

17th SYMPOSIUM ON HYDROACOUSTICS

Jurata May 23-26, 2000



ZAKŁÓCENIA POMIARÓW HYDROAKUSTYCZNYCH POWODOWANE PRZEZ STATEK, NA PRZYKŁADZIE R/V „OCEANIA”

DISTURBANCES CAUSED BY SHIP DURING HYDROACOUSTIC MEASUREMENTS - R/V "OCEANIA"

K. Poraziński

Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk
ul. Powstańców Warszawy 55, 81-712 Sopot, POLSKA
kpp@iopan.gda.pl

This paper describes noises accompanying the hydroacoustic research, performed on the board of the ship. The research vessel of Polish Academy of Sciences r/v „Oceania” is taken as an example. The disturbances comprise the engine, propeller, the electric net, and other disturbances from ship environment – outflow of hot water or fresh water and chemical matter from ship’s installation or turning on and off the light in the night.

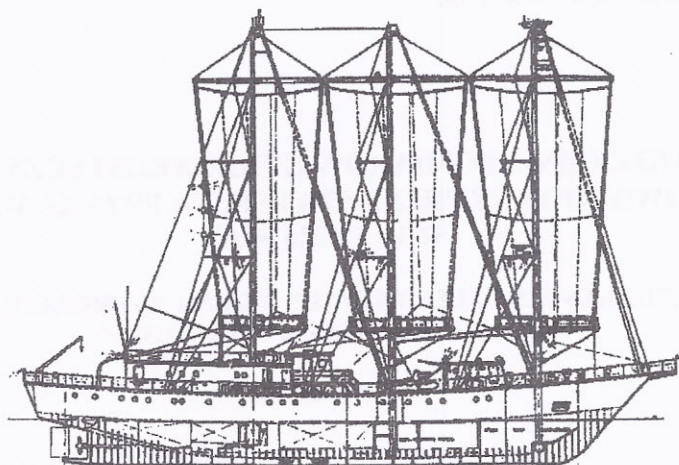
WPROWADZENIE

Pomiary hydroakustyczne prowadzone są już od czasów I wojny światowej i bez względu na charakter tych pomiarów, najpopularniejszą platformą pomiarową jest jednostka pływająca - statek. Statek prowadzący pomiary na morzu nie jest neutralny w stosunku do badanego środowiska. Wnosi on mnóstwo czynników mogących spowodować zmiany środowiska, jak również mogących mieć wpływ na efekt rejestracji danych pomiarowych.

1. R/V „OCEANIA”

Od roku 1985 jednostką pomiarową Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie jest statek naukowo badawczy r/v „Oceania”. Jest to trójmasztowy żaglowiec wyposażony w nowatorskie ożaglowanie typu żaglopłaty o łącznej powierzchni 700 m². Jego podstawowe parametry to: wyporność - 370 t, długość - 48.93 m, szerokość - 8.99 m, zanurzenie- 3.49 m, silnik - diesel o mocy 310 KM ze śruba nastawną, generatory - 3 niezależne o łącznej mocy 135kVA, (50, 50 i 35kVA). Jako napęd pomocniczy (nawiasem mówiąc używany znacznie częściej niż żagle) służy silnik *Wola* napędzający dwupłatową śruba napędowa o średnicy 1500 mm o nastawnym skoku. Przy maksymalnej prędkości obrotowej silnika (1500 obr/min) śruba obraca się z prędkością 356 obr/min.

Większość pomiarów prowadzona jest bezpośrednio z rufy lub z obu burt w części rufowej, gdzie znajdują się żurawiki pomiarowe i laboratorium.



Rys 1. Schemat r/v „Oceania” statku badawczego IO PAN w Sopocie.

Fig 1. R/v „Oceania” - research vessel of the Institute of Oceanology PA S in Sopot.

2. ZAKŁÓCENIA

Zakłócenia akustyczne

Naturalne pole akustyczne istniejące w toni wodnej obejmuje szeroki zakres częstotliwości – od ułamków herców do kilkuset kHz. Ze względu na pochodzenie wprowadza się zazwyczaj następujący podział szumów w morzu [2,5]:

- *Szумы termiczne* – związane z oddziaływaniem molekularnym – mające duże znaczenie przy pomiarach powyżej 50 kHz.
- *Szумы powierzchni wody* - wywołane falami - dominujące w otwartym morzu w zakresie 100 Hz do 50 kHz, zależne od stanu morza.
- *Szумы biologiczne* - wydawane przez mieszkańców morza (ssaki morskie, krewetki, niektóre ryby i inne).
- *Szумы sztuczne* - wywołane przez działalność techniczną człowieka, statki, itp.
- *Szумы deszczu* – spowodowane spadającymi kroplami deszczu.
- *Szумы brzegowe* – powodowane przez rozbijające się fale o brzeg lub rafy.
- *Szумы przepływu* - powodowane przez prądy i pływy ocierające się o dno.
- *Szумы sejsmiczne* – powstające w wyniku trzęsień ziemi, wybuchów wulkanów i innych zjawisk sejsmicznych.

Statek, bez względu na swą wielkość, jest obiektem wnoszącym w otaczającą go przestrzeń wiele czynników będących dla otoczenia zakłóceniami. Przede wszystkim jest on olbrzymim źródłem hałasu propagowanego do toni wodnej. Ze względu na to, że woda jest doskonałym przewodnikiem dla dźwięku, ma to kolosalny wpływ na bliższe i dalsze otoczenie. [1]

Zakłócenia te możemy podzielić na sztuczne i naturalne. Zakłócenia naturalne pochodzą przede wszystkim z zakresu częstotliwości 10 Hz + 400 Hz. Zasadniczo wyróżnić można tu szerokopasmowe szumy pochodzące od opływu kadłuba i od rozbijania się fal o burty. Natomiast sztuczne, to posiadające szereg dyskretnych składowych hałasy pochodzące od urządzeń statkowych (silnik maszyny głównej, agregaty prądotwórcze, agregaty chłodnicze, pompy hydrauliczne, pompy i wirówki paliwa, silniki elektryczne) i dźwięki powodowane przez śrubę okrętową.

Zakłócenia powodowane przez statek mogą wpływać na uzyskiwane dane na trzy sposoby: po pierwsze na sygnał otrzymywany z przyrządów pomiarowych, po drugie na ton wodną dodając sztuczne tło i wreszcie po trzecie na zachowanie się samych obiektów badanych.

Zakłócenia mające wpływ na aparaturę pomiarową

Elektroniczne układy pomiarowe używane w nowoczesnych echosondach jak również zestawy komputerowe są podatne na różnego rodzaju zakłócenia elektryczne. Statek będący jednym wielkim układem elektrycznym jest źródłem wielu zakłóceń. Sieć elektryczna bardzo często wpływa na uzyskiwane wyniki. Stworzenie odrębnej sieci służącej zasilaniu urządzeń pokładowych i odseparowanej przez filtry i UPS-y, nie zawsze rozwiązuje problem. Pojawiają się zakłócenia spowodowane pracą jarzeniówek, monitorami komputerowymi niskiej jakości i pracującymi urządzeniami elektrycznymi wytwarzającymi silne pole elektryczne lub elektromagnetyczne (np. zasilacz wyświetlaczy elektronicznych). Dlatego też pojawia się tendencja odseparowywania przetworników analogowo cyfrowych od komputerów, poprzez instalowanie ich w oddzielnych obudowach.

Prócz tego mogą się pojawić zakłócenia spowodowane pracą radiostacji okrętowej silnie wpływającej na przebieg sygnałów w rozłożonych na pokładzie kablach.

Zakłócenia mające wpływ na ton wodną

Szumy wytwarzane przez statek w ruchu, pochodzące od napędu głównego (śruba – wał – silnik), są najistotniejszym czynnikiem generującym hałas do toni wodnej i były już opisywane [3,4].

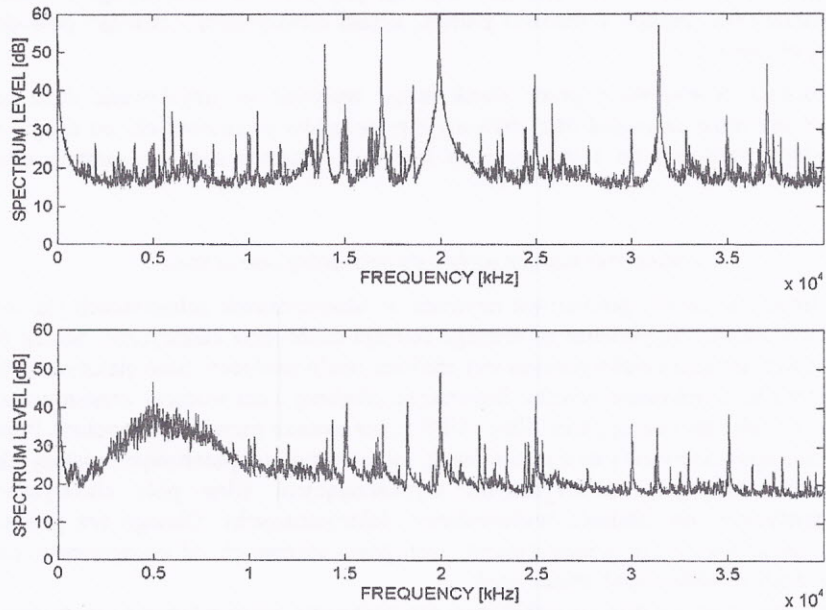
W trakcie jednego z rejsów zarejestrowano szumy od statku podczas postoju na stacji pomiarowej i w czasie ruchu. Układ pomiarowy składał się z hydrofonu szerokopasmowego zawieszono na ok. 2 metrach za burtą statku, wzmacniacza, przetwornika analogowo cyfrowego DATEL PC 414 B2 i komputera rejestrującego.

Rysunek 2 przedstawia widmo mocy sygnału zarejestrowanego podczas postoju (rysunek górny), jak również podczas ruchu statku (rysunek dolny). Śruba pracowała z prędkością ok. 285 obr./min. W celu odfiltrowania szumów zastosowano funkcję autorolelacji:

$$x(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t)x(t+\tau)dt$$

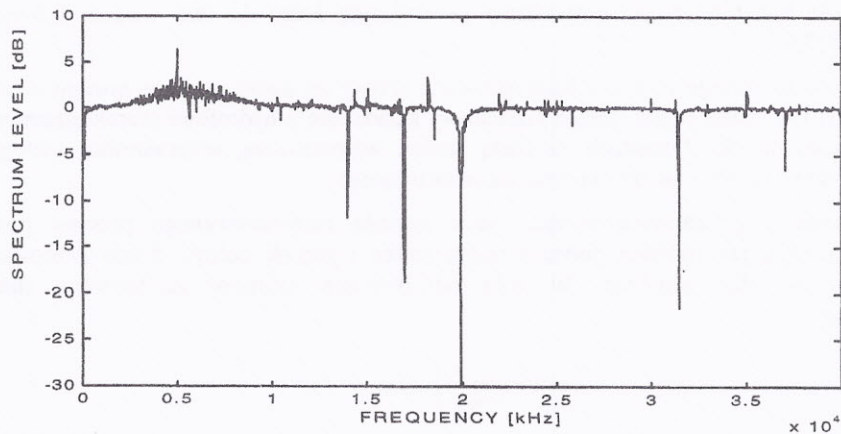
Na rysunku 3 widać różnicę między widmem szumu od statku w czasie ruchu a widmem szumu od statku stojącego.

Największe różnice powstają w zakresie 5 kHz do 10 kHz i są spowodowane pracą urządzeń napędowych. Co ciekawe, uruchomienie napędu powoduje tłumienie zakłóceń na kilku częstotliwościach: m.in. 14 kHz, 17 kHz, 20 kHz, 31.5 kHz, 37.5 kHz.



Rys 2. Widmo mocy obliczone na podstawie funkcji autokorelacji zarejestrowanego sygnału.
Rysunek górny - na postoju, rysunek dolny w trakcie ruchu

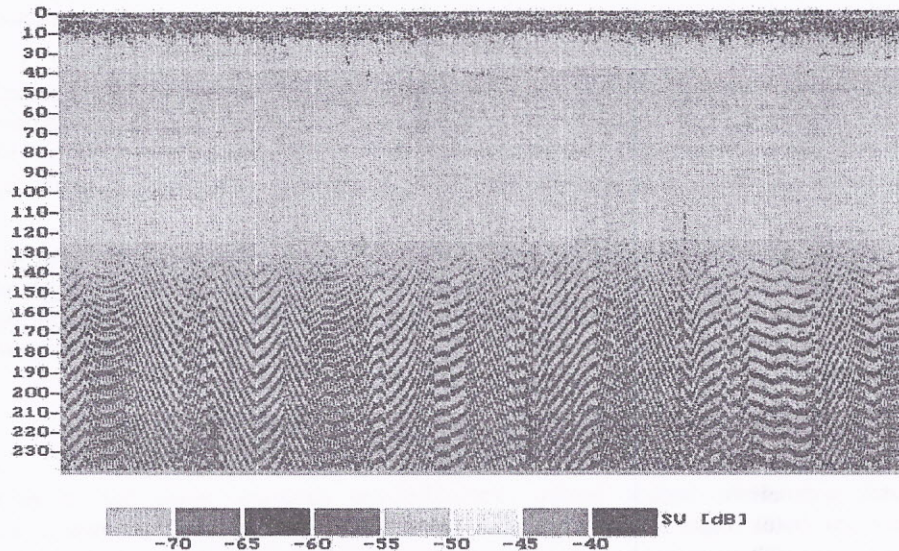
Fig 2. Power spectrum calculated on the basis of the autocorrelation function of signals:
recorded on the station - upper figure, and during movement - lower figure



Rys 3. Różnica między widmami sygnałów na postoju i podczas ruchu statku

Fig 3. Differences between spectra of stationary and in move record

Jak już wspomniano, szумы wywołane przez urządzenia okrętowe pojawiają się na częstotliwości 10 Hz – 400 Hz [1]. Niska częstotliwość zakłóceń od urządzeń okrętowych nie wpływa na sygnały otrzymywane na echosondach pracujących na częstotliwościach kilohercowych. Inaczej jest w przypadku śruby okrętowej. Praca wału napędowego i śruby powoduje szereg zakłóceń doskonale widocznych na echogramach. Rysunek 4 pokazuje przykład takich zakłóceń.



Rys 4. Fragment echogramu uzyskany za pomocą echosondy ELAC LAZ – 4700 pracującej na częstotliwości 30 kHz, z „wzorkami” zakłóceń od śruby okrętowej

Fig 4. Part of the echogram obtained by ELAC LAZ – 4700 echosounder at 30 kHz – with disturbances pattern

Mimo tego, że zakłócenia spowodowane przez układ napędowy pojawiają się w przedziale 5 kHz - 10 kHz, widać je również na echosondzie pracującej na częstotliwości 30 kHz. Rysunek 4 pokazuje fragment echogramu otrzymany za pomocą echosondy ELAC LAZ – 4700, pracującej na częstotliwości 30 kHz. Na obu rysunkach widać fragment toni wodnej z zakłóceniami spowodowanymi pracą śruby. Zakłócenia uwidaczniają się dopiero na większych głębokościach (poniżej 130 m) za sprawą zasięgowej regulacji wzmocnienia (TVG). Znamienny jest również fakt dosyć dużych zmienności istniejącego „wzoru”, ulegającego losowym zmianom. Parametry śruby nie ulegały zmianie.

Drugim, po szumach, elementem zakłócanym przez statek jest pole światła. Ze względu na brak ograniczeń energii elektrycznej na statku, jak również z powodów bezpieczeństwa, statek jest zwykle w nocy silnie oświetlony przez liczne źródła światła. Co więcej zapalenie lub gaszenie tych świateł może następować w sposób dowolny. Dlatego ważne jest utrzymanie reżimu niezmienności oświetlenia w trakcie pomiarów.

Wysoka wolna burta statku, nadbudówka i maszty, powodują znaczne zmiany pola wiatru po obu jego burtach i jednocześnie zafalowania powierzchni. W przypadku

hydroakustycznych pomiarów pęcherzyków gazowych w przypowierzchniowej warstwie toni wodnej, różnice koncentracji między pomiarami wykonanymi na burcie zewnętrznej i nawierzchni mogą się różnić o **3 rzędy wielkości**. (informacja ustna - Z. Klusek)

Praca silnika statku wymaga jego ciągłego chłodzenia. Silnik główny oraz agregaty prądotwórcze zużywają do chłodzenia ok. 3 m^3 wody na dobę. Tak więc 24 godziny na dobę wyrzucana jest za burtę woda o temperaturze dochodzącej do $25^\circ\text{C} + 30^\circ\text{C}$. W przypadku pomiarów zimą, gdzie zaburtowa woda ma ok. $1^\circ - 2^\circ\text{C}$ może być to źródło lokalnych zaburzeń środowiska. Zrzut wody chłodzącej następuje 1.5 m pod powierzchnią wody.

Prócz wody chłodzącej zrzucana jest również woda słodka z łazienek i fekalia z toalet. Ogólna liczba wody słodkiej emitowanej przez statek to $1,5 \text{ m}^3 - 2 \text{ m}^3$ na dobę. Dodatkowo ścieki fekalne przechodzące przez bioblok, są skażone podchlorynem sodu o stężeniu 150 g/dm^3 . Zbiornik chloratora o pojemności 100 l jest uzupełniany co tydzień 4 litrami tej substancji.

W trakcie rejsu odpadki z kuchni (tzw. zlewki) są wyrzucane za burtę, działając jak przynęta zarówno dla organizmów w toni wodnej, jak również dla ptaków żerujących w pobliżu. Sama obecność statku w niektórych rejonach pomiarowych, powoduje zbieranie się roju ptaków siedzących na wodzie i czekających na pożywienie. Obecność ptaków może wpływać na organizmy żywe żerujące pod powierzchnią wody.

3. WNIOSKI

Statek pomiarowy, będący bardzo skomplikowaną strukturą, może być źródłem olbrzymich zakłóceń. Część z nich jest trudna lub wręcz niemożliwa do oszacowania, co więcej, nie wiemy, jak mogą one wpłynąć na otrzymywane przez nas wyniki.

Badania prowadzone ze statku, a zwłaszcza badania hydroakustyczne, ze względu na możliwość „widzenia” toni wodnej muszą być prowadzone z uwzględnieniem całego szeregu zastrzeżeń wynikających ze specyfiki tematu.

Ważne jest więc utrzymanie ścisłego reżimu zachowania i przestrzeganie pewnych zasad w trakcie pomiarów.

LITERATURA

1. Z. Klusek, Warunki propagacji dźwięku w Południowym Bałtyku, Rozprawy i monografie 1/1990, IO PAN Sopot 1990.
2. V. M. Albers Underwater Acoustics Handbook, The Pennsylv. State Univ. Press, 1960.
3. J. Dobrzaniecki, I. Gloza Zaburzenia podwodne wytwarzane przez silnik główny okrętu, XLVI Otwarte Semianrium z Akustyki OSA'99, Polskie Towarzystwo Akustyczne, Oddział Krakowski, Kraków – Zakopane 1999.
4. J. Dobrzaniecki, I. Gloza Badania doświadczalne szumów podwodnych wytwarzanych przez śrubę okrętową przy pomocy diagnosty kavitacyjnej, VIII Sympozjum z Hydroakustyki SHA '91, Gdańsk – Gdynia 1991.
5. H. Medwin, C.S. Clay Fundamentals of Acoustical Oceanography, Academic Press, 1998.