

Sovjetiske ubåde eller pruttende sild?

MAGNUS WAHLBERG
(Magnus.Wahlberg@biology.au.dk)

Afdeling for
Zoofysiologi
Aarhus Universitet

HÅKAN WESTERBERG
(hakan.westerberg@fiskeriverket.se)

Fiskeriverket, Sverige

En oktobermorgen i 1981 gik en sovjetisk ubåd på grund i den svenske skærgård, tæt ved en af Sveriges vigtigste flådebaser. Ubåden blev opdaget af en fisker, der med et telefonopkald informerede det svenske forsvar. Dermed begyndte to begivenhedsrige årtier for svensk sikkerhedspolitik. Langt ind i 1990'erne rapporteredes der jævnligt om fortsatte ubådskrænknings af svensk territorialfarvand, hvilket resulterede i svensk-russiske diplomatiske skænderier på højeste politiske niveau. Men var det virkelig russiske ubåde som gav det svenske militær så store problemer, eller var det svømmende mink og pruttende sild?

Ubådsjagterne

Den sovjetiske ubåd U137, af model Whiskey, som gik på grund kun 15 km fra Karlskrona, blev hurtigt omtalt som 'Whiskey on the Rocks'. Efter grundstødningen fulgte en mængde rapporter om fjendtlig undervandsvirksomhed i den svenske skærgård. Der fortaltes om uidentificerede periskoper og dykkere langt inden for Sveriges territorialfarvandsgrænse. Militæret slog alarm om passager med ukendt formål i strategisk vigtige områder, og om mærkelige undervandslyde, som man antog kom fra fjendtlige ubåde. Flere gange blev den uindbudte gæst lukket inde med net og mineafspærringer. I ugevis prøvede man at få fjenden op til overfladen. Disse ubådsjagter blev fulgt med stor interesse af journalister over hele verden, men de endte aldrig med at det lykkedes at fange nogen fjende.

Efter et årti med ubådsjagter begyndte tvivlen at vokse. Var det nu virkelig ubåde forsvaret jagtede? Hvordan kunne det være at overtrædelserne optrådte så hyp-

pigt, men at det aldrig lykkedes at få en ubåd op til overfladen? Og hvis den skyldige var Sovjetunionen, hvordan kunne ubådsalarmen uhæmmet blive ved efter Østblokkens sammenbrud i 1989? Denne tvivl resulterede i en nuvurdering af ubådsjagten, og i ny biologisk viden om lydproduktion hos mink og sild.

'Typljudet'

Rapporteringerne om de fortsatte overtrædelser efter Whiskey-grundstødningen blev vurderet og systematiseret af det svenske militær. Rapporterne blev endeligt klassificeret efter troværdighed (se Tabel 1) på en skala med seks niveauer. Begivenheder som med sikkerhed indikerede en fremmed ubåd, såsom observationer af periskop, frømænd og luftudslip under vand, blev klassificeret som sikker ubåd. Mere usikre observationer fik en lavere karakter.

En indikation som opnåede stor interesse under ubådsjagterne, var *Typljudet* ('Den typiske lyd'). Denne undervandslyd blev først registreret i 1985, og derefter flere



FOTO: THOMAS PALANDER

Figur 1
'WHISKEY ON THE
ROCKS'

.....
Den russiske ubåd U137, som gik på grund i den svenske skærgård i oktober 1981, blev begyndelsen på 15 års svensk ubådsjagt.

gange i de følgende 10-15 år. Typljudet lyder lidt som når man steger bacon: det popper og bruser uregelmæssigt. Det var svært at finde en naturlig forklaring på lyden, så med tiden blev en optagelse af Typljudet alene nok til at konkludere at en ubåd var til stede. Alle optagelser af Typljudet blev derved klassificeret som 'ere (sikker ubåd). Denne logik kom flittigt i brug fra slutningen af 1980'erne og langt ind i 1990'erne (se Tabel 2).

Sovjetunionen eller NATO?

Hvordan kunne man være sikker på at den krænkende magt var Sovjetunionen? For Whiskey on the Rocks' vedkommende var der jo ikke nogen tvivl. Men i de efterfølgende rapporter om krænknings var det næsten umuligt at fastslå nationa-

liteten. Påstanden om at Sovjetunionen stod bag krænkningerne var tilsyneladende ikke baseret på konkrete beviser. Dog kendte man den store sovjetiske ubådsflåde i Østersøen, og den enorme svenske skærgård måtte være af stor strategisk interesse hvis der skulle komme en konflikt mellem Warszawapagten og NATO.

Men hvad så med NATO? Både Danmark og Tyskland havde ubåde som kunne operere i Østersøen. Sverige er militærpolitisk neutral og ikke medlem af nogen forsvarsalliance. Kunne man ikke tænke sig at NATO havde tilsvarende interesser i at benytte den svenske skærgård i en krisituation? Disse spørgsmål er hyppigt blevet debatteret, men et endeligt svar lader vente på sig. Det er muligt at det svenske

Tabel 1
KLASSIFICERING

.....
Det svenske forsvars
klassificering af
indikationer af fjendtlig
undervandsvirksomhed,
inddelt efter en skala
med seks niveauer.
Fra SOU 2001:85.

I nedanstående tabell redovisas inom ram samma tabell som finns i
Ubåtskommissionen. Siffrorna i kolumnhuvudna avser den sexgradiga
bedömningskalan.

- (1) Undervattensverksamhet
- (2) Sannolik undervattensverksamhet
- (3) Möjlig undervattensverksamhet
- (4) Undervattensverksamhet kan ej uteslutas
- (5) Undervattensverksamhet bedöms ej ha förekommit
- (6) Underlaget kan ej ligga till grund för bedömning

Anmärkning: Med undervattensverksamhet avses alle former av sådan.

Tabel 2
INDRAPPORTEREDE
OBSERVATIONER
1981-2000

.....
Klassificering af
indrapporterede
observationer efter
skala angivet i Tabel 1.
Sildforsøgene startede
i 1996. Fra Omprøvning
af ubåtsfrågan SOU
2001:85.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	S:a	Varav Typ- ljud Bed (1)
1981	2	2	14	1	1	1	21	0
1982	11	19	118	9	11	11	179	0
1983	7	58	238	71	9	68	451	0
1984	22	32	134	34	117	113	452	1
1985	10	37	165	87	96	53	448	1
1986	9	61	185	177	154	71	657	1
1987	11	93	276	305	137	134	956	1
1988	7	53	266	330	82	111	849	6
1989	1	27	129	235	62	39	493	1
1990	4	15	70	347	58	98	592	3
1991	2	8	46	207	97	43	403	2
1992	21	6	23	229	54	43	376	20
1993	10	0	11	110	88	44	263	10
1994	1	0	15	79	80	52	227	1
S:a	118	411	1690	2221	1046	881	6367	
1995	7	1	7	16	32	11	74	7
1996	0	4	8	29	52	11	104	0
1997	0	0	3	32	35	22	92	0
1998	0	0	2	7	16	5	30	0
1999	0	0	3	15	15	5	38	0
2000	0	0	0	8	23	3	34	0
S:a	7	5	23	107	173	57	372	

forsvar havde beviser for at Sovjetunionen faktisk var den krænkende magt— beviser som man af sikkerhedspolitiske grunde stadig holder hemmelige. Men det er ligeledes muligt at nationalitetsbestemmelsen blev lavet uden et ordentligt grundlag, efter en bedømmelse af den sikkerhedspolitiske situation. Et vigtigere spørgsmål er om der nu egentlig var så mange overtrædelser af svensk territorialfarvand som det svenske militær hævdede.

Berlinmurens fald i 1989 indebar afslutningen på den kolde krig, og det sikkerhedspolitiske klima forandrede sig drastisk i løbet af en nat. Det var derfor både med forbavselse og ærgrelse, som den daværende svenske statsminister, Carl Bildt, i et syrligt brev til Ruslands præsident Jeltsin i 1994 kunne konstatere, at det svenske militær stadig detekterede fjendtlig ubådsaktivitet i den svenske skærgård. Svenskerne var sikre på at det var Rusland som stod bag overtrædelserne. De fleste af disse indikationer bestod af optagelser af Typljudet. Jeltsin besvarede brevet med at Rusland og det gamle Sovjetunionen aldrig havde haft til hensigt at krænke svensk territorialfarvand. Whiskey-grundstødningen forklarede forårsaget af en fejlnavigation.

Tvivl

Svenskerne mente at Whiskey næppe kunne have navigeret så forkert at den kunne nå dybt ind i den svenske skærgård før den gik på grund. Dog, med hensyn til de øvrige episoder var tvivlen begyndt at vokse inden for det svenske militær. Kunne det nu virkelig passe at Rusland blev ved med at krænke svensk territorialfarvand så mange gange hvert år? Overtrædelserne bragte de tættere forbindelser som den nydannede russiske stat

prøvede at knytte til Vesten, i fare. Var man virkelig parat til at løbe denne risiko, og til hvad nytte under en optøende kold krig? Havde den kriseramte russiske flåde overhovedet økonomiske midler til den slags operationer?

Det svenske forsvar genoptog analysen af de indsamlede beviser for at undersøge om der kunne findes andre forklaringer på observationerne af uidentificeret undervandsaktivitet. Specielt mistænksom var man over for mange af de lydoptagelser som var blevet lavet. Der fandtes målinger som dårligt kunne passe med den slutning at lyd-kilden var en ubåd. For eksempel kunne man i en del tilfælde bestemme lyd-kildens position med en serie modtagere. En del af de lyd-kilder som man hævdede kom fra ubådspropeller, blev lokaliseret til vandløb som ikke engang var en meter dybe! Hvordan kunne russerne sejle deres ubåde ind på så lavt vand?

Gennem undersøgelser blev det i 1994 påvist at mange af disse 'propel-lyde' ikke stammede fra ubåde, men fra mink som svømmede i overfladen. Minkens skarpe kløer laver 'ridser' i vandet, mens den svømmer. Efter samme princip som når vandet i en tekedel koger ved lavere temperatur i lavtryksvejr, så dannes der så kraftigt undertryk i disse ridser at vandet begynder at koge. Når trykket øges igen, klapper gasboblerne sammen med et brag. Fænomenet, som kaldes kavitation, er velkendt fra roterende propeller, men kan altså også genereres ved kløerne på en svømmende mink.

En anden vigtig lydindikation, Typljudet, manglede dog en forklaring. Derfor mente forsvaret at Sverige stadig fik

besøg af uindbudte. Dog voksede tvivlen hos journalister og politikere. Hundredevis af millioner af svenske skattekroner var blevet brugt på at forsvare landet mod ubåde, men hvad var resultatet af alle disse anstrengelser? Kunne man stole på at det svenske forsvar jagtede ubåde, og ikke indbildte fjender, som Don Quijote i sin strid mod vindmøllerne?

'Referens-utredningen'

I 1996 begyndte en undersøgelse af om Typljudet kunne have en naturlig forklaring. Gruppen som lavede arbejdet, bestod af en række militærstrateger og videnskabsmænd, med speciale inden for undervandslyde, meteorologi, geologi og biologi.

Denne artikels forfattere kom med i gruppen for at vurdere om Typljudet kunne dannes af dyr. Vi blev generøst præsenteret for næsten hele det kæmpemæssige materiale om ubådsindikationer, som var blevet samlet ind i årenes løb. Vi fik fri adgang til lydoptagelser, notater og observationer. En stor del af materialet er hemmeligt og må derfor ikke fortælles videre.

Lyd under vand

Næsten alt liv på land og i vand laver lyde. På land er vi omgivet af en konstant polyfoni af biologiske lydkilder: fugle der synger, hunde der gør, insekter som flyver, vinden som suser i et træ, og lyden af skridt fra en elg på vej over en mose (ja, vi er svenskere!). De fleste af disse lyde er vi aldrig i tvivl om hvor stammer fra. Vi kan forveksle lyden af skridt fra henholdsvis en elg og en hjort, men ikke forveksle disse med vingesuset fra en flyvende svane.

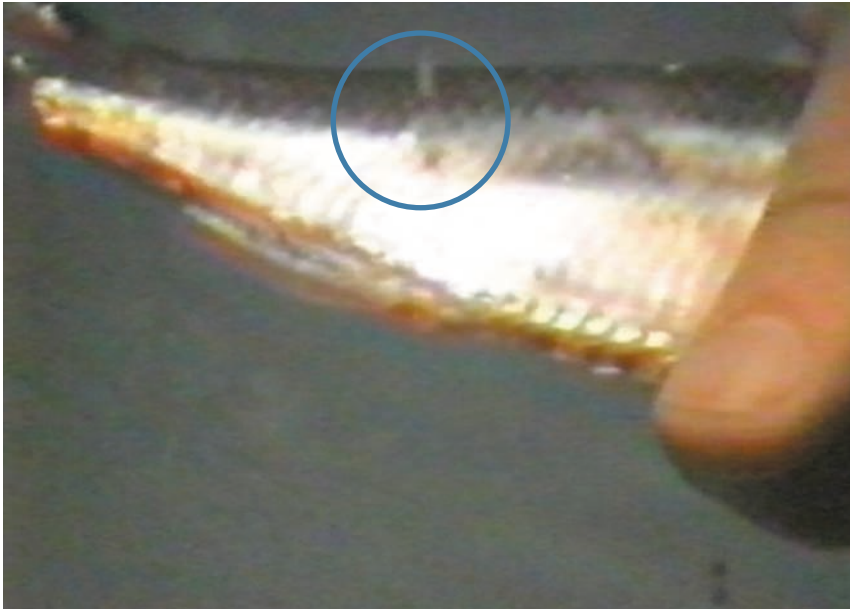
Under vand er det meget mere besværligt at konstatere hvor en lyd stammer fra. Vi kender kun undervandslyde fra sommerbad-

ning og dykning, og fra leg i badekarret derhjemme (noget som en af officererne i analyse-gruppen faktisk prøvede på vores opfordring). Hvorfra skulle vi vide hvordan det lyder når en skrubbe letter fra en sandbund for at svømme af sted mod nye jagtmarker, eller når bølgerne vugger tangen?

Det bliver endnu værre af at dyr laver lyde i vand som ikke lyder som noget andet vi er vant til at høre. Sangen fra en pukkelhval ægger fantasien så meget at den bliver brugt ikke bare til at fortælle om naturens mærkværdigheder, men også til at illustrere kosmos' dybeste hemmeligheder. Pistolrejer i tropiske have laver meget intense lydpuiser og dominerer fuldstændigt det akustiske undervandsmiljø ved koralrev. Mange af vore skandinaviske fiskearter laver lyde ved parring og for at opretholde territorier. Andre skandinaviske vanddyr, som f. eks krebsdyr, laver også forskellige typer af lyde. De fleste biologiske undervandslyde, selv fra vores mest almindelige dyrearter, er stadig ikke blevet systematisk studeret.

Det kræver derfor en god fantasi at kunne opstille en liste over de mulige lydkilder som har kunnet udsende en given lyd. Det er meget sjældent at man umiddelbart kan råbe 'Ah, ja, men det der er jo torskens gyde-lyde!' eller 'Det var da en flot optagelse af en stresset reje!'. En bioakustiker er derfor tit i tvivl når der bliver rapporteret en fortolkning af en undervandsoptagelse. Vi var også meget skeptiske da vi blev præsenteret for Forsvarets optagelser af Typljudet, og over for deres fortolkning af disse lyde.

Vi opstillede et antal kriterier for det eventuelle dyr som skulle kunne forklare Typljudet: Det skulle jo undersøges om et



Figur 2
DIGITAL KLEMNING AF
SILD FREMBRINGER
SILDEPRUTTER.

.....
*Prøv gerne selv der-
hjemme!*

dyr kunne lave en tilsvarende lyd i de samme geografiske områder som Typljudet var hørt i, og på de samme tidspunkter af døgnet og året.

Vi havde mange ideer i begyndelsen, men fik hurtigt skåret de fleste væk. Der fandtes dog specielt én mulighed som det var meget svært at afvise. Sild er kendt for at lave lyde, og de findes i store mængder i hele den svenske skærgård, fra den finske til den norske grænse. Men laver silden lyde som kan sammenlignes med Typljudet?

Forsøg med sild

Vi startede med et lille eksperiment som hvem som helst kan gentage derhjemme: køb nogle nyfangede sild hos din lokale fiskehandler. Køb friske kartofler til, så du efter forsøget kan få en lækker aftensmad. Før du er alt for sulten, tager du silden frem og holder den i hånden (Figur 2). Ved for-

sigtigt at klemme på fisken opdager du at der kommer luft ud gennem fiskens analåbning, samtidig med at du kan høre en pruttende lyd. Der kan være ret meget luft i en sild, så du kan blive ved med at klemme i lang tid. Samtidig med at du klemmer, så forestil dig det kor af prutter som opstår hvis en hel sildestime med tusindvis af sild slipper gas ud på én gang!

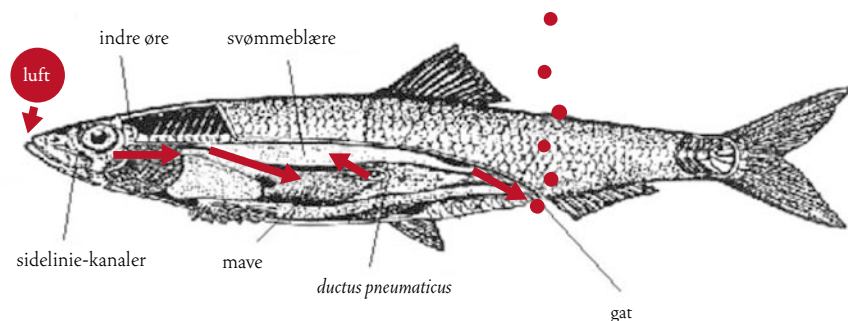
Hvor kommer al den luft fra? Man ville ikke forvente at sildens tarme kunne indeholde så meget luft, selv om den havde spist noget meget gas-fremkaldende. Nej, gassen kommer ikke direkte fra mave/tarmsystemet. Gassen kommer fra sildens svømmeblære, der er forbundet med analåbningen via en lille kanal (se Figur 3).

Men hvorfor har silden gas i svømmeblæren, og hvor kommer den fra?

Figur 3

SILDENS ANATOMI

Fra Manfred Klinkhardt: *Der Hering*. Reproduceret med tilladelse fra Neue Brehm-Bücherei und Westarp Wissenschaften.



Biologisk væv er lidt tungere end vand, og uden en gasfyldt svømmeblære ville fisken bruge energi på aktivt hele tiden at svømme en smule opad for at undgå at synke. Svømmeblæren hjælper den med at bevare opdriften i vand.

Når fisken er på dybt vand, presses luften i svømmeblæren imidlertid sammen, og fiskens massefyldte øges. Ved at fylde svømmeblæren op med luft mindskes massefylden, og fisken bevarer neutral opdrift. Udover denne funktion spiller svømmeblæren en vigtig akustisk rolle. Mange fisk, som f. eks. torsk, har muskler som kan sætte svømmeblæren i vibration og lave trommende lyde. Svømmeblæren forstærker samtidig de lydbølger som fisken kan detektere med sit indre øre, og forøger derved følsomheden for lyde.

For at svømmeblæren skal kunne bruges til at give fisken neutral opdrift, må fisken være parat til at producere gas på dybt vand og absorbere gas når fisken svømmer op mod lavere vand. Et dykkende menneske bruger samme teknik ved at pumpe sin ligevægtsvest op under neddykning, og lukke luften ud under opstigning. Mange fiskearter har en spe-

ciel kirtel som sørger for gasudvekslingen mellem blodet og svømmeblæren.

Sildens svømmeblære kan imidlertid ikke producere gas. I stedet har silden en kanal mellem maven og svømmeblæren. Mange skærgårdssejlere har observeret hvordan man en sen sommeraften kan se fisk svømme op til overfladen og indtage luft gennem munden. Det er sild som via maven er i gang med at fylde svømmeblæren op med luft.

Silden har yderligere en kanal fra svømmeblæren som går ud til analåbningen. Dermed kan fisken hurtigt tømme svømmeblæren for gas. Dette ser man tit fra stressede sildestimer, f. eks. når de jages op mod overfladen af torsk, makrel eller en flok spækhuggere. En sildefisker på den svenske vestkyst har fortalt os at han kan se når der er gået sild i hans net fordi nettet 'begynder at koge', og han tager først nettet op når det er 'færdig-kogt'. Grunden til at silden prutter når den bliver stresset, kender man ikke. Man formoder at den prøver at forvirre rovdyr som jager den.

Boblerne fra sildens gasudslip, som kan dække områder på flere hundrede meter,

laver tydelige lyde når de frigøres. Dette kan enhver (som har et badekar) også prøve derhjemme, og det var dette lille eksperiment vi opfordrede en officer til at lave. Denne oplevelse fik ham til at forstå den variationsrigdom af lyde som kan laves, når man prutter under vand.

Da vi klemte den døde sild under vand, kunne vi optage lyde som mindede meget om Typljudet. Et problem var dog at frekvensindholdet i lydene var alt for lavt, hvilket vil sige at lydene var dybere end i optagelserne af Typljudet. Selv om det svenske forsvar var meget interesserede i vores lille forsøg, så kunne vi ikke med sikkerhed fastslå at Typljudet kom fra sild. Dette var meget heldigt for os idet vi så fik mulighed for at gå videre med en række forsøg og detaljeret studere lyde fra sildens gasudslip.

Når man optager lyde i en lille tank, er det som at lave lydoptagelser i en kirkeklokke. Lyden reflekteres mod karrets vægge og

laver resonans, som gør at den oprindelige lyd forvrænges. Derfor var det vigtigt at lave lydoptagelserne i mere naturlige omgivelser. Vi byggede en plexiglas-tank, som blev fyldt med vand. Vi puttede en levende sild ned i tanken. Tanken blev koblet til en vakuumpumpe og forsynet med et videokamera og en hydrofon (dvs. en undervandsmikrofon), inden den blev sænket ned i en havn (se Figur 4). Plexiglas er i princippet fulstændigt gennemtrængeligt for lyde under vand, og derfor ville alle lyde fra silden blive detekteret af hydrofonen under gode akustiske forhold, uden tilstedeværelse af refleksioner.

Vi sænkede nu trykket i tryktanken, så sildens svømmeblære blev udvidet, og fisken blev nødt til at prutte. Vi optog flotte lyde. De lignede også Typljudet, men præcis som ved fingerklemningen (som hurtigt fik kælenavnet 'Digitalt anbragt tryk', da digit betyder finger på engelsk), så var frekvensindholdet alt for lavt.

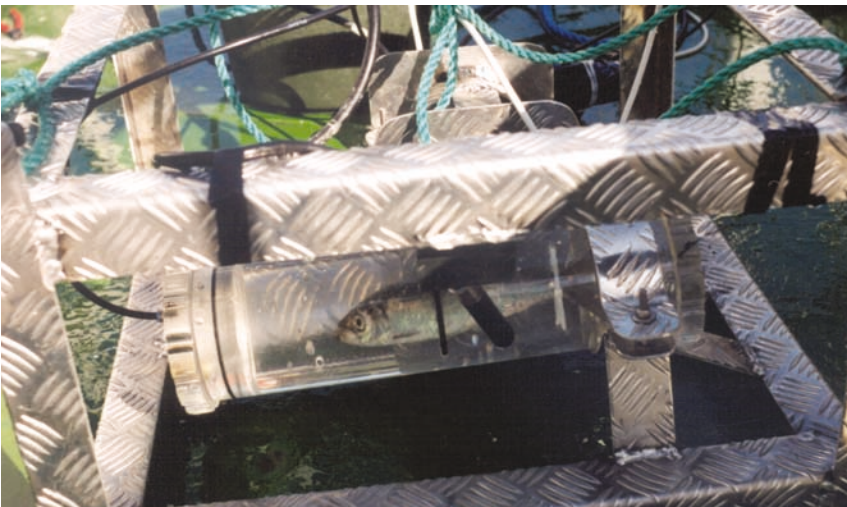


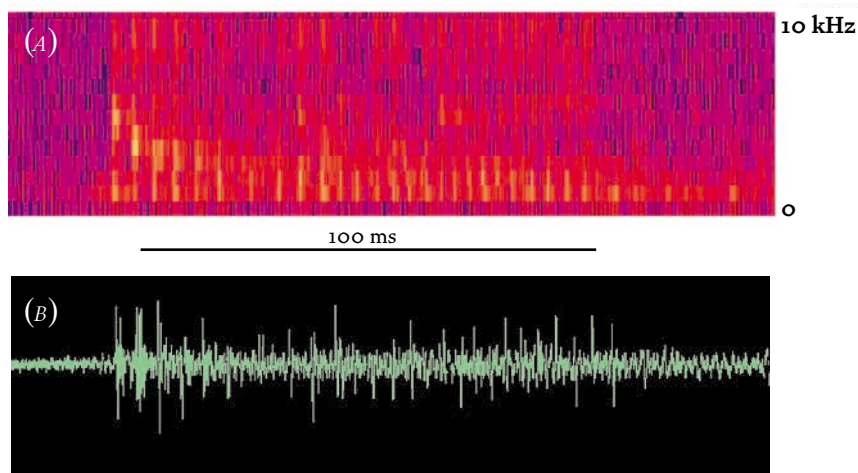
FOTO: MAGNUS WAHLBERG

Figur 4
SILD I TRYKTANK

.....
En sild placeres i en gennemsigtig tryktank, som derefter sænkes ned i vandet for at fremtvinge prutter og lydoptagelser under gode akustiske forhold.

Figur 5
'DET PULSERENDE
CHIRP'

Lyden fra en pruttende sild har en unik karakter som ikke er kendt fra nogen anden undervandskilde. Øverst (A) ses et spektrogram, med frekvenserne som funktion af tiden (gult angiver frekvenser med højt energi-indhold). Nederst (B) ses trykbølgen fra den samme pruttende sild. En optagelse af lyden kan findes på Magnus Wahlbergs hjemmeside http://www.biology.au.dk/zoophysiology/people/academic/magnus/magnus_research.htm



Uden for den lille nordsvenske by Söderhamn (som ligger ca. 300 km nord for Stockholm, og som med sit navn vidner om hvor lang den svenske Østersøkyst er) bor en af de få svenske fiskere som fanger sild med bundgarn. Ellers fisker man i Sverige mest sild med trawl eller net. Vi rejste til Söderhamn og lyttede efter strømming (som man kalder sild når den landes nord for Kalmar) i bundgarnet. Det blev til timevis af lydoptagelser af prutter.

Sent en stille forårsaften sejlede vi ud til en lille vig, hvor strømmingen var i gang med at gyde. Vi så fisk som kom op til vandoverfladen for at indtage luft i den lyse sommernat. Når vi stoppede hydrofonen ned under vandoverfladen, hørte vi den umiskendelige lyd af strømming som gav slip.

Under alle disse forsøg optog vi en meget speciel lyd som består af en mængde korte pulser med faldende frekvensindhold. Vi døbte den Det pulserende chirp (Figur 5). En optagelse af lyden kan findes på [physiology/people/academic/magnus/magnus_research.htm. Denne lyd er interessant eftersom den ikke er kendt fra noget andet undervandsdyr. Derfor burde den kunne bruges som en fin indikation på at der er sild til stede.](http://www.biology.au.dk/zoo-</p></div><div data-bbox=)

Typljudet indeholder også pulserende chirp'er. Optagelserne af strømming i bundgarnet og af de gydende strømminger i vigen indeholdt desuden frekvenser som svarede til frekvenserne i Typljudet. Det viser sig at lyden fra en sildeprut dannes af vibrerende luftbobler, og disse bobler svinger hurtigere ved høje end ved lave tryk. Dybere nede øges trykket, og boblerne svinger hurtigere og giver lyde fra sig med højere frekvens. Eftersom forsøget i tryktanken var lavet ved lave tryk (for at tvinge silden til at prutte), så havde disse optagelser et alt for lavt frekvensindhold.

En holdningsændring

Vores projekt blev afsluttet med en hemmelig rapport, og siden hørte vi ikke meget fra det svenske forsvar. Der gik

flere år inden vi kunne læse i avisen at den øverstkommanderende for den svenske flåde mente at Typljudet sandsynligvis var dannet af fiskestimer, og ikke af russiske ubåde. De lydoptagelser som tidligere var blevet klassificerede som 'Sikker ubåd', blev efter år 1996 (da vores sildeprojekt begyndte) klassificeret som 'Ubåd kan ikke udelukkes' (nr. 4 i Tabel 1). Siden 1996 har Sverige ikke haft problemer med uindbudte undervandsgæster. Man kan ved at regne baglæns i Tabel 2 notere sig at det svenske forsvar næppe har registreret fjendtlig undervandsvirksomhed siden Sovjetunionens fald i 1989.

Hvad så med episoderne før 1989? Har der været nogle sikre tegn, bortset fra Whiskey-ubåden, på at Sverige er blevet krænket af fremmede magter? Dette

spørgsmål er meget svært at besvare, især fordi mange af militærets indsamlede beviser formentligt stadig er utilgængelige for offentligheden. Derfor kan man ikke vurdere hvor sandsynligt det er at 80'ernes ubådsjagter var begrundet i forkerte fortolkninger af det indsamlede materiale. Det hysteri som efterfulgte grundstødningen uden for Karlskrona i 1981, er forståeligt. Men det er alligevel betænkeligt at der skulle gå 20 år, inden man med sikkerhed kunne afvise at Sverige blev udsat for regelmæssige besøg af fremmede langt inden for den svenske territorialfarvandsgrænse.

Historien viser også hvor rystende lidt vi ved om vores undervandsmiljø, og hvordan denne mangel på viden kan få vidtgående sikkerhedspolitiske konsekvenser.

EN STOR TAK til Sarah Warwick og Birgitte Dahl for stor hjælp med sproglige rettelser.

LITTERATUR

Magnus Wahlbergs hjemmeside:

http://www.biology.au.dk/zoophysiology/people/academic/magnus/magnus__research.htm

Statens Offentliga Utredningar, 2002. Perspektiv på Ubåtsfrågan. SOU 2001:85

Wahlberg, M., & H. Westerberg, 2003. Sounds produced by herring (*Clupea harengus*) bubble release. *Aquatic Living Resources* Vol 16, 271-275

Wilson, B, RS Batty, LM DiIi, 2003. Pacific and Atlantic herring produce burst pulsed sounds. *Biology letters*, London. DOI:10.1098/rsbl.2003.010
