

# USS Clinton gezonken door een torpedo?

**C.M. ORT, A.M.G.H. SAANEN, F.P.G. DRIESSEN,  
D.G. SIMONS EN R. BEEN**

*C.M. Ort, A.M.G.H. Saanen, F.P.G. Driessen, D.G. Simons en R. Been zijn allen medewerkers van de groep Onderwater Akoestiek van TNO-FEL, en zijn werkzaam op het gebied van onderzeebootbestrijdingsonderzoek.*

**H**et is 3 september 2019 en uitkijkend over de Golf van Sirte vanaf de brugvleugel van luchtverdedigingsfregat Hr.Ms. Den Helder word ik opgeschrikt door een enorme explosie. Het amfibische landingschip USS Clinton is getroffen!! Door de donkere, haast zwarte, rookwolken zie ik hoe het enorme schip begint over te hellen en langzaam zinkt. Een zekere paniek maakt zich van mij meester. Er is geen luchtalarm geweest, nee het is zelfs zo, dat de bondgenoten zich vanaf het begin van deze crisis verzekerd weten van luchtoverwicht. Ook een „ballistic missile“ kan worden uitgesloten, omdat de twee Scud lanceeropstellingen van onze opponent reeds bij het begin van de vijandelijkheden werden vernietigd. Het moet dus haast wel een torpedo zijn geweest. Dat kan toch niet waar zijn? Ik haast me naar de commandocentrale. Sonar!!! Na enig zoekwerk vindt de assistent CCO de sleutel van de OB-centrale die, ten gunste van de TBMD-consoles, bij het ontwerp van het schip werd verhuisd van de commandocentrale naar een ruimte naast de TC. Nadat het stof van de beeldkasten is verwijderd en deze aan de hand van het „manual“ zijn aangezet, beginnen de displays sinister groen op te lichten. Hoe is het toch mogelijk dat de dreiging van onder water komt en niet vanuit de lucht? Hebben we de laatste 20 jaar voor niets alleen maar in luchtverdediging en missile defence geïnvesteerd? Ik pak Jane's en blader snel naar de pagina's die de capaciteiten van onze opponent beschrijven. Wat?!? Een gemoderniseerde Akula en twee upgraded Kilo II klasse onderzeeboten!! Ik trek wit weg. Ieder van deze drie onderzeeboten zou al een formidabele dreiging op zich vormen, waartegen we nauwelijks verweer hebben, maar samen... Hoe moet het nu met de UK/NL amfibische taskforce, waarmee Hr.Ms. Rotterdam gisteren in de area is gearriveerd?? En wat moeten we zelf, met alleen onze PHS-36 hull-mounted sonar, die nog afkomstig is van de oude M-fregatten?? Terwijl ik me bedenkt hoe dom het is geweest de onderwaterdreiging al die jaren te onderschatten en verwaarlozen, klinkt een oorverdovend lawaai en word ik hard door elkaar geschud. „Een treffer onder de waterlijn in de MK!!“ hoor ik

*brullen, nog net voordat de helling van het dek plotseling enorm toeneemt...*

## Inleiding

Een fantasie?? De verwachte werkelijkheid?? Een doemscenario?? (Ir)realistisch pessimisme?? Ik laat de keus aan u. Gesterkt door het feit dat dit speciale themanummer van het voor u liggende Marineblad geheel aan onderzeebootbestrijding (OB) is gewijd, heb ik de hoop dat de waarschuwing, die in bovenstaande stukje fictie is verrat, op termijn onnodig zal blijken te zijn geweest. Wij gaan er in dit artikel verder van uit, dat de noodzaak van een adequate onderzeebootbestrijdingscapaciteit voor de KM onomstotelijk vaststaat en dat onderzoek en ontwikkeling die deze capaciteit mede creëren en ondersteunen, eveneens niet verder dan alleen technisch-inhoudelijk behoeven te worden beargumenteerd.

In dit artikel zullen de hoofdlijnen van de huidige onderzoeksinspanning bij TNO-DO op het gebied van onderzeebootbestrijding<sup>1)</sup> worden toegelicht. Het specifieke OB-onderzoek kan grofweg worden ingedeeld in vier programma's<sup>2)</sup>:

- een programma dat zich bezighoudt met de onderwateromgeving en de modellering ervan;
- een programma dat zich bezighoudt met sonar-technologie en akoestische signaalverwerking;
- een programma dat is gericht op onderwaterwapens en de verdediging daartegen, en;
- een programma dat zich concentreert op beleids- en inzetstudies door middel van operationele analyse.

Vanzelfsprekend zijn deze vier programma's sterk gerelateerd aan het materieelverwervingsproces in de KM. Het is zelfs zo, dat zij voor een groot deel hun bestaansrecht aan dat proces ontleen. Immers, veel van het onderzoek is erop gericht om de KM te ondersteunen bij de operationele behoeftestelling en bij het verstandig specificeren, ontwikkelen, aankopen, testen en gebruiken van nieuw materieel. Het resterende (niet direct aan bepaalde al bekende materieelverwervingen gerelateerde) deel van het onderzoek is gericht op de langere termijn. Dit type onderzoek is noodzakelijk om de kennis en kunde op het vakgebied voldoende breed in stand en up-to-date te houden om de gewenste ondersteuning ook op termijn te kunnen blijven leveren.

In dit artikel zal primair worden ingegaan op het onderzoek in de programma's „onderwateromgeving“ en „sonar“. Voor details van het specifieke onderzoek ter ondersteuning van de ATAS-verwerving kan tevens worden verwezen naar het artikel van De Kooter. De hoofdlijnen van het akoestische onderzoek in het programma „onderwaterwapens“ dat is gericht op torpedo's en torpedodefensie worden in het artikel van Franken en Kos al separaat aan de orde gesteld. Verder zal in dit artikel niet worden ingegaan op conceptuele studies en scenario-



analyses. In de studie MO 2015 werd gedurende de eerste fase veel aandacht besteed aan dergelijke analyses en de belangrijkste resultaten daarvan worden in het artikel van dr. Hazell reeds beschreven. Ook blijft het (akoestische) onderzoek voor mijnenbestrijding buiten beschouwing. *Hoewel duidelijk is dat dit onderzoek veel raakvlakken heeft met het onderzeebootbestrijdingsonderzoek, valt mijnenbestrijding buiten de scope van dit themanummer en dit artikel.*

### Onderwateromgeving

Het succes van een onderzeebootbestrijdingsoperatie wordt in belangrijke mate mede bepaald door de sterk variabele onderwateromgeving, waarin de onderzeeboot zich bevindt. Akoestische en niet-akoestische detectiemethoden kunnen alleen geoptimaliseerd worden op basis van uitgebreide kennis over het onderwatermedium<sup>3</sup>). Het onderzoeksprogramma „*onderwateromgeving*“ is daarom gericht op het opbouwen, in stand houden, uitbreiden en toepassen van kennis over de onderwateromgeving (inclusief de zeebodem en het zeeoppervlak), voorzover de fysische processen en parameters daarin van invloed zijn op de prestaties van (onderwater-) sensoren. Het gaat daarbij om prestaties van sensoren op het gebied van detectie, classificatie en lokalisatie van doelen die zich onder water bevinden. Dit programma omvat verder alle kennis en kunde die noodzakelijk is om de invloed van het medium op de sensorprestaties te simuleren, voorspellen en experimenteel te valideren.

In het programma komen de volgende drie hoofdonderwerpen aan de orde:

- **akoestische en oceanografische modellering;**
- **„*matched field processing*“ en „*matched field inversion*“;**
- **niet-akoestische onderwaterdetectie.**

Op het gebied van akoestische modellering is het onderzoek primair gericht op het nauwkeurig kunnen voorspellen van sensorprestaties, gegeven de heersende omgevingscondities. De resulterende informatie is noodzakelijk voor een optimale operationele inzet van onderwatersensoren, maar is ook essentieel voor het ontwikkelen en beoordelen van nieuwe sensortypes en de bijbehorende akoestische signaalverwerking. Een belangrijke trend binnen dit onderwerp is de grotere aandacht voor de complexe, in de tijd sterk variërende oceanografische processen, die vooral in ondiep water een belangrijk effect hebben op onderwaterpropagatie. In het Europese project „**PROSIM**“ wordt bijvoorbeeld een zeer accurate onderwaterpropagatiesimulator ontwikkeld waarin de, spatiaal en temporeel sterk fluctuerende, oppervlaktegolven en interne golven mee worden gemodelleerd. Daarnaast wordt in dit verband gewerkt aan het ontwikkelen van technieken voor akoestische tomografie, waarmee de fysische gesteldheid van de oceaan kan worden afgebeeld.

Deze modelleringsinspanningen hebben onder meer geleid tot het sonarbereikvoorspellingsmodel **ALMOST**, dat bij alle operationele eenheden van de KM in gebruik is. Na de formele introductie op de vloot in 1992, is het model verder uitgebreid voor variërende geluidssnelheidsstructuur en bodemdieptes. Deze uitbreiding van het model is met name van essentieel belang in de sterk

variabele ondiepwatergebieden. Recent is ook de „*man-machine-interface*“ van het model rigoureus gemoderniseerd<sup>4</sup>). De resulterende versie 7 van het model, met de nieuwe aanvullende functionaliteit en de nieuwe MMI zal via het CAWCS waarschijnlijk nog in 1999 naar de operationele gebruikers worden gedistribueerd.

„*Matched Field Processing*“ is een sonararray signaalverwerkingstechniek waarbij gebruikgemaakt wordt van de volledige complexiteit van een akoestisch drukveld in de oceaan. Voor deze techniek is een zeer nauwkeurig propagatiemodel vereist. Het moge duidelijk zijn dat hiervoor geprofiteerd kan worden van bovengenoemde modelleringsinspanningen.

Vergeleken met conventionele sonarsignaalverwerking is het mogelijk om met *Matched Field Processing* een doel in drie dimensies te lokaliseren. Dit kan in principe zelfs met een passieve sonar (met conventionele passieve sonar kan alleen de richting van het doel worden bepaald).

Verder kan *Matched Field Processing* worden toegepast voor „*Rapid Environmental Assessment*“ (REA) met als doel snel oceaanomgevingsparameters in een onbekende oceaanomgeving te kunnen schatten. We kunnen hierbij bijvoorbeeld denken aan geo-akoestische parameters welke het akoestische verlies na reflectie van geluid aan de zeebodem bepalen. Deze parameters zijn nodig als input voor bovengenoemde modellen voor het voorspellen van sonarprestaties.

Voor de REA-toepassing van *Matched Field Processing* zoeken we in het algemeen een groot aantal (b.v. 20) omgevingsparameters. Dit doen we door het op het sonararray gemeten geluidsdrukveld te vergelijken met het door het propagatiemodel voorspelde geluidsdrukveld. De parameters waarvoor de drukvelden het meest op elkaar lijken is in principe de gezochte parameterset. Dit inversieprobleem („*Matched Field Inversion*“) vereist zeer gecompliceerde optimalisatiemethoden uit de moderne wiskunde (zoals genetische algoritmes).

De *Matched Field Processing* onderzoeksinspanning doet TNO-DO niet alleen, maar in een omvangrijk samenwerkingsprogramma met o.a. SAACLANTCEN.

Voor beide genoemde toepassingen van *Matched Field Processing* zijn de hiermede ontwikkelde technieken met succes toegepast op experimentele, op zee verkregen, data.

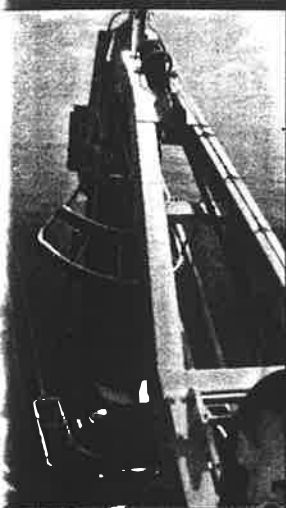
**In de nabije toekomst zal het *Matched Field Processing* onderzoeksprogramma zich concentreren op de toepassing van *Matched Field Processing* in operationele sonarsystemen.**

Op het gebied van de niet-akoestische detectie zijn de mogelijkheden beperkt: alleen geluid laat zich onder water gemakkelijk voortplanten. Toch bieden technieken als remote sensing en laser vooral in ondiepere wateren wel perspectieven om de kans op detectie van onderwaterdoelen te vergroten.

### Sonarsystemen

Het staat buiten elke discussie dat voor de detectie van onderzeeboten sonarsystemen onontbeerlijk zijn. Maar sonarsystemen bestaan niet alleen uit een bron en een ontvanger: een overheersende rol is tevens weggelegd voor de signaalverwerking en de beeldverwerkingstechnieken. Op het gebied van zowel de hard- als de software is het nodig om de bestaande kennis in stand te





Het ALF twin array systeem.

houden en uit te breiden; het onderzoeksprogramma is daar dan ook op gericht. Het gaat daarbij onder andere om bronsterktes, bundelpatronen, frequentiebanden, ruis- en reverberatie-onderdrukking en enkelvoudige of meervoudige systemen (monostatisch, bi-statisch).

In het programma komen de volgende vier hoofdonderwerpen aan de orde:

- laagfrequente sonarsystemen;
- gesleepte arraysystemen;
- MAPA;
- materieelprojecten.

Op het gebied van de laagfrequente sonars is het ALF-systeem<sup>5</sup> bekend, dat vooral gebruikt is om onderzoek te doen naar het vergroten van detectiebereiken in diep en ondiep water voor frequenties beneden de 1 kHz en naar het verbeteren van het links-rechts onderscheid door toepassing van twee parallel gesleepte arrays in plaats van één array.

Momenteel ligt de interesse weer bij iets hogere frequenties en wordt er onderzoek gedaan met ATAS-systemen op het gebied van automatische classificatie en „false alarm” reductie in het frequentiegebied 1-3 kHz. Alternatieve transducertechnieken en puls vormen, alsmede detectie van transients zijn eveneens onderwerp van onderzoek.

Alweer enige jaren wordt er intensief geëxperimenteerd met nieuwe vormen van gesleepte array technologieën en (adaptieve) bundelvormingsconcepten. Naast het slepen van twee of meerdere parallelle arrays, is het ook mogelijk om direct links-rechts onderscheid te maken met een triplet array (drie arrays in één slang) of door gebruik te maken van richtinggevoelige hydrofoons. Ook de ontwikkeling van glasvezelhydrofoons heeft de nodige aandacht, vooral omdat arrayconstructies daardoor lichter, dunner en dus eenvoudiger toepasbaar worden.

Behalve een verbetering van 2D-bundelvorming is ook 3D-bundelvorming (zo mogelijk met correcties voor de vorm en stand van de arrays) onderwerp van onderzoek met als voordeel dat de informatie in de derde (diepte) dimensie de mogelijkheid biedt om geruis van het sleepschip en bodem- en oppervlaktereverberatie te onderdrukken.

Vrij recent is een nieuw speerpuntproject opgestart onder de naam MAPA ofwel Multipurpose Active/Passive Array. Binnen dit project zal een aantal bestaande technieken met nieuwe technologieën worden gecombineerd, waarbij het toepassingsgebied zo breed mogelijk wordt. Zowel toepassingen van een mine avoidance functionaliteit, als technieken voor torpedodetectie en -classificatie krijgen de aandacht, alsmede het uitbreiden van de passieve sonar met technieken voor *Matched Field Processing*, voor links-rechts onderscheid, (adaptieve) ruisonderdrukking, (shape corrected) 3D-bundelvorming, reductie van reverberatie en self noise, en automatische detectie en classificatie. Tevens valt een verbetering van de huidige sonarperformance te verwachten bij een mogelijke uitbreiding van het aantal sensoren in de modellen (akoestisch en oceanografisch) die in de Acoustic Support Function (ASF) zijn opgenomen.

Het gebruik van multistatische sonarconfiguraties komt de laatste tijd meer en meer in de belangstelling te staan. Uiteraard is de mogelijkheid om bron en ontvanger op verschillende locaties te gebruiken al bekend zolang er actieve sonar bestaat. Het realiseren van dergelijke configuraties in operationele omstandigheden en het uitbuiten van de specifieke mogelijkheden ervan, staan echter nog in de kinderschoenen. Zo vormt het akoestisch oormerken van de sonarsignalen met de bedoeling de bronparameters (locatie, signaalvorm, etc.) vast te stellen – hetgeen in wezen een vorm van onderwatercommunicatie is – een interessante uitdaging. In het werkprogramma is ruimte gereserveerd voor projecten die de efficiëntie en effectiviteit van multistatische sonarconcepten (bi-statisch of mogelijk zelfs complete sensornetwerken) onderzoeken.

Een belangrijk deel van het onderzoeksbudget is bestemd voor materieelprojecten zoals die door de KM zijn of worden gedefinieerd. Momenteel zijn de volgende projecten in de opstartfase:

- vervanging L-fregatten – commandovoering en combat systems;
- CUP MFF;
- CUP Walrus;
- torpedodefensie.

Bij de vervanging van de L-fregatten zal zowel voor de combat systems als voor de commandovoering aandacht moeten worden besteed aan de onderwatersensoren en -systemen. Denk bijvoorbeeld aan de hull-mounted sonar en een geslept detectiesysteem voor torpedo's voor de combat systems. Opnieuw komen de onderwerpen als optimale onderwatersensorconfiguratie, adaptieve sonartechnologie, breedbandige signalen en automatische detectie en classificatie om de hoek kijken. Op welke wijze kunnen deze sensoren en technieken optimaal worden geïntegreerd in het nieuwe combat system.

Bij het onderwerp commandovoering wordt veel aandacht besteed aan het gebruik van onderwatersensoren, de onderwaterbeeldopbouw, „man-machine-interface” en de (data)fusie van onder- en bovenwatersensoren.

De onderzoeksinspanning voor de CUP MFF zal aanzienlijk zijn, aangezien het M-fregat een onderzeebootbestrijdingsfregat „pur sang” is. Zowel vanuit het gebied van „sonarsystemen” als „akoestische propagatie en onderwateromgeving” dienen bijdragen geleverd te worden om een modernisering van de actieve en passieve onderwatersensoren, de bijbehorende signaalverwerking en integratie met bovenwatersensoren te bewerkstelligen.

Ook bij de CUP Walrus zal de aandacht uitgaan naar modernisering van onderwatersensorsystemen, zoals het flank array, maar ook het towed array. Onderzoek is noodzakelijk naar de hydrodynamica van arrays specifiek voor onderzeebootgebruik en de bijbehorende ontwikkeling van algoritmen voor array stand- en vormschatting en „shape corrected beamforming”. De diverse onderwerpen zoals bij de vervanging L-fregatten en CUP MFF programma's vermeld, zullen tevens vanuit een onderzeebootperspectief benaderd dienen te worden. Ook het onderzoek naar ultradunne arrays (glasvezel) en conformal arrays past in dit kader. Duaal aan de steeds stiller



wordende onderzeeboten voor passieve sonar, is dat voor de actieve sonars de onderzeeboot steeds „transparanter“ zou moeten worden. Het bepalen van de „target strength“ en het verkrijgen van inzicht in de mechanismen die de target strength domineren (bijvoorbeeld door middel van het bepalen van de akoestisch dominante reflectoren en het voorspellen daarvan door middel van modelleren), zijn derhalve van groot belang. Tevens is het in dat kader van eminent belang, dat het onderzoek naar anechoïsche bekledingsmaterialen wordt voortgezet.

De opbouw en uitbreiding van kennis op het gebied van torpedodefensie wordt van groot belang geacht om in staat te zijn de performance van torpedo's, zowel op detectie- als op classificatiegebied te verbeteren. Tevens is onderzoek noodzakelijk naar (akoestische) decoys en jammers om de afweer tegen torpedo's te vergroten.

### Tot slot

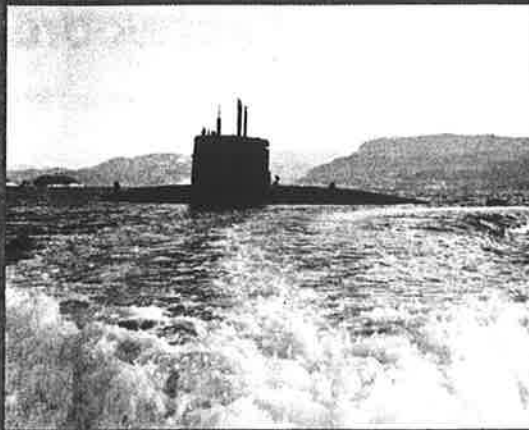
Het zal duidelijk zijn dat de rol van het toegepast onderzoek op het gebied van onderwaterakoestiek voorlopig nog niet is uitgespeeld. Weliswaar zijn grote delen van het vakgebied reeds ontgonnen en is er veel kennis voorhanden, er is toch nog steeds een enorme prestatieverbetering van de sonarsystemen mogelijk. Door de explosieve ontwikkeling van de computer hard- en software wordt het enerzijds mogelijk signaalverwerkingsalgoritmen toe te passen die tot voor enkele jaren geleden operationeel absoluut onuitvoerbaar waren en anderzijds wordt het steeds beter mogelijk om de algoritmen (ook de relatief eenvoudige) aan de complexe, niet-ideale, steeds veranderende werkelijkheid aan te passen (zoals gebeurt bij „match field processing“ en „shape corrected beamforming“).

Doordat de sonarsystemen steeds complexer worden en er steeds meer deelgebieden bij betrokken worden, zal het tevens duidelijk zijn dat er ook ruim aandacht besteed zal moeten worden aan coördinatie van de diverse disciplines die gebruikt worden bij de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technologieën.

Bij het zorgvuldig formuleren en afstemmen van de diverse onderzoeksprogramma's en het professioneel invullen ervan, is het veel waarschijnlijker dat het verhaal van de inleiding een geheel ander verloop heeft...

**Het is 3 september 2019 en uitkijkend over de Golf van Sirte vanaf de brugvleugel van ons nieuwste multipurpose fregat Hr.Ms. Den Haag word ik opgeschrikt door een mededeling uit de OB-centrale. Het transientdetectiesysteem heeft een bijzondere transient opgepikt die met grote zekerheid niet van één van onze eigen schepen afkomstig kan zijn, noch van het in deze omgeving aanwezige biologische onderwaterleven. Met behulp van ons multistatische ATAS-systeem is daarop een vijandelijke onderzeeboot (sub) gedetecteerd op rood 40/20 mijl, gevaar!!! Door middel van de Matched Field Processor zijn we in staat om de sub met zeer grote nauwkeurigheid te lokaliseren.**

Snel waarschuw ik het amfibische landingsschip USS Clinton dat naast ons vaart, en tref ik voorbereidingen om onze eigen onderzeeboot via de directionele ondiepwaterdatalink op de hoogte te brengen. Tevens wordt ons torpedodefensiesys-



**Hr.Ms. Bruinvis in een Noorse fjord. Modernisering van de onderwatersensorsystemen in de volgende eeuw is beslist noodzakelijk.**

**teem in de hoogste staat van paraatheid gebracht en worden de decoy-installatie en de onderwatergoalkeeper bemand.**

**Helikopters met dipping sonar en torpedo's vliegen over en beginnen hun cruciale missie.**

**Gelaten trek ik me terug in mijn hut, het lange wachten begint... Na een hectisch uur komt de verlossende mededeling: een olievlek op het water, de vijandelijke sub is geraakt!!!**

### Noten

- 1) In dit artikel pretendeer ik niet een volledig beeld te schetsen van ieder TNO-DO onderzoeksproject dat kan worden gerelateerd aan onderzeebootbestrijding. Dit zou van het artikel een onleesbare opsomming maken. Daarom is gekozen voor het behandelen van een aantal hoofdlijnen.
- 2) In dit artikel zal niet worden ingegaan op de veranderingen waaraan de aansturing van het defensieonderzoek momenteel onderhevig is. De overgang van projectmatige naar programmatische aansturing heeft weinig invloed op de inhoud en doelstellingen van het onderzoek als geheel en is als zodanig niet relevant voor dit artikel.
- 3) Zie voor een verdere beargumentering van de impact van het onderwatermedium op OB mijn artikel: C.M. Ort, *Akoestische en oceanografische ondersteuning in de KM, waardoor, waartoe en hoe?*, in Marineblad, Jrg. 105, nr. 3, maart 1995.
- 4) De verouderde DOS interface is vervangen door een Windows 9X interface, met veel uitgebreidere displaymogelijkheden.
- 5) Zie *Actief Laag Frequent Sonar: het antwoord op een dreiging van stiller wordende onderzeeboten? (2)* van De Vlieger, Van Ballegooijen en Kreijger in Marineblad, Jrg. 104, nr. 3, maart 1994.

**Uitkijkend over de Golf van Sirte (3 september 2019?).**

