

7. Rekenschijven voor duiken 2 Circular Slide Rules for Diving 2 **IJzebrand** **Schuitema**

Zie voor "Rekenschijven voor duiken 1": MIR 24, bladzijde 12

Convergence Zone Range Slide Rule

Een ander voorwerp in mijn verzameling is de "Convergence Zone Range Slide Rule".

Ik wil daarover enige mededelingen doen omdat deze rekenliniaal, net als de beide in het eerdere artikel genoemde duikschijven, een gebied bestrijkt dat ook te maken heeft gehad met de metrotunnelbouw en met welk aspect ik veel te maken heb gehad.

De hier genoemde rekenliniaal wordt (of werd) door de Nederlandse marine gebruikt bij het opsporen van onderzeeboten tijdens hun vaart onder water. Dit gebeurt met speciaal daarvoor ontwikkelde zend/ontvang-apparatuur, in de wandeling "transducers" genoemd, die een drukgolf van een bepaalde frequentie uitzenden en de terugkaatsende golf weer opvangen. Uit de tijdsduur tussen zenden en ontvangen kan de afstand tot het voorwerp waarop de drukgolf is weerkaatst worden berekend.

Verskillende schalen

De rekenliniaal heeft aparte rekenschalen voor metingen in de Noord-Atlantische Oceaan, Grote Oceaan, Middellandse Zee en de zee voor de Noorse kust. De reden voor deze verscheidenheid aan schalen is het onderlinge verschil in deze zeeën met betrekking tot de watertemperatuur, het zoutgehalte en diepte (waterdruk). De voortplantingssnelheid van de drukgolf

varieert afhankelijk van de waarden van deze grootheden.

Maar bovendien dient men rekening te houden met de variatie in weerkaatsing van deze golven tegen waterlagen die sterk verschillende condities vertonen. Kent men deze condities, dan kan men uit de veelheid van ontvangen reflecties aanwijzen welke de juiste is om afstandsrekening mee uit te voeren.

Gecompliceerde theorie

Het spreekt voor zich dat zij die deze rekenlinialen gebruiken een brede en diepgaande kennis moeten hebben van de theorie van de voortplantingssnelheid van drukgolven in water en hoe afbuigingen ontstaan en opgemerkt kunnen worden. Het is niet de bedoeling dit hier uiteen te zetten. In de eerste plaats ben ik daar zelf niet in opgeleid en verder zou dit de omvang van dit artikel sterk vergroten.

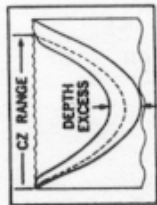
Transducers voor tunnelmetingen

Dat ik dit hier evenwel aanhaal is, omdat wij bij de bouw van de metrotunnel hetzelfde principe voor afstandsmeting onder water hebben toegepast en met dezelfde apparatuur.

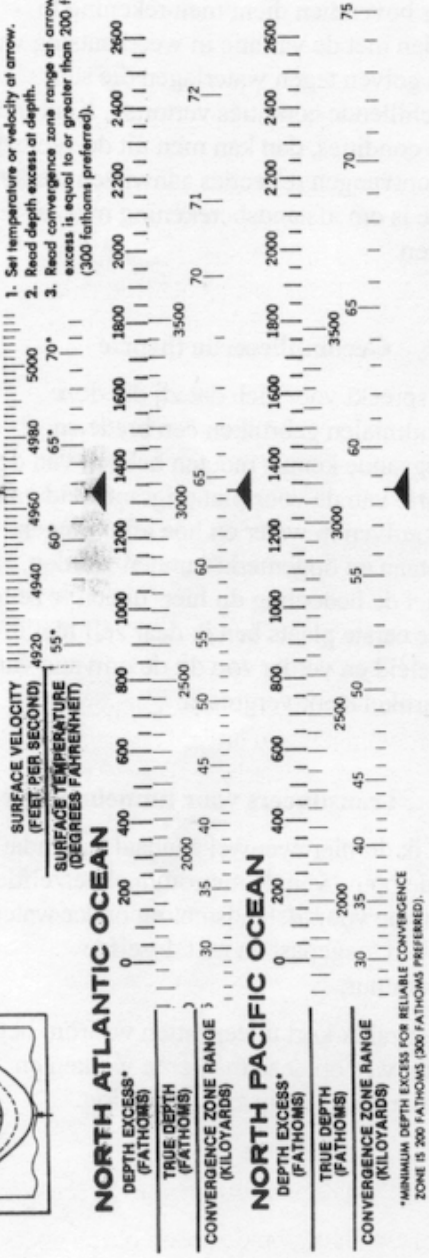
Eerst zal ik kort uiteenzetten waarom het nodig was op deze manier te werken en daarna hoe alles in zijn werk ging.

TACAID 6-10 CONVERGENCE ZONE RANGE SLIDE RULE

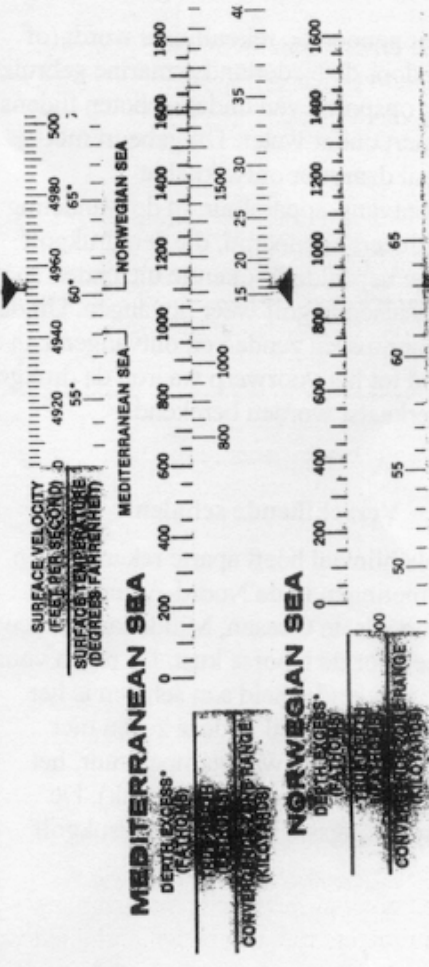
(Revised - 1973)



- DIRECTIONS**
1. Set temperature or velocity at arrow.
 2. Read depth excess at depth.
 3. Read convergence zone range at arrow, if depth excess is equal to or greater than 200 fathoms (300 fathoms preferred).



- DIRECTIONS**
1. Set temperature at appropriate sea index or set velocity at arrow.
 2. Read depth excess at depth.
 3. Read convergence zone range at arrow, if depth excess is equal to or greater than 200 fathoms (300 fathoms preferred).



Reference: NUSSC TR 4571

NEW LONDON LABORATORY, NAVAL UNDERWATER SYSTEMS CENTER, NEW LONDON, CONN. 06330

Bouwsysteem

In het vorige artikel is al gememoreerd dat de tunnelementen in een bouwdok werden gemaakt, drijvend naar hun bestemming werden getransporteerd en aldaar werden afgezonken op een van tevoren gereedgemaakte fundering. Bij de bouw van de Maastunnel in Rotterdam in de jaren veertig was een zelfde prefabricage toegepast. Het grote verschil met de jaren veertig was, dat de scheepvaart op de Nieuwe Maas in de jaren zestig zo veel drukker was dan tijdens de bouw van de Maastunnel. Het was daarom niet toegestaan permanente meettorens op het dak van de tunnelementen in de rivier te hebben, meettorens die destijds gebruikt werden om het volgende af te zinken tunnelement op in te meten tegen het voorafgaande afgezonken element. De rivier mocht alleen beperkt bevaarbaar zijn gedurende de dag van het afzinken en moest daarna weer geheel voor de scheepvaart beschikbaar komen. Dit hield in dat er naar een meetmethode moest worden gezocht die meettorens overbodig maakte. En dat werd bereikt met deze echometingen. Het inmeten geschiedde op drie manieren die alle drie onafhankelijk van elkaar waren. Eén van die manieren was met genoemde echoapparatuur.

Meting via echo's

De transducers, 13 per af te zinken element, waren op diverse plaatsen aan het tunnelstuk en op de fundering aangebracht. Gemeten werden: plaats in lengterichting, in dwarsrichting en in verticale richting, en rotatie om de lengteas. Het gewenste meetbereik was hier variërend van meters tot centimeters met een nauwkeurigheid van 0,5 cm absoluut. De nauwkeurigheid werd voor enkele metingen vergroot door niet absoluut te meten, maar in twee metingen tegenover elkaar op het beeldscherm, de oscilloscoop, aan te geven en daaruit hun verschillen- en dus de middenpositie - af te

lezen. Ook hier zou het te ver voeren om alles in detail te beschrijven.

Herkomst van het idee

Interessant is nog wel hoe we op het idee van deze meetmethode zijn gekomen. De Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg, de scheepvaartverbinding tussen de havens van Rotterdam en de Noordzee, werden regelmatig op diepte gecontroleerd door meetvaartuigen die deze transducers aan lange armen buiten boord onder water hielden. Uitgezonden echogolven gaven in hun reflectie op de bodem de waterdiepte aan. Dit systeem was rechtstreeks uit Duitsland geïmporteerd van de scheepswerf in Hamburg waar deze apparatuur in de oorlog was toegepast door de Duitse U-boten. De Duitse ingenieur die dit principe ontwikkeld had was nog in functie en werd onze adviseur.

Noodzakelijke aanpassingen

De apparatuur moest aan onze wensen worden aangepast qua nauwkeurigheid en qua montagemogelijkheid. Uitgebreide proefnemingen zijn onder water verricht in de Waalhaven, waarbij ook weer veel door mij gedoken is om montage en meetkwaliteit uit te proberen. Na goedbevinden van het ontwerp zijn deze apparaten uitgebreid toegepast, eerst bij de tunnelementen van het gedeelte tussen Centraal Station aan het Weena en de Nieuwe Maas bij de Schiedamse Dijk, en later bij het riviergedeelte.

Alles samen ruim 30 elementen.

100% nauwkeurigheid vereist

Het nauwkeurig op de goede plaats onder water aanbrenge van deze apparatuur was uiteraard een absolute vereiste. Omdat ik zelf bij de afzinkmanoeuvres de leiding had, wilde ik zekerheid dat de hiermee verkregen meetgegevens 100% te vertrouwen waren.

Daarom heb ik bij alle afzinkoperaties deze echoapparatuur zelf onder water aangebracht.

35 jaar later

Het zal de lezer nu duidelijk zijn dat ik bijzonder blij was toen op een van mijn exposities in de Jaarbeurs een marineman

mij over deze " Convergence Zone Range Slide Rule" vertelde en mij later een exemplaar met uitleg toestuurde. Ik kon me toen heel goed verplaatsen in de werkzaamheden van het marinepersoneel dat deze echoapparatuur bediende en de echogolven moest analyseren, onder andere met behulp van de rekenliniaal.