

AKOESTISCHE EN SEDIMENTOLOGISCHE KARAKTERISERING VAN ZAND-SLIB MENGSELS IN DE BELGISCHE KUSTNABIJE ZONE

Van Nieuwenhove Bart

Universiteit Gent, Renard Centre of Marine Geology
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent
Huidig adres: Steenweg 48, B-9661 Brakel
E-mail: bartparike@hotmail.com

De voorgelegde studie legt zich hoofdzakelijk toe op een eerste validatie en evaluatie van enkele geo-akoestische zeebodemclassificatietechnieken in zand-slib gedomineerde gebieden gelegen op het Belgisch continentaal plat. De studietoneel omvat 2 grote onderzoeksgebieden: het eerste gebied is gelegen op de Wenduinebank terwijl de andere zone gesitueerd is rond de 'Pas van het Zand'.

In een ruimer kader sluit de studie aan bij de objectieven van het onderzoeksproject MAREBASSE (*'Management, Research and Budgetting of Aggregates in Shelf Seas related to End-users'*). Hierin wordt getracht een integraal kader op te zetten inzake de studie van mariene sedimenten, de mogelijke gevolgen van antropogene activiteiten (zowel op het leefmilieu, sedimentatie en aggregatenwinning). Een belangrijk aspect in het MAREBASSE project beslaat dan ook de uitvoering en realisatie van een ondubbelzinnige akoestische zeebodemclassificatie en dit voor de verschillende aanwezige sedimenttypes langs het Belgisch continentaal plat. Dit alles gebeurt ondermeer door het aanwenden van geo-akoestische classificatietechnieken op basis van akoestische golven. Deze akoestische signalen bereiken de zeebodem, worden gereflecteerd en de ontstane 'backscatter' signalen kunnen worden gedetecteerd. De sonarsystemen kunnen in het algemeen worden onderverdeeld in drie categorieën: single-beam, multibeam en side-scan sonar. Het grote verschil tussen deze drie technieken betreft het type van uitgezonden signaal en de respectievelijke respons.

Het verkregen side-scan sonar beeld wordt gebruikt om de bestaande morfologische en sedimentaire vormen in beeld te brengen en te benoemen. De interpretatie van deze verkregen akoestische lijnen gebeurt aan de hand van een gestandaardiseerde side-scan sonar interpretatietabel opgesteld voor het HABITAT project. De onderverdeling zelf gebeurt op basis van akoestische facies waarbij elk faciës een typische 'backscatter' waarde, textuur en patroon heeft.

De multibeamdata levert naast een driedimensionale bathymetrische kaart ook een mogelijke bodemsedimentkaart. In deze studie is de hoeveelheid gereflecteerde energie belangrijk. Als de invallende akoestische signalen reflecteren op de zeebodem wordt de aard, richting en kwaliteit bepaald door de samenstelling, compactie en andere eigenschappen van de bodem. Op deze manier moet het mogelijk zijn om een geconsolideerde en niet-geconsolideerde bodem, een zandige en een meer kleiige bodem, een schelprijke of slibrijke bodem van elkaar te onderscheiden. Aan de hand van deze 'backscatter' waarden kan de zeebodem worden onderverdeeld in verschillende homogene gebieden.

In het algemeen gelden de volgende regels voor de hoeveelheid gereflecteerde energie bij invallende akoestische signalen: een meer compacte bodem zorgt voor een grotere reflectiviteit van de stralen terwijl een zeer losse bodem eerder aanleiding geeft tot een

grotere absorptie. Hoe groter de korrelgrootte, hoe meer energie er terugkeert naar het wateroppervlak. Zeer fijne sedimenten zoals slibrijke gebieden absorberen een groot deel van het akoestisch signaal waardoor slechts een kleine hoeveelheid energie het wateroppervlak kan bereiken.

Een laatste akoestische classificatie kan aangemaakt worden met behulp van de single-beam echosounder. Het RoxAnn systeem baseert zich op deze technologie en is ontworpen om de verschillende lagen te detecteren op basis van hun akoestische reflectiviteitswaarden. De RoxAnn software levert een tweetal parameters op die de basis kunnen vormen van een empirische zeebodemclassificatie. De parameter E1 ('roughness') is een maat voor de 'ruwheid' van de bodem en is een indicator voor de textuur van het materiaal op de zeebodem. Lage waarden duiden op een morfologisch vlakke bodem met weinig of geen structuren; hoge waarden belichten onregelmatige bodems met een overwegend grove textuur. De tweede parameter E2 is beschreven als een maat voor de 'hardheid' ('hardness') of de akoestische impedantie. De mate waarin geluid geabsorbeerd of gereflecteerd wordt door de zeebodem hangt af van de hardheid: harde oppervlakken produceren een sterkere echo terwijl zachte oppervlakken een zwakker signaal leveren.

Al deze meet- en classificatiemethoden werden nog eens gevalideerd en vergeleken met de resultaten van een andere classificatietechniek. Het betrof hier de MEDUSA metingen dewelke zich baseren op onder andere de aanwezigheid van een aantal natuurlijk voorkomende radioactieve stoffen in het sediment en van een aantal typische zeldzame elementen. Daarnaast bevindt er zich ook een sensor die het geluid registreert dewelke het apparaat maakt wanneer het over de zeebodem schuurt. Aldus kunnen vier types kaarten worden voorgesteld die elk gebruik maken van de parameters: diepte, bodemruwheid, korrelgrootte en slibgehalte.

Niettegenstaande de behaalde classificaties, moet de ware natuur van de klassen worden geverifieerd door het nemen van sedimentstalen in de nieuw afgebakende zones. Het tijdsinterval tussen de akoestische opnames en de staalnames moet zo klein mogelijk worden gehouden opdat de stalen representatief zijn voor de natuur en samenstelling van de zeebodem op het moment van de classificatie. De 'ground-truthing' gebeurt zowel vanuit een visuele als een granulometrische gedetailleerde benadering van de genomen stalen. Deze 'ground-truthing' kan verricht worden door het nemen van een drietal verschillende staalnametechnieken: 'Van Veen', 'Reineck' en 'boxcorer'.

Er moet wel nog vrij veel onderzoek verricht worden naar de relatie tussen akoestische zeebodemclassificatie en de eigenlijke aard van de zeebodemsedimenten. Uit eerder onderzoek blijkt duidelijk, hoewel er niet steeds een sterke correlatie kan teruggevonden worden, dat er toch een aantal algemene trends aanwezig zijn. Er bestaat eveneens een sterk vermoeden dat de penetratiediepte van de akoestische geluidsgolven slechts zeer miniem is. Absorptie is immers frequentiegevoelig en het filtert progressief de hogere frequenties uit het signaal. Omwille van de gebruikte hoge frequenties bij de akoestische classificaties, zullen de zeebodemklassen vermoedelijk slechts het dunne toplaagje van het sediment vertegenwoordigen. Het voordeel is wel, in vergelijking met lagere frequenties (die dieper kunnen penetreren in het sediment), dat de resolutie van

het 'backscatter' signaal voldoende groot is om de microstructuren, die op de zeebodem aanwezig zijn, te kunnen onderscheiden en benoemen.

Met het oog op de studie van zand-slib gedomineerde gebieden wordt de studie toegespitst op twee morfologisch verschillende milieus: het gebied rond de Wenduinebank en de *'Pas van het Zand'*.

De Wenduinebank is een zandbank die gelegen is tussen Oostende en Zeebrugge. Dit gebied wordt gekenmerkt door het voorkomen van hoofdzakelijk zand met her en der slibrijke afzettingen. De ondiepe ligging van de zeebodem in dit gebied heeft een aantal nefaste gevolgen voor de acquisitie van de akoestische data en dit in hoofdzaak voor de kwaliteit van de single-beam en multibeam data. De acquisitie van betrouwbare en reële single-beam waarden verliep zelfs helemaal fout waardoor er geen classificatie mogelijk was op basis van de RoxAnn parameters. De verschillende akoestische klassen die kunnen opgesteld worden na interpretatie van de side-scan sonar beelden (onderverdeling in akoestische facies) worden getoetst en vergeleken met de akoestische klassen gedefinieerd op basis van de multibeam opnames. Er worden dan ook respectievelijk 5 akoestische klassen en 7 verschillende akoestische facies herkend. Opvallend is dat het voorkomen van elk akoestisch faciës dikwijls verspreid wordt over een groot aantal klassen. Niettegenstaande kunnen uit de bekomen classificaties, aangemaakte grafieken en tabellen enkele typische kenmerken afgeleid worden: in sommige gevallen kan immers een sterke correlatie teruggevonden worden tussen de verschillende akoestische classificaties. Als sommige akoestische klassen (op basis van de multibeam opnames) met hun respectievelijk overeenkomstige side-scan sonar beelden vergeleken worden, dan valt het ook op dat de ene klasse een relatief hogere 'backscatter' waarde bezit dan een andere akoestische klasse. Bij andere akoestische klassen kunnen soms geen duidelijke trends worden afgeleid, hetgeen een aantal redenen kan hebben: het voorkomen van de respectievelijke akoestische zones is te klein om een éénduidige classificatie en correlatie aan te maken, de acquisitie van de akoestische data gebeurde niet altijd even kwaliteitsvol, de interpretatie van de onderzoeker verliep moeilijk,...

Het tweede onderzoeksgebied situeerde zich rond de toegangsheuvel naar de haven van Zeebrugge, de *'Pas van het Zand'*. In deze zone wordt hoofdzakelijk de nadruk gelegd op het aanwezige slib met zijn typische eigenschappen. Het belangrijkste probleem vormt de dichtheid van het sediment. De penetratie van de akoestische signalen is veel minder bij een grotere dichtheid van het sediment dan in vergelijking met los gepakt materiaal. Gezien deze probleemstelling was het dan ook van primordiaal belang gedetailleerde staalnames uit te voeren met aandacht voor interne gelaagdheden en hun typische kenmerken.

De akoestische zeebodemclassificatie met behulp van de 'backscatter' waarden van de multibeam opnames, gebeurt met behulp van 4 akoestische klassen. Met behulp van de gestandaardiseerde side-scan sonar interpretatietabel kan er een gedetailleerde akoestische classificatie worden opgesteld op basis van 7 verschillende facies. Het sterk dynamische milieu dewelke typisch is voor de nabijheid van de vaargeul en de aanwezige baggeractiviteit geven aanleiding tot een aantal opmerkelijke zones.

Bij de acquisitie van de single-beam waarden werd er een beroep gedaan op 2 frequenties. Dit heeft als voordeel dat voor één en dezelfde campagne en voor één enkel studiegebied, meerdere eigenschappen van het sediment kunnen afgeleid

worden. Vermits elk van de bekomen parameters een ander aspect van de zeebodem belicht, kunnen deze parameters helpen om een beter inzicht te verkrijgen in de aspecten van de zeebodemclassificatie. Opvallend bij de ruimtelijke verspreiding van de bekomen reeksen is de vaststelling dat de aanwezige grenzen grotendeels overeenstemmen met de algemene trends van de overige akoestische classificatiemethoden. Algemeen kan gesteld worden dat in een slibrijk milieu, waarin het sediment zeer compact kan zijn, een grote waarde voor de 'hardness' kan teruggevonden worden. In het geval van los gepakt slib kan dit helemaal anders zijn. Los korrelig zand daarentegen zal relatief een veel kleinere waarde bezitten waardoor grofweg een eerste classificatie en correlatie kan opgesteld worden.

Bij een vergelijkende studie van de aangemaakte classificaties vallen direct enkele opmerkelijke zones op die gekenmerkt worden door enigszins overeenkomstige klassengrenzen. De opmerkelijkste zone is het gebied rond de vaargeul zelf, een zone die opvalt door het hoog slibgehalte met een opmerkelijke correlatie tussen de verschillende akoestische classificatiegrenzen.

Een andere opvallende zone is een duinenveld met een grove korrel waarbij eveneens een sterke correlatie kan aangetroffen worden tussen de aangemaakte classificaties. De daar aanwezige akoestische klasse is tevens steeds een indicator voor de aanwezigheid van grofkorrelig materiaal, ook in andere morfologisch verschillende gebieden.

Bij andere gebieden zijn de overeenkomsten veel moeilijker te trekken en dit bewijst nogmaals de complexiteit van de classificaties.

De analyses van de verschillende onderzoeksgebieden worden met elkaar vergeleken en waar mogelijk worden verbanden of contrasten aangetoond. Voor sommige aangemaakte akoestische klassen en facies kunnen sterke overeenkomsten worden getrokken en tezamen met de classificaties op basis van RoxAnn metingen kan een eerste algemene trend worden voorspeld. Opvallend is wel dat voor één bepaalde akoestische klasse telkens een sterke overeenkomst kan gevonden worden met het respectievelijk akoestisch faciës, maar dat dit telkens verschillend is voor beide onderzoeksgebieden. In dit geval levert de 'ground-truthing' telkens een totaal ander beeld op en het bewijst nogmaals de complexiteit van de correlaties. Het is ook opvallend dat het verschil in sediment zeer groot is, hetgeen ook duidelijk blijkt uit de side-scan sonar beelden.

Alhoewel kan worden gesteld dat de classificaties aan de hand van de multibeam opnames tamelijk consistent zijn en binnen eenzelfde studiegebied sterke correlaties vertonen met de classificaties aan de hand van de side-scan sonar beelden, valt het toch op dat geen link kan worden vastgesteld met één side-scan sonar faciës. De resultaten illustreren dat beide classificaties niet bepaald worden door dezelfde sedimentologische en morfologische kenmerken. Er dient dan ook verder onderzoek verricht te worden in het kader van de compactheid van het sediment en de gevolgen daarvan op de bekomen classificaties. In dit onderzoek is al aangetoond dat met behulp van RoxAnn metingen bijkomende informatie kan ingewonnen worden met betrekking tot de zogenaamde 'hardness' van het sediment. In het algemeen kan dan ook gesteld worden dat de classificaties aan de hand van de 'backscatter' waarden van de single-beam zeer belovende resultaten geven.

In deze context kan het dan ook interessant zijn om tijdens één en dezelfde survey twee aaneensluitende, morfologisch verschillende gebieden te onderzoeken en de classificaties daarvan te correleren en te valideren met behulp van *'ground-truthing'*. Met behulp van de drie aangewende akoestische classificatiemethoden kan dan een ruimtelijke variatie worden vastgesteld en kunnen de oorzaken van de anomalieën verder onderzocht worden.

In het kader van de *'ground-truthing'* kan de opmerking worden gemaakt dat niet alleen een boxcore staal moet genomen worden om de opeenvolging van de lagen te onderzoeken, maar het ook aangewezen is om bij verder onderzoek een zogenaamd *'bulk sample'* te nemen van het sediment aanwezig in de boxcorer. Op deze manier kan immers algemene informatie verkregen worden van het bovenste gedeelte van de zeebodem. Het kan dan interessant zijn de classificatie te vergelijken met de bekomen granulometrische analyses.

Het grote probleem bij de aanduiding van zogenaamde *'referentiegebieden'* (dewelke de basis vormen voor de zeebodemclassificatie aan de hand van multibeam opnames) ligt in het feit dat ze gebaseerd zijn op een visuele determinatie en de ervaringen van de onderzoeker. In deze context is dan ook al geopperd om de classificatie te bepalen aan de hand van klassen dewelke gedetermineerd worden op basis van het zogenaamde *'sonar beeld'* verkregen uit de *'backscatter'* waarden van de multibeam. Onderzoek van Roche M. heeft aangetoond dat de classificatie op basis van deze voorstelling veel betere resultaten geeft dan de standaard gebruikte methode.