

Wageningen IMARES

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Vestiging IJmuiden
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax: 0255 564644

Vestiging Yerseke
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax: 0113 573477

Vestiging Texel
Postbus 167
1790 AD Den Burg Texel
Tel.: 0222 369700
Fax: 0222 329235

Internet: www.wageningenimares.wur.nl
E-mail: imares@wur.nl

Rapport

Nummer: C046/06

Voortgangsrapportage TWINSON (2005)

F. Storbeck, P. de Theije (TNO D&V) ¹⁾

¹⁾ TNO D&V, Oude Waalsdorperweg 63, Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Opdrachtgever: Jaczon B.V.
Vissershavenweg 35
2508 AE Den Haag

Project nummer: 3261251003

Aantal exemplaren:	6
Aantal pagina's:	12
Aantal tabellen:	1
Aantal figuren:	9
Aantal bijlagen:	-

Wageningen IMARES is een
samenwerkingsverband tussen
Wageningen UR en TNO. Wij zijn
geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr.
34135929 BTW nr. NL
811383696B04



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

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

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
Samenvatting.....	3
Inleiding.....	3
Materiaal en Methoden.....	4
Resultaten	7
Fase A	7
Fase B	10
Fasen C en D.....	10
Discussie.....	11
Literatuur.....	11

Samenvatting

Teneinde aan boord van trawlers in staat te zijn de grootte van makrelen of horsmakrelen te bepalen nog voordat ze gevangen kunnen worden is gebruik gemaakt van twee sonars in een bi-statische opstelling. Tijdens de experimenten is aangetoond dat deze methode zonder meer goed kan werken. Met de huidige apparatuur is het echter niet mogelijk om de groottebepaling met voldoende nauwkeurigheid uit te voeren wil ze zinvol zijn. Met nieuwere apparatuur zou dit echter wel mogelijk moeten zijn.

Inleiding

Makreel en horsmakreel worden gemengd gevangen. Bij het vissen op horsmakreel op de Noordzee moet de bijgevangen makreel voor het grootste gedeelte overboord worden gezet, vanwege het TAC- en quotabeleid en de vigerende technische maatregelen. Dit verhoudt zich slecht met een rationele exploitatie van visbestanden.

Sinds 1993 is onderzoek uitgevoerd naar de ontwikkeling van selectievere visserijtechnieken in de pelagische zeevisserij. Uitvoering van het praktijkonderzoek aan boord van de bedrijfsschepen, de zogenaamde WIRON-schepen (SCH22 en SCH23) van Rederij Jaczon B.V., garandeerde daarbij een optimale bundeling van de theoretische kennis van het RIVO met de praktijkervaring van de schippers [1]. Naast netconfiguraties werd in '97 en '98 gewerkt met geavanceerde visopsporingsapparatuur. Uit in 1999 en 2000 uitgevoerd onderzoek is gebleken dat het niet goed mogelijk is om met behulp van de gegevens die op deze wijze aan boord van een van de twee in span vissende vaartuigen verzameld worden te bepalen of een school vis voor het net uit makreel dan wel horsmakreel bestaat [3,4]. Overleg met het toenmalige TNO-FEL (nu opgegaan in TNO D&V) heeft echter geleerd dat er een mogelijkheid is om met behulp van twee sonars aan boord van beide spanners een beter beeld van de afzonderlijke vissen te verkrijgen [2]. De sonars moeten daartoe het zelfde frequentiebereik hanteren terwijl een van de twee sonars passief moet luisteren naar de echosignalen die verkregen worden uit de puls van de andere sonar. Idealiter moeten beide sonars synchroon opereren. De visherkenning, voordat de vis daadwerkelijk in het net komt (pre-selectiviteit), is in beginsel niet alleen van belang voor de visserij op horsmakreel, maar voor alle vormen van pelagische visserij. De spanvisserij leent zich echter goed voor het doen van experimenten. Mocht de hier te onderzoeken methode bruikbaar blijken te zijn, dan is het voorzienbaar dat ze aangepast kan worden om ook bij andere vormen van pelagische visserij toegepast te kunnen worden.

In 2000 en 2001 werd tijdens het WIRON project gebruik gemaakt van twee smalbandige (1 kHz) sonars gebruikt op twee WIRON schepen van Jaczon (Scheveningen) [5]. Bij dit project waren alleen 'screen-captures' beschikbaar en was er geen goede synchronisatie tussen schepen mogelijk. Geconcludeerd werd dat er direct gebruik gemaakt moest worden van akoestische data, dat kennis over de transmissietijd noodzakelijk is en dat het bistatisch principe goed kan werken als de vis zich in de nabijheid van de schepen bevindt.

Het TWINSON project is een voortzetting gebaseerd op deze conclusies. Voor aanvang van het project had Jaczon B.V. twee nieuwe spanners in aanbouw. Daardoor kon op relatief goedkope wijze de benodigde apparatuur ingebouwd worden. Jaczon B.V. was bereid om deze investeringen te doen en gedurende achttweken per jaar experimenten met deze schepen te laten doen.

Het project is onderverdeeld in een aantal fasen:

- A - detectiefase
 - Ontwikkelen detectiealgoritmes voor hoogfrequente bistatische sonar
 - Sonars laten samenwerken
 - Systeemparameters zo nauwkeurig mogelijk verkrijgen
 - Goede displaying bewerkstelligen
- B - classificatiefase
 - Ontwikkelen classificatiealgoritmes
- C - real-time fase
 - Aantonen real-time gebruik van systeem
- D - demonstratiefase
 - Demonstreren complete systeem op zee.

Materiaal en Methodes

De methode maakt gebruik van twee sonars aan die zich op enige afstand van elkaar bevinden. Beide sonars genereren geluidspulsen waarna een van de sonars de eventuele door vis veroorzaakte echo's registreert (zie fig. 1).



Fig 1 - Principe bistatische sonar, de sonar op de Wiron 5 detecteert zowel de echo's van de pulsen die door de Wiron 5 zelf zijn uitgezonden (in groen weergegeven) als die door de Wiron 6 zijn uitgezonden (paars). Op deze wijze kan de resolutie bij het bepalen van de grootte van een vis aanzienlijk verbeterd worden. Bij een enkele multi frequency sonar kan men vrij nauwkeurig de afstand tot een vis bepalen. Met deze monostatische op-stelling is de richting waarin de vis zich bevindt veel minder goed te bepalen. In fig 2 is dit principe weergegeven.

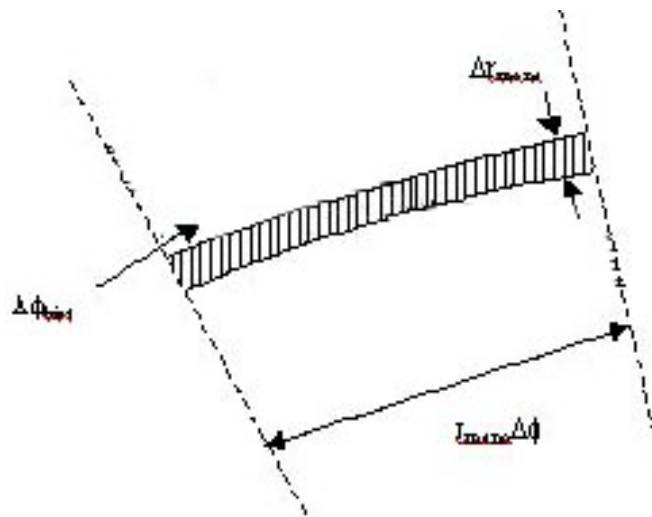


Fig. 2 – Als een sonar een echo ontvangt van een doel onder water kan wel de afstand tot de sonar goed bepaald worden maar niet de richting. In dit voorbeeld moet het doel ergens in het gearceerde gebied liggen. De sonar bevindt zich rechtsonder op het punt waar de twee convergerende lijnen elkaar snijden.

Door nu twee sonars te gebruiken kan de richting van waaruit de echo komt veel beter bepaald worden. Het concept achter deze bistatische opstelling is weergegeven in fig 3.

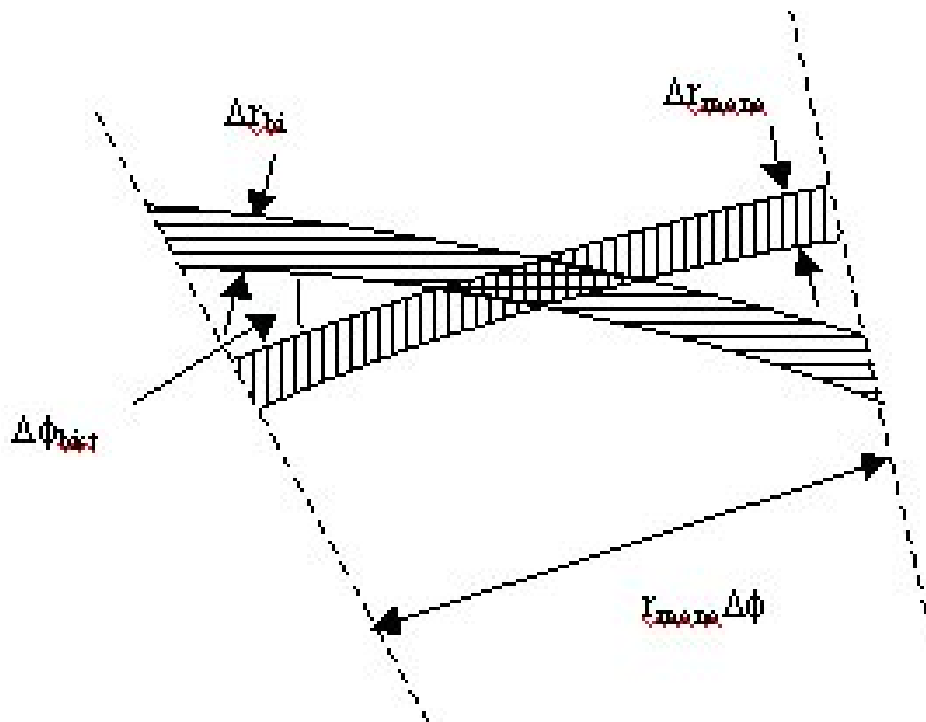


Fig. 3 – Als twee sonars een echo van hetzelfde onderwater doel ontvangen moet het zich bevinden in het gebied waar beide gearceerde gebieden elkaar overlappen.

In plaats van met twee sonars vis te observeren kan men dit natuurlijk ook doen met een enkele sonar waarbij deze sonar de echo's ontvangt van de geluidspulsen die om en om door de twee sonars worden uitgezonden. Daarmee hoeft de informatie die door de andere sonar is ontvangen niet verstuurd te worden naar de analyserende sonar. Omdat de ontvangende sonar zich elders bevindt is het gebied waarin een vis zich moet bevinden ellipsvormig. De vorm van deze ellips kan bepaald worden als de onderlinge posities van de sonars bekend is.

Teneinde deze ellipsvorm met voldoende nauwkeurigheid te bepalen om daarmee vervolgens de groottebepaling van vis te kunnen berekenen moet een aantal parameters met voldoende nauwkeurigheid beschikbaar zijn. Deze zijn in tabel 1 weergegeven [6].

Tabel 1 – Gewenste nauwkeurigheden. c is de geluidssnelheid; t_{str} is de reistijd van de geluidspuls van WIRON-6 via doel naar WIRON 5; t_{sr} is de reistijd van de geluidspuls van WIRON 6 naar WIRON 5; δ is de hoek tussen doel en WIRON 6 gezien vanuit WIRON 5; Δx is fout in de afstand tussen de sonars en Δy de fout in de positie afstand tussen de sonars loodrecht op deze richting.

Parameter	Gewenste nauwkeurigheid	Implicatie voor meetsysteem
c	34.6m / s	-
t_{str}	4.30ms	$t_{offset} \leq 4.10ms$
t_{sr}	4.85ms	$\Delta x \leq 4.93m$
δ	4.0°	$\Delta y \leq 6.98m$

Fase A:

Aan boord van de twee WIRON-kotters werden tijdens de nieuwbouw fase twee SIMRAD SH-80 multi-frequency sonars ingebouwd. Om de afstand voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen moet de bandbreedte ten minste 15 kHz zijn. De afstandsresolutie Δr kan dan theoretisch 15 cm zijn. Tijdens de experimenten bleek dit bij lange na niet gehaald te worden ($\Delta r = 2$ m).

Om de posities van de sonardomes ten opzichte van elkaar te kunnen bepalen (zie tabel 1) moesten de posities van de domes t.o.v. de GPS antennes bepaald worden en moet tijdens de experimenten de roll, pitch en koers van de vaartuigen worden geregistreerd.

Door SIMRAD en TNO zijn aanpassingen gedaan waardoor de akoestische signalen direct van de transducers van de sonars op een computer konden worden opgeslagen. Tevens werd een radiolink tussen de twee schepen gerealiseerd waardoor gegevens omtrent de transmissietijden en de posities van de sonardomes onder het schip kunnen worden doorgegeven. Een en ander is schematisch weergegeven in fig. 4.

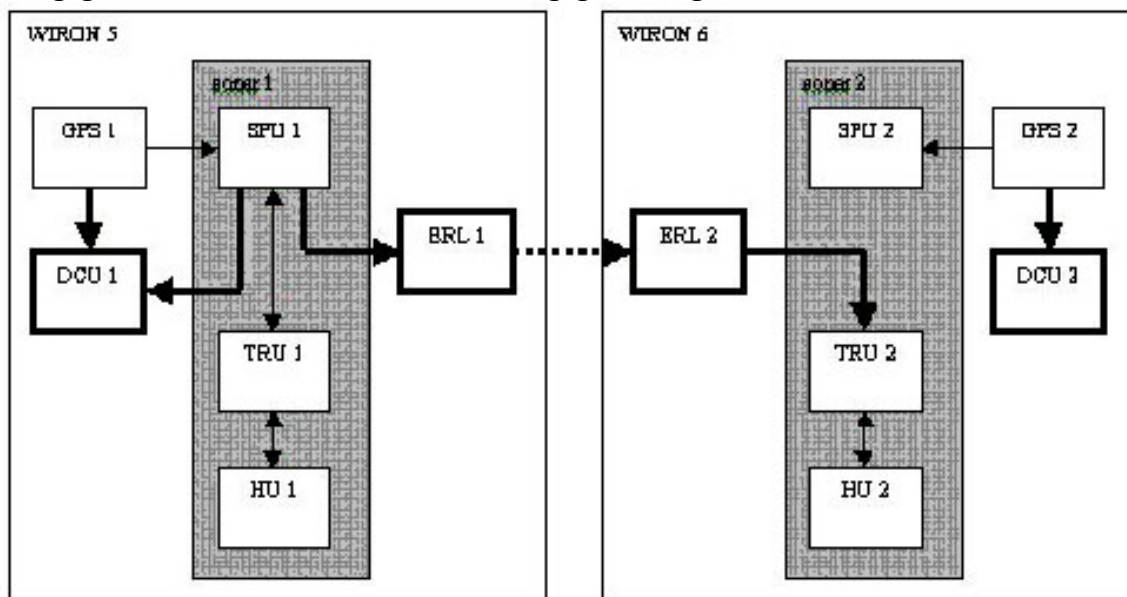


Fig. 4 – Schematische weergave van de sonarconfiguratie aan boord van de WIRON 5 en WIRON 6: GPS – GPS ontvanger; DCU = data collection unit; SPU = screen processing unit (display sonars); TRU = trigger unit; HU = sonar unit; ERL = ethernet radio link.

Op de WIRON 6 is de display unit losgekoppeld van de trigger unit. De triggering van deze sonar wordt aangestuurd door de display unit aan boord van de WIRON 6 via de radiolink tussen beide schepen. Gegevens over positie en echosignalen worden op twee computers opgeslagen voor latere analyse.

De experimenten zijn meestal uitgevoerd in de weken in september en augustus. Die periode is horsmakreel voor de Nederlandse kust aanwezig en is het makreel quotum vaak al opgevist. Dit is dus de periode dat het systeem zijn dienst zou moeten bewijzen. TNO droeg zorg voor de voorbereiding, de plaatsing van de apparatuur aan boord en IMARES stuurde waarnemers mee die de apparatuur bedienden en de vangsten bemonsterden. Na afloop van de reis werden de gegevens overgedragen aan TNO, die zorg droeg voor verdere analyse.

Resultaten

Fase A

Fig 5 laat het beeld zien van de sonar displays op de WIRON 5. Links ziet men het beeld wanneer de WIRON 6 zelf een puls uitzendt, rechts het beeld als de WIRON 6 een puls heeft uitgezonden en de WIRON 5 de echo's ontvangt. De WIRON 6 bevindt zich dwars aan stuurboord van de WIRON 5 (midden). Het rechterbeeld is niet gecorrigeerd voor de ellipsvorm die er eigenlijk zou moeten zijn.

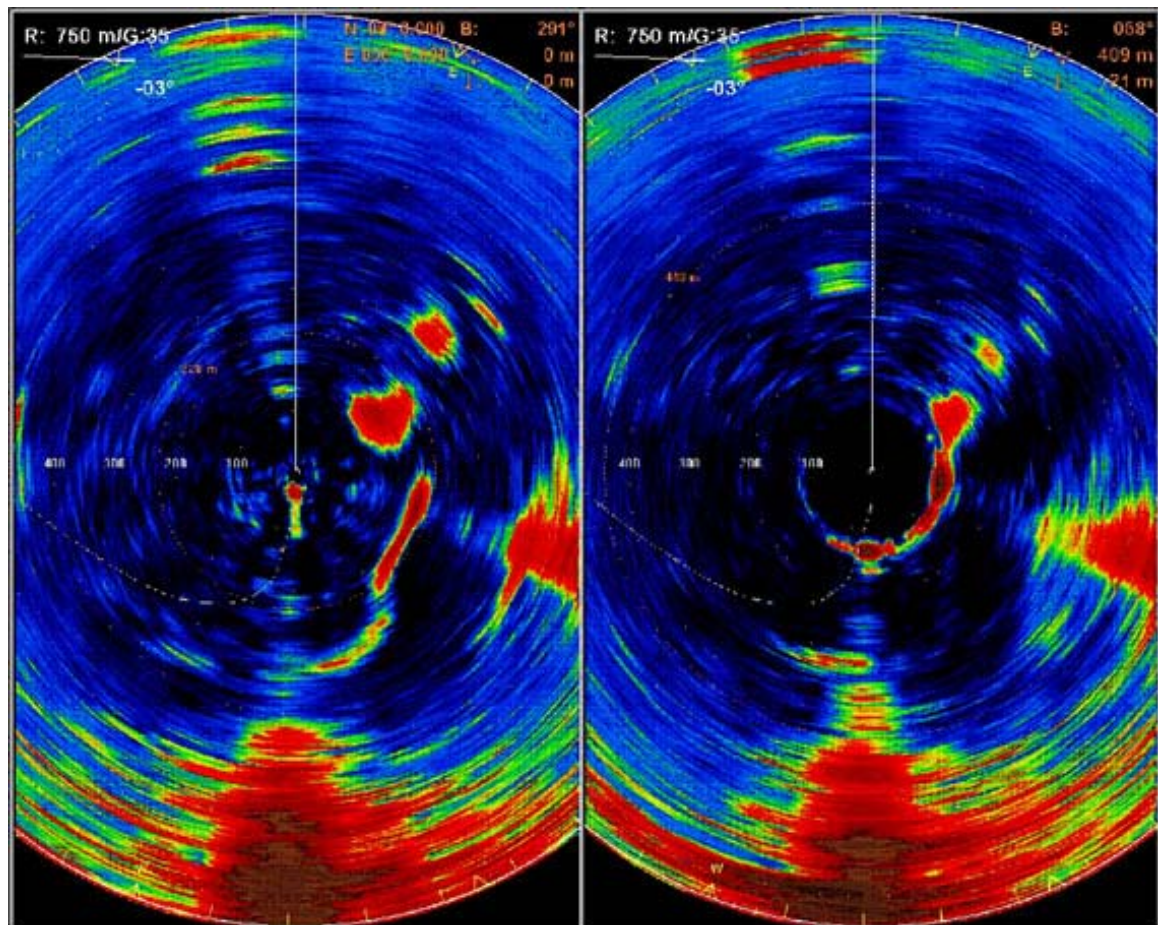


Fig 5 – Sonar beelden aan boord van de WIRON 5, links het beeld als de WIRON 5 zelf een puls heeft uitgezonden, rechts zoals het beeld is wanneer de WIRON 6 een puls heeft uitgezonden.

Fig 6 laat het een deel van het beeld zien zoals dat door TNO is berekend aan de hand van een monostatische ping. Duidelijk is te zien dat er een aantal echo's zijn. De vormen komt overeen met die in fig 3.

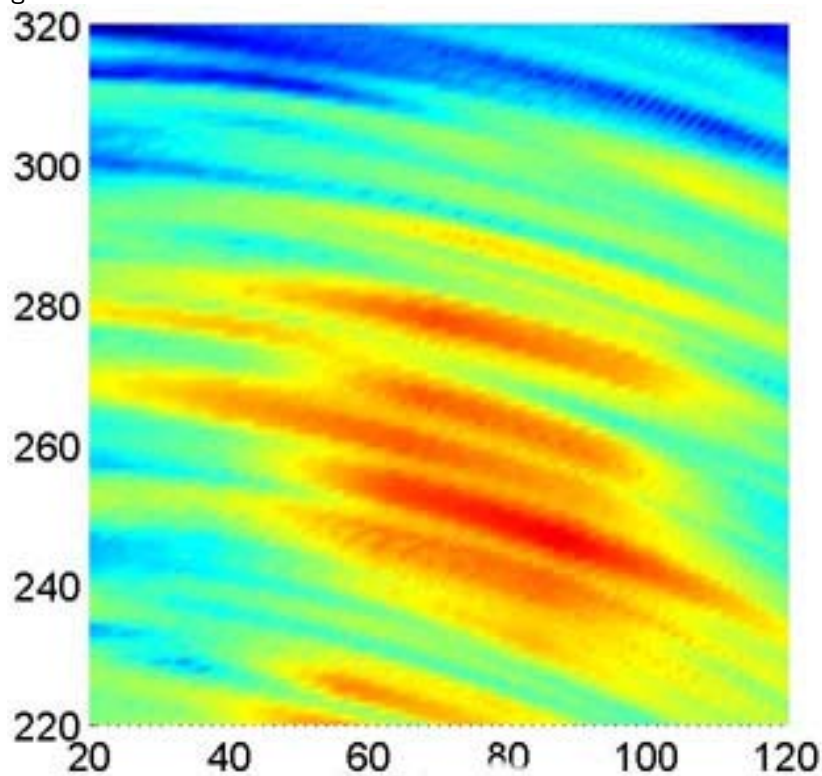


Fig 6 – Berekende beeld van echo's bij een monostatisch ping (d.w.z. puls is uitgezonden door WIRON 5).

Fig 7 laat dezelfde echo's zien, maar nu na een bistatische ping. De echo's zijn hier gecorrigeerd naar de juiste ellipsvorm.

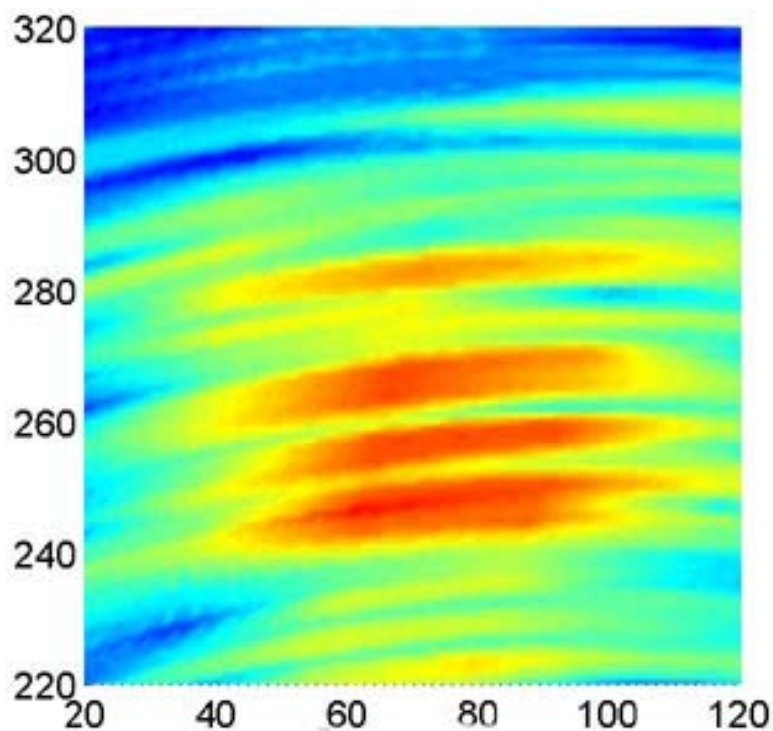


Fig 7 - – Berekende beeld van echo's bij een bistatisch ping (d.w.z. puls is uitgezonden door WIRON 6, echo's ontvangen op WIRON 5).

Deze twee beelden kunnen nu over elkaar gelegd worden waardoor een nauwkeuriger grootte bepaling van de doelen bereikt wordt (fig. 8).

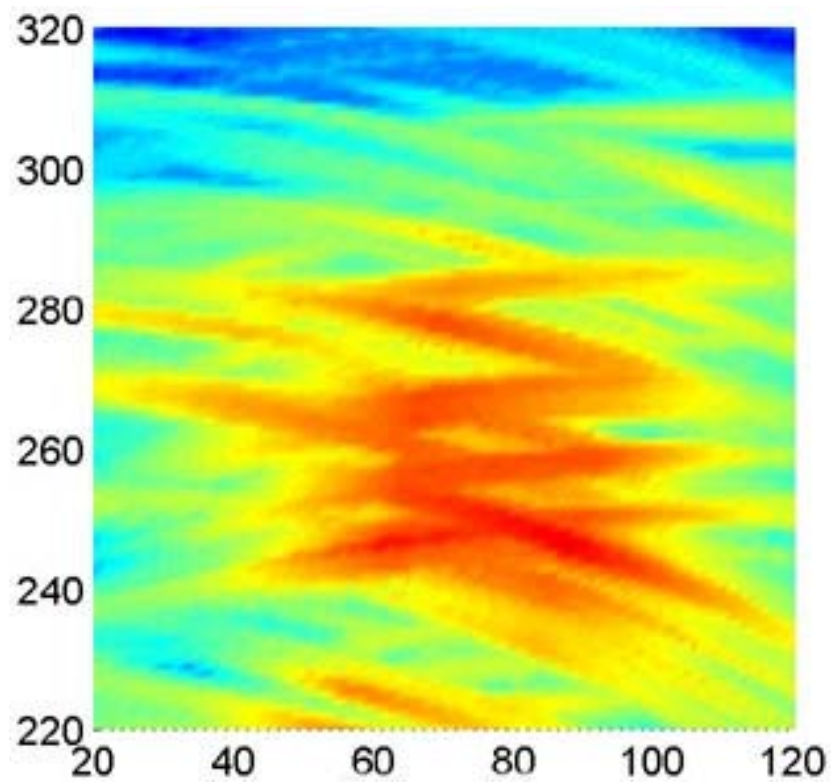


Fig. 8 – Combinatie van mono- en bistatisch beeld.

Met de nu beschikbare middelen kan op deze wijze een resolutie van 30 cm bereikt worden in de groottebepaling van een vis.

Fase B

Op grond van een aantal kenmerken in de echosignalen zou het systeem moeten kunnen differentiëren tussen vis en niet-vis doelen. Fig 9 laat een aantal criteria zien. Op de horizontale as is de waarde van deze criteria af te lezen en langs de verticale as de frequentie. Met name de amplitudes lijken bruikbaar te zijn om doelen te kunnen classificeren.

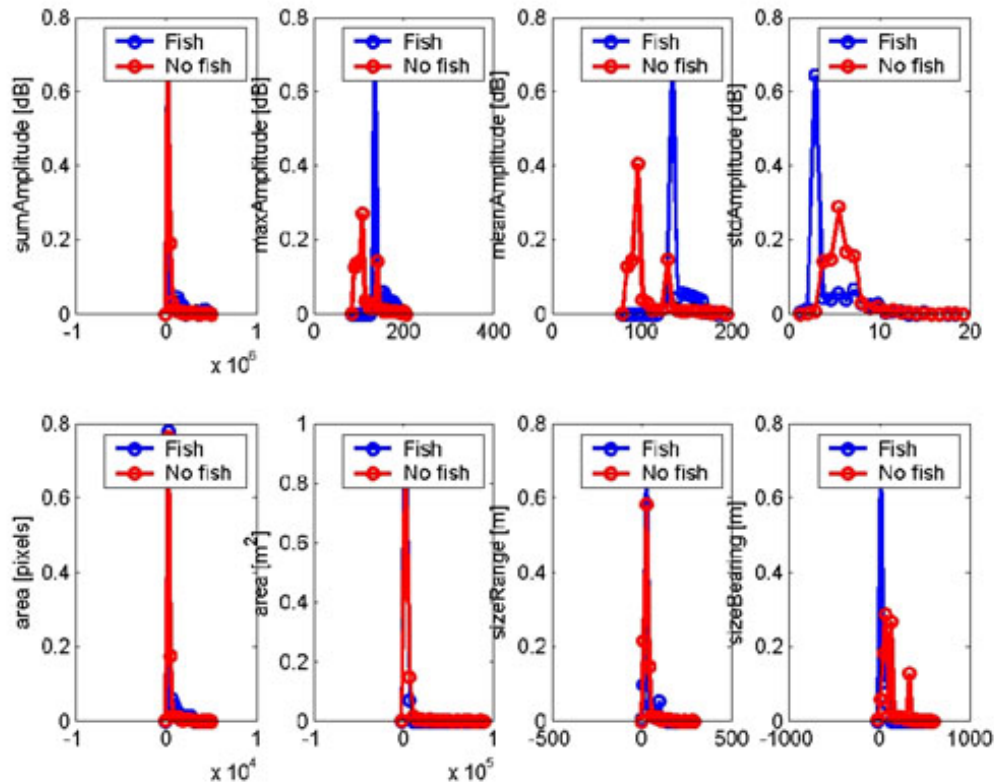


Fig 9 – Frequenties van een aantal meetbare criteria bij vis en niet-vis doelen.

Zodra de grootte van de vis bekend is kan het bij makreel en horsmakreel problematiek ook een uitspraak gedaan worden over welke soort het vermoedelijk betreft. Dit kan gedaan worden door de target strength van de vis te bepalen. Dit is de verhouding van de door de vis opgenomen geluidsenergie en de door de vis weerkaatste energie te bepalen. [3]. Deze target strength is namelijk voor beide vissoorten zeer verschillend, maar wel afhankelijk van hun grootte.

Fasen C en D.

Tijdens het project zijn er nogal wat tegenslagen geweest. Belangrijkste punt was wel dat wat volgens SIMRAD een multifrequency sonar genoemd werd dit door ons anders werd gezien. Daardoor moest veel extra werk worden gedaan om de vier beschikbare frequenties binnen de bandbreedte van 5 kHz toch te kunnen gebruiken. Verder is een aantal reizen mislukt omdat we niet in staat waren om voldoende waarneming aan vis te doen. Ook was de bemonsterings-frequentie van de echosignalen te laag en heeft de WIRON 6 een tijdlang de verkeerde signalen uitgezonden door een fout in de sonar programmatuur. Dit laatste heeft veel tijd gekost omdat het lang zoeken was naar de oorzaak. Vervolgens moest de nieuwe programmatuur geïnstalleerd worden en moest het systeem in de haven van Scheveningen getest worden. Daardoor zijn we niet in staat geweest om een real-time toepassing te bouwen en om een demonstrator op te leveren.

Discussie

Uit de resultaten is gebleken dat doelen tot op ca. 200 tot 300 meter goed te detecteren zijn met de twee SH80 sonars en dat het goed mogelijk is om de ene sonar door de andere te laten besturen.

Teneinde de theoretische resolutie van centimeters te kunnen bereiken zullen aanpassingen aan de sonars gedaan moeten worden. De sonar zal in staat moeten zijn om een puls te genereren met een continu verlopende frequentie binnen een bandbreedte van 15 kHz. Mogelijk dat andere fabrikanten in staat zijn een dergelijk apparaat te leveren.

Teneinde een real-time applicatie te kunnen realiseren dient een deel van de berekeningen buiten de Sonar apparatuur plaats te vinden, wat snelle hard- en software vereist.

Literatuur

- [1] Hak, W. van der, A. Kraayenoord, 1998, Selectie horsmakreel/makreel bij de pelagischje spanvisserij, praktijkonderzoek 1998, C072/98, RIVO-DLO, IJmuiden, NL.
- [2] Saanen, A.M.G.H., P. Schippers, 1999, SELMARIONICA – Activities, results and recommendations with for the advancement of selectivity in fisheries, TNO Physics and Electronic Laboratory, The Hague, .NL.
- [3] Storbeck, F., A.S. Couperus en D. de Haan, 2000, Selectie horsmakreel/makreel bij de pelagischje spanvisserij, 1999, C019/00, RIVO-DLO, IJmuiden, NL
- [4] Storbeck, F. en D. de Haan, 2001, Selectie horsmakreel/makreel bij de pelagischje spanvisserij, 2000, C024/01, RIVO-DLO, IJmuiden, NL.
- [5] Theije, P.A.M., J. Janmaat, F.P.G. Driessen, 2002, Using the bistatic principle for fishery: analysis of the TWINSON-2001 trial, FEL-02-C093, TNO Physics and Electronic Laboratory, The Hague, .NL.
- [6] Theije, P.A.M., 2003, Results of the TWINSON detection trial on bistatic fishery: non-technical summary report, FEL-03-C086, TNO Physics and Electronic Laboratory, The Hague, .NL.
- [7] Veenstra, F.A., 1999, Tussenrapportage project Selmarionica (2^e halfjaar), C0-33/99, RIVO-DLO, IJmuiden, NL.

Handtekening:

Datum:

10 juli 2006