconcludeerd dat geen aanwijzingen zijn gevonden voor mogelijke schadelijke effecten onder veldomstandigheden voor de hier gebruikte diersoorten.

## 6. Kennislacunes ecologie

### 6.1 Kraakbeenvissen

Kraakbeenvissen hebben zintuigen waarmee elektrische velden kunnen worden waargenomen. Deze dieren maken daarvan gebruik bij het vinden van prooien. Het is denkbaar dat het elektrisch veld van de pulskor invloed heeft op deze dieren en deze zintuigen mogelijk zelfs beschadigen. Dit is in een literatuurstudie nader onderzocht (Mulder, 2005). Daaruit blijkt dat de veldsterktes die door haaien en roggen kunnen worden waargenomen veel lager liggen dan de sterktes zoals die worden gegenereerd in het wekveld. Literatuur waaruit blijkt dat zintuigen al dan niet kunnen worden beschadigd dan wel zodanig worden gestoord dat dit het voedselzoeken belemmert, is niet gevonden. Hier ligt een kennislacune die met aquariumexperimenten verder zou kunnen worden ingevuld.

### 6.2 Kabeljauw

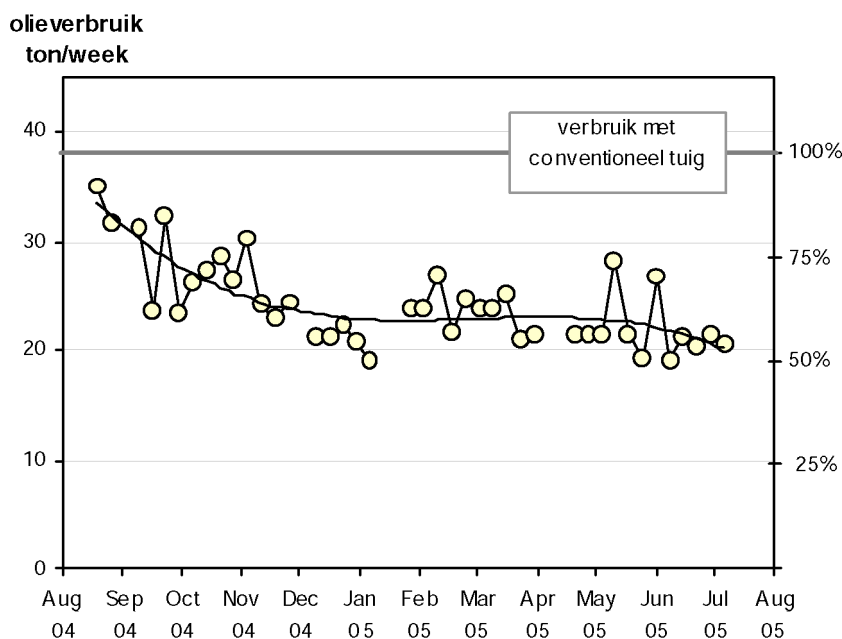
Kabeljauw (*Gadus morhua*) gevangen met de pulskor blijkt soms te zijn beschadigd aan de ruggengraat ter hoogte van de anus. De ruggengraat is meestal gebroken. Bij kabeljauw uit het wekkertuig is dit verschijnsel niet waargenomen. Verondersteld wordt dat kabeljauwen in het wekveld een dermate sterke spiercontractie vertonen dat zij zelf hun rug breken. De reden waarom sommige dieren wel en sommige dieren niet zijn beschadigd raken niet duidelijk. De meest logische verklaring hiervoor is dat niet beschadigde dieren niet in de directe nabijheid van de elektroden zijn geweest, maar bijvoorbeeld langs de bovenzijde of langs de vlerken van het net naar binnen zijn gezwommen. Wanneer dit het geval is, kan dit probleem door technische aanpassingen in het net waarschijnlijk worden opgelost.

Het breken van ruggen is vooral nadelig voor de economische rentabiliteit, aangezien de overlevingskansen van kabeljauw die worden opgevisst toch al nihil zijn omdat bij het ophalen van de netten de zwemblaas van deze vissen knapt. Dit ligt anders wanneer ook ondermaatse kabeljauw die door de mazen ontsnapt beschadigd raakt. Hetzelfde geldt mogelijk voor verwante soorten als de wijting. Deze problematiek zal middels experimenten en metingen aan boord van de UK153 nog in 2005 nader worden onderzocht.

Gerelateerd aan het voorgaande is de vraag in hoeverre het wekveld uitstraalt buiten het visspoor. Veldsterktes nemen exponentieel af van de afstand tot de bron. Gegeven de benodigde afstand tussen de elektroden van 30 cm treden door veldsterktes die nodig zijn voor het opwekken van platvis buiten het visspoor niet op. Met een afstand tussen de het veld en de buitenzijde van het vistuig (>1 m) liggen de veldsterktes aanzienlijk lager. In hoeverre deze kraakbeenvissen nog kunnen beïnvloeden is onduidelijk. Dat buiten het visspoor kabeljauw nog hinder heeft is onwaarschijnlijk, aangezien de gevangen onbeschadigde vis in het net aan veel hogere veldsterktes moet hebben blootgestaan.

## 7. Economische rentabiliteit

Bij het opstellen van dit rapport waren bedrijfsgegevens uit het praktijkonderzoek nog maar mondjesmaat beschikbaar. De uitkomsten van het eerste halfjaar van de praktijkproef zijn wel al gerapporteerd (De Wilde, in prep.), maar deze periode is weinig representatief vanwege de technische aanloopproblemen die eerst moesten worden opgelost. Uitgaande van de weken dat wel min of meer bedrijfsmatig kon worden gevist blijken de besommingen ongeveer 30% achter te blijven bij die van de vier in deze studie betrokken referentieschepen (voorlopige cijfers, De Wilde, in prep.). Sinds het voorjaar van 2005 laat de techniek toe dat meer bedrijfsmatig kan worden gevist en ook de verder gelegen visgebieden kunnen worden opgezocht. De besommingen zijn daarbij verbeterd, maar liggen nog steeds een tiental procenten lager dan van de collega's (pers. comm. schipper UK153). Daar tegenover staat dat met de pulskor een aanzienlijke besparing op de brandstofkosten wordt behaald. In [figuur 8](#) is het brandstofverbruik over de afgelopen jaar weergegeven. Ten tijde dat de UK153 nog viste met de wekkertuigen was het brandstofverbruik ongeveer 38,000 liter/week. Dat is inmiddels gedaald naar ongeveer 21,000 liter/week, oftewel een besparing met 45%. De dalende trend in het verbruik is het gevolg van het optimaliseren van de vissnelheid en technische aanpassingen zoals het gebruik van dunner netwerk.



**figuur 8.** Olieverbruik per week sinds de aanvang van de praktijkproef in de zomer van 2004.. Voor aanvang van de proef was het olieconsumptie gemiddeld 38 ton per week (pers. comm. Van Slooten, schipper UK153).

Verdere kostenbesparingen tekenen zich af ten gevolge van de verminderde slijtage van het vistuig (netwerk, geen wekkers) en minder motoronderhoud. Daarnaast leidt de betere kwaliteit van de aangevoerde vis (minder kneuzingen, huid en slijm laag zijn beter in tact) tot



een betere prijs in de markt. Uit een nadere analyse moet blijken in hoeverre deze meevallers de toch nog achterblijvende besommingen, maar bijvoorbeeld ook de extra onderhoudskosten en afschrijving van het Pulstuig in de toekomst compenseren.

## 8. Toekomst pulsvisserij

Het tot nu toe uitgevoerde onderzoek laat zien op dat er met de pulskor een lonende visserij mogelijk is met een substantiële vermindering van negatieve effecten op het bodemleven en de discards van met name schol. Vanwege onzekerheden in de meetgegevens en de grote ruimtelijke en temporele variatie in de Noordzee is het lastig verbeteringen ten aanzien van het milieu te kwantificeren. Maar dat er winst is te behalen voor de ecologische waarden van de Noordzee (minder bodemverstoring), het beheer van commerciële visbestanden (minder discards en betere overleving), maar ook ten aanzien het verminderen van de uitstoot van CO<sub>2</sub> gekoppeld aan het brandstofverbruik, is evident.

Voor de vissers is van belang of dit systeem ook economisch rendabel kan worden ingezet. Dit lijkt voorsnog het geval. Het praktijkonderzoek zoals dat momenteel wordt uitgevoerd met de UK153 zal daar meer inzicht in moeten geven. In het verlengde van de stijgende brandstofprijzen is ook de belangstelling vanuit de sector gegroeid. Gegeven de reductie in benodigde trekkracht en daarmee in het benodigde motorvermogen, kan bij nieuwbouw met het plaatsen van een minder krachtige voorstuwingsmotor een deel van de investeringskosten voor de pulskor mogelijk al direct worden terugverdiend.

Een kanttekening hierbij is wel dat de pulskor voor sommige gebieden minder geschikt is, en verder zal moeten worden doorontwikkeld. Met name in gebieden met stenen is het risico op beschadiging van het huidige pulstuig nog te groot. Daarnaast zullen vissers met een relatief groot tongquotum eerder baat hebben bij de pulskor dan vissers die zich toeleggen op schol. Verder zal ook technisch de pulskor zijn waarde eerst verder in de praktijk moeten bewijzen. De verwachting is dat medio 2006 de pulskor voor grote boomkorschepen zou kunnen worden geïntroduceerd.

Ten aanzien van een verdere ontwikkeling van de pulsvistechniek wordt gedacht aan een vissysteem voor kotters tot 300 PK dat bruikbaar is voor zowel de platvisvisserij als voor de visserij op garnalen. Met name voor de garnalenvisserij wordt vermoed dat het mogelijk is een selectief vistuig te ontwikkelen waarmee discards van met name kleine platvis kunnen worden geminimaliseerd.

## 9. Literatuur

- Alverson, D.L., M.H. Freeburg, S.A. Murawski and J.G. Pope, 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. No 339, Rome, FAO.
- Agricola, J.B., 1985a. Elektrische stimulering van platvis: Resultaten, conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van experimenten uitgevoerd in 1984. RIVO-rapp. TO 85-02. RIVO, IJmuiden. (in Dutch)
- Agricola, J.B., 1985b. Experiments on electrical stimulation of flatfish in beamtrawling during 1984. ICES CM 1985/B:36.
- Anon., 2002. Reduction of adverse environmental impact of demersal trawls (REDUCE). Final Report EU-contract FAR-CT-97-3809, 257 p.
- Beek, F.A. van, 1988. Discarding in the Dutch beam trawl fishery. ICES CM 1998/BB:5
- Beek, F.A., P.I. van Leeuwen, A.D. Rijnsdorp, 1990. On the survival of plaice and sole discards in the otter trawl and beam trawl fisheries in the North Sea. Neth. Journ. of Sea Res. 26(1): 151-160.
- Bergman, M.J.N. & J.W. van Santbrink, 2000. Fishing mortality of populations of megafauna in sandy sediments. In: Kaiser, M.J. & S.J. de Groot (eds), 2000.
- Groot, S.J. de & H. Lindeboom., 1994. Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resource management and protection of the North Sea. NIOZ rapp. 1994-11. RIVO-rapp. CO26/94.
- Jennings, S., T.A. Dinmore, D.E. Duplisea, K.J. Warr & J.E. Lancaster, 2001. Trawling disturbance can modify benthic production processes. *Journal of Animal Ecology* 70: 459-475.
- Lindeboom, H.J. & S.J. de Groot, 1998. Impact II, the effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic Ecosystem. NIOZ-Rapp. nr. 1998-1, Texel, RIVO-DLO Rapp. nr. C003/98, IJmuiden.
- Marlen, B. van, 1997. Alternative stimulation in fisheries. Final Report EU-project AIR3-CT94-1850, June 1997.
- Marlen, B van, H. van Lavieren, G.J. Piet, J.B. van Duijn, 1999. Vergelijkend onderzoek naar de selectiviteit van een prototype elektrische boomkor en een conventionele kor met wekkerkettingen. RIVO-rapp. 99.006. RIVO, IJmuiden. (in Dutch)
- Marlen, B van, A.R. Boon, L.G. Oschats, J.B van Duijn, M. Fonds, 2000. Vervolgonderzoek in 1999 aan de elektrische boomkor. Rivo-rapport C018/00. RIVO, IJmuiden. (in Dutch)
- Marlen, B. van, Bergman, M.J.N., Groenewold, S., and Fonds, M., 2001. Research on diminishing impact in demersal trawling – The experiments in The Netherlands, ICES CM 2001/R:09.
- Marlen, B. van, S Ybema, A Kraayenoord, M. de Vries en G. Rink, 2005a. Vergelijking van vangsten van een 12m pulskor met een conventionele wekkerboomkor. RIVO-rapp. C043/05. RIVO, IJmuiden. (in Dutch)
- Marlen, B. van, J.W. van der Vis, K. Groeneveld, P. Groor, M. Warmerdam, R. Dekkeer, E. Lambooi, J. Kals, M. Veldman, en M Gerritzen, 2005b. Overleving en fysieke conditie van tong en schol gevangen met een 12 m pulskor en een conventionele wekkerboomkor. RIVO-rapp. C044/05. RIVO, IJmuiden. (in Dutch)
- Mulder, P., in prep.. Influences of the pulse trawl on rays and sharks. Review. University of Groningen (NL).
- Quirijns, F.J., M.A Pastoors en W.L.T. van Densen, 2004. Catch and effort data of plaice (and sole) in the North Sea: bringing different data sources together. Working document presented to ICES WGNSSK 2004.