

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
RAPPORT FRA SENTER FOR MARINE RESSURSER NR. 6 - 1993

Tore Schweder,¹ Øyvind Ulltang² og Nils Øien²

OVERVÅKING AV HVAL I NORDATLANTEREN

(Sluttrapport NFFR-prosjekt nr. 4001 - 701.314)

¹ Norsk Regnesentral, Gaustadalleen 23, Pb. 114, Blindern, 0314 Oslo

² Havforskningsinstituttet, Pb. 1870 Nordnes, 5024 Bergen

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
SENTER FOR MARINE RESSURSER

1 INNLEDNING

Prosjektet er en videreføring av arbeidet som ble utført i prosjektet "Metodeutvikling for bestandsestimering av hval" (NFFR-prosjekt 4001-701.249, tidsramme 1989-1990).

I bestandsestimeringen av nordøstatlantisk vågehval har en basert seg på linjetransektelling. Det største linjetransektellettaket fra norsk side ble gjennomført i 1989, da en dekket alle viktige deler av sommerutbredelsesområdet til nordøstatlantisk vågehval med 9 fartøyer i ca. 5 uker.

Et sentralt problem i linjetransekt-metodikken har vært å få anslag over sannsynligheten $g(0)$ for å oppdage en hval som befinner seg langs kurslinja. Et nært beslektet og mer generelt problem er spørsmålet om hvordan deteksjonssannsynligheten avhenger av variable som vind, bølgemønster, lysforhold, fartøyhastighet og observatørens dyktighet. Arbeidet med disse problemene startet i prosjekt 701.249 og er videreført i prosjekt 701.314. I tillegg har en tatt sikte på å utarbeide forslag til strategi for fremtidig overvåking av vågehvalbestanden basert på erfaringer fra tidligere tellettaket og det teoretiske metodeutviklingsarbeidet.

2 PERSONELL

Prosjektet har vært utført i nært samarbeide mellom Havforskningsinstituttet og Norsk Regnesentral. Følgende personer har arbeidet med prosjektet (ansvars-/arbeidsområde i parentes):

- Gudmund Høst, Norsk Regnesentral
(Gjennomføring av analysearbeidet ved Norsk Regnesentral)
- Tore Schweder, Norsk Regnesentral
(Prosjektleder ved Norsk Regnesentral og hovedansvarlig for statistisk modellering og analyse)
- Øyvind Ulltang, Havforskningsinstituttet
(Faglig hovedansvarlig)
- Nils Øien, Havforskningsinstituttet
(Analyse av faktorer som innvirker på observasjons-effektiviteten).

¹ Norsk Regnesentral, Gaustadallén 23, Pb. 114, Blindern, 0314 Oslo

² Havforskningsinstituttet, Pb. 1870 Nordnes, 5024 Bergen

3 MÅL

Prosjektets målsetting har vært å forbedre metodene for å estimere tallrikhet av hval og etablere kostnadseffektive metoder for framtidig overvåking av vågehvalbestanden. I samsvar med denne to-delte målsetting ble prosjektet delt i to underprosjekter:

Delprosjekt 1. Videre analyse av linjetransektdata fra de norske telletoktene i 1988-1989.

Delprosjekt 2. Utvikling av kostnadseffektive metoder for regelmessig langtidsovervåking av vågehval i det nordøstlige Atlanterhav.

4 DATAGRUNNLAG

I tillegg til ordinære telletoktdata fra årene 1988-1989 hadde en tilgjengelig data fra dobbeltellingeksperimentet utført under telletoktet i 1989 (Schweder *et al.* 1991) og et kombinert eksperiment/telletokt i Nordsjøen i 1990 med dobbelt sett av observatører på samme båt (Schweder *et al.* 1992a). Observasjoner på det siste toktet ble gjort parallelt fra to tønner henholdsvis 13,3 m og 16 m over havnivå. Gjennomføringen av eksperimentene i 1989 og 1990 er nærmere beskrevet i sluttrapporten fra prosjekt 4001-701.249.

5 RESULTATER

Delprosjekt 1

a) Tallrikhetsestimat for nordøst-atlantisk vågehval

Forberedende dataanalyse. For å kunne benytte så mye som mulig av de tilgjengelige data i analysen og ekskludere uakseptable data, ble det utført en forberedende dataanalyse. Telletoktdataene fra 1988 og 1989 ble funnet å være innbyrdes konsistente og kunne derfor slås sammen. Dykketid-data for fire nye hvaler var tilgjengelige fra Folkow og Blix (1992). Disse ble funnet å være konsistente med tidligere data fra Øen (1990), men ikke konsistente med islandske data som ble inkludert i analysen i 1991. De islandske dataene ble derfor ekskludert (Schweder *et al.* 1992b). Data for feil i bedømmelse av avstand til hvalobservasjoner (Øien and Schweder 1992) ble reanalysert for å gi en modell for den betingede fordeling av den registrerte posisjon gitt den sanne posisjon av hvalen relativt til observatøren. Subjektive duplikatvurderinger ble analysert for å gi en automatisk regel for duplikater. Denne analysen er ennå ikke dokumentert.

Statistiske analyser. To parallelle angrepsvinkler ble brukt. Den første ("cautious approach") var en oppfølging av anbefalinger fra "g(0) working group" under IWC's vitenskapskomité og førte til Schweder *et al.* (1992b). Basert på sammenslåtte toktdata fra 1988 og 1989, og frekvensdata over duplikater fra eksperimentene i 1989 og

1990, ble parametrene for den såkalte hazardsannsynligheten estimert ved "maximum simulated likelihood" metoden. Feil i målinger av avstand var inkludert, og usikkerhetsanslaget inkluderte også samplingvariasjonen i dykketid-data.

Den andre metoden ("the bolder approach") brukte også "maximum simulated likelihood", men her tok en også hensyn til feil i duplikatvurderinger, hvalens vinkel i forhold til synsretningen og forskjeller i observasjonseffektivitet mellom områder. Målet var å estimere effektiv søkebredde direkte uten å kombinere et estimat av $g(0)$ med et estimat av søkebredde under antagelsen $g(0)=1$. En ville med denne angrepsmåten prøve å kombinere "cue counting"-metoden med vår metode for hvaltelling. Arbeidet ble ikke ferdig til IWC-møtet i 1992, men det forberedende teoretiske arbeid er gjort, og mye av den nødvendige programvare har også blitt produsert.

Resultater. Det har i dette prosjektet og det foregående prosjekt vært utført et omfattende arbeid med å utvikle metoder for å luke ut skjevheter i tallrikhetsestimater basert på telletoktdata av linjetransekt typen. De metodene som har vært brukt til å estimere vågehvalbestandens tallrikhet har vært grundig drøftet i IWC's vitenskapskomité. I 1990 ble det nedsatt en ad hoc arbeidsgruppe under ledelse av Tom Polascheck (USA) for utelukkende å studere $g(0)$ -problemet. Som en ser av rapporten fra denne arbeidsgruppen (IWC 1992), var det problemstillinger og løsningsforslag framlagt fra norsk side (dette prosjektet) som utgjorde så godt som hele arbeidsgruppens arbeid. Rapporten fra denne arbeidsgruppen var svært nyttig for arbeidet med å utarbeide de bestandsanslagene som ble lagt fram for IWC på Glasgow-møtet i 1992.

Etter en grundig debatt i Vitenskapskomiteen i 1992 ble bestandsanslagene til Schweder *et al* (1992b) godtatt uten at det ble gjort innvendinger i rapporten. Den reviderte forvaltningsprosedyren i IWC krever at bestandsanslaget brekkes opp etter område (se Fig. 1). Vitenskapskomiteen godtok de områdefordelte bestandsanslagene til Schweder *et al* (1992b) som grunnlag for kvoteberegning for vågehvalfangst i Nordøstatlanteren når den reviderte forvaltningsprosedyren er akseptert av Kommissjonen. Disse anslagene er gitt i Tabell 1. Den kritiske størrelsen $g(0)$ ble estimert til å være 0.36, med 95% konfidensintervall 0.30-0.42.

Den kortsiktige mål, nemlig å fullføre "Comprehensive Assessment" av nordøstatlantisk vågehval, er dermed oppnådd.

Tabell 1. Anslått tallrikhet av nordøstatlantisk vågehval etter forvaltningsområde.

Område	Estimat	Variasjons- koeffisient	95% Konfidens- intervall
Barentshavet-Norskehavet (EB)	438000	0.166	
Spitsbergen (ES)	171000	0.204	
Lofoten-Vesterålen (EC)	3600	0.249	
Nordsjøen (EN)	22200	0.361	
Total	86700	0.166	60700 - 117400

b) Studier av hvordan observasjonseffektiviteten avhenger av faktorer som værforhold, observatører, båt-karakteristiske og områder.

Under telletoktene har vindhastigheter og -retninger blitt målt. I prinsippet skal en da, på grunnlag av disse målingene sammenholdt med båtens fart og kurs, kunne beregne absolutt (sann) vindhastighet, og henvføre denne til Beaufort-skalaen. Denne fremgangsmåten fører imidlertid til helt urimelige resultater, som at primærinnsats har blitt utført i stiv og sterk kuling. Transekter ble ikke gått uten at vinden visuelt sett ble bedømt (fra bølgekarakteristika) til å være mindre enn eller lik 4 Beaufort (laber bris). Vi anser derfor disse beregningene basert på tilbakeberegninger av flere målevariabler, for å være upålitelige. Erfaringer viser generelt at oppdagbarheten av hval er avhengig av målarten. Storhval med tydelig blåst kan observeres opp til Beaufort 5 (frisk bris); for vågehval avtar oppdagbarheten betydelig ved forhold som overskrider Beaufort 3 (lett bris), og for nise Beaufort 2 (svak vind).

I telletoktene deltok det 36 og 54 observatører i henholdsvis 1988 og 1989. Dette store antallet i forhold til det relativt lave antallet primærobservasjoner, gjør det vanskelig å trekke noe ut av dette materialet.

De effektive søkebreddene for underområdene ble funnet å være homogene for 1988-toktet, men heterogene for 1989-toktet. Det var heller ingen sammenheng mellom søkebreddene i samme områder for de to årene. De effektive søkebreddene som beregnet for underområder (blokker) ble undersøkt som avhengig variabel i multippel regresjon med fartøykarakteristika (båtens total lengde, bredde, maskinkraft, og tønnehøyde), år og område som forklarende variabler. Disse variablene viser stor spennvidde (Tabell 2), men ingen ble funnet å være av signifikant betydning for den effektive søkebredden. Likevel tyder resultatene på at av de undersøkte faktorene er rekkefølgen for betydningen på søkebredden (fra størst til minst) båtens total lengde,

år, maskinkraft, båtens bredde, tønnehøyde, og til slutt område. Dette kan tyde på at båtens stabilitet (lengde og bredde) er av større betydning enn tønnehøyde. Videre kan den relative betydningen av år antyde at værforhold kan ha en effekt, sjøl om en må være varsom med tolking på basis av et slikt indirekte mål.

Tabell 2. Spennvidde i faktorer som kan påvirke effektiv søkebredde.

Variabel	Minimum	Maksimum	Antall
Båter			9
Totallengde	21.6 m	49.6 m	
Bredde	5.4 m	11.5 m	
Maskinkraft (hk)	425	2200	
Tønnehøyde	10.5 m	21.0 m	
Område			13
År	88	89	2
Effektiv søkebredde	0.15 nmi	0.52 nmi	25

Resultater fra Nordsjøtoktet i 1990 er gitt i Tabell 2. Det ble funnet at den effektive søkebredden ikke var signifikant forskjellig for øvre og nedre tønne verken for vågehval eller nise. For det samlede materialet var den effektive søkebredden for nise omlag halvparten av tilsvarende for vågehval; dette er i overensstemmelse med erfaringene fra de ordinære telletoktene. Her kan også nevnes at observasjonsraten (antall observerte hvalgrupper pr nautisk mil med leiting) var den samme for vågehval for øvre og nedre tønne, mens den for nise var noe høyere for nedre tønne. Dette kan tyde på at tønnehøyde kan være av betydning ved observasjon av nise.

For vågehval var estimer av gruppestørrelser temmelig konsistent fra begge tønner. For nise kunne det anes en tendens til høyere gjennomsnittlige gruppestørrelsesestimer fra nedre tønne. Siden observasjonsraten også var høyere fra nedre tønne, kunne dette antyde at observasjonseffektiviteten med hensyn til nise er høyere fra den laveste plattformen brukt under 1990-toktet. For vågehval ser det ikke ut til at tønnehøyden har noen avgjørende effekt.

For å studere variasjonene i $g(0)$, ble denne beregnet ved produktintegrering som forklart i Øien (1992), da metoden som ble brukt i Schweder *et al* (1992b) krever opplysninger om dykketidsmønster og registrering av blåstserier under observasjon. De $g(0)$ -verdiene som er gitt nedenfor (Tabell 3) er derfor ikke direkte sammenlignbare med verdien som ble brukt i det endelige tallrikhetsestimatet for vågehval (Schweder *et al* 1992b).

$g(0)$ estimatene for vågehval er konsistente for begge plattformer for totalmaterialet, og tettheten av hval basert på data for nedre plattform ble 6% høyere enn når en baserer seg på den øvre plattformen. For nise ble $g(0)$ for totalmaterialet betydelig høyere for nedre plattform, men tetthetsestimatet ble bare 2% høyere enn for øvre plattform. Dette har sammenheng med det som er nevnt ovenfor med

hensyn til observasjonsrate og gruppestørrelse for nise. Disse analysene kan derfor indikere at med hensyn til vågehval, er resultater antakelig uavhengig av variasjon i observatørforhold og tønnehøyde, men for nise kan sammenhengene være mer kompliserte idet observasjonseffektiviteten er høyere fra den lavere plattformen. Hvis en samtidig kan etablere et estimat for $g(0)$ for hver tønne, kan dette imidlertid kompenseres.

Det må også bemerkes at tetthetsestimatene basert på den laveste plattformen, var gjennomgående høyere enn for øverste plattform for alle arter, også springere. Estimater basert på kombinasjonen av de to plattformene, var ytterligere høyere (32% og 27% for vågehval og nise). Årsakene til dette har vi ingen forklaring på, men dette kan være relatert til den overestimeringen av $g(0)$ som produktintegreringsmetoden kan føre til (Schweder, Høst and Øien 1991).

Det ble også gjort observasjoner av springere under 1990-toktet. Springere har en noe annerledes atferd enn vågehval og nise, og forekommer i større grupper. 1990-toktet var særlig fokusert på nise og vågehval med ekstra innsats for å følge enkeltindivider gjennom flere blåst, og springere fikk derfor ikke den nødvendige oppmerksomheten. Resultatene gir imidlertid liten grunn til å anta at $g(0)$ for springere er forskjellig fra 1.

Tabell 3. Oppsummering av resultater fra telletokt/eksperimenter i Nordsjøen 1990.

Ø = øvre tønne; N= nedre tønne; K= kombinert begge tønner.

	Gruppestørrelser			Eff. søkebredde			g(0)			Tettheter		
	Ø	N	K	Ø	N	K	Ø	N	K	Ø	N	K
Ordinære transekter												
Vågehval	1.09	1.12	1.10	0.59	0.48	0.55	0.40	0.45	0.67	0.046	0.052	0.060
Nise	1.54	2.29	1.96	0.18	0.18	0.18	0.45	0.58	0.77	0.313	0.327	0.419
Eksperimenter												
Vågehval	1.07	1.06	1.07	0.33	0.32	0.32	0.47	0.41	0.69	0.595	0.626	0.778
Nise	2.25	1.82	2.00	0.05	0.09	0.12	0.31	0.25	0.48	1.025	1.118	0.719
Kombinert												
Vågehval	1.08	1.08	1.08	0.39	0.35	0.37	0.45	0.44	0.69	0.181	0.192	0.239
Nise	1.69	2.18	1.97	0.17	0.17	0.17	0.38	0.52	0.70	0.359	0.367	0.457

Delprosjekt 2

Arbeidet i dette prosjektet måtte nødvendigvis bygge på resultater fra delprosjekt 1, og har derfor blitt oppstartet først i slutten av prosjektperioden.

Det betydelige metodearbeidet som har vært gjort i delprosjekt 1 og tidligere prosjekt, danner et godt grunnlag for framtidige bestands-

estimeringer av nordøstatlantisk vågehval. Dette gjelder både toktmetodikk og analysemetodikk. Det gjenstår imidlertid et visst arbeid med å bringe analysemetodikken fram til et fullgodt nivå. De gjenstående metodeproblemene er drøftet i Schweder (1992).

Sjøl om det i delprosjekt 1 (b) ikke kunne påvises noen signifikant effekt av fartøykarakteristika på observasjonseffektiviteten, må en ha i mente at materialet er lite og ikke tilrettelagt for slike analyser. Linjetransektmetodikken antas å være relativt robust for sammenkopling av ulike effekter som vær og observatører, men det vil være av fortsatt interesse å undersøke dette nærmere, særlig for å vurdere behovet for doble observasjonsplattformer under ordinære telletokt.

I Schweder (1992) argumenteres det for at det snarlig må gjennomføres et nytt telletokt av samme skala som det i 1989, helst i 1994. I forslag fra Programstyret for Sjøpattedyrprogrammet av 18.03.93 er det sagt at tidspunktet for et nytt telletokt sannsynligvis må bli i 1995 eller 1996. I det forestående telletoktet bør dobbeltelling gjøres fra hver båt for å få en samtidig innsamling av ordinære telletoktdata og data for å estimere $g(0)$ for de enkelte observasjonsplattformer i hvert enkelt område som dekkes. Etter at et slik omfattende tokt med kombisjon av eksperimenter og ordinær telling er gjennomført og analysert, vil en ha et bedre grunnlag for å fastsette minimumskravene til framtidige tellinger.

For å få kostnadene ned ved framtidige tellinger, bør det forsøkes å utvikle metoder som ikke forutsetter et eget storskala telletokt. Dette kan muligens gjøres ved å gjøre observasjoner fra forskningsfartøyer som også driver annen ressursovervåking, samt systematiske observasjoner fra kystvaktfartøyer. Det bør også vurderes om observasjoner gjort fra fangstbåter vil kunne brukes. Disse alternative måtene å samle inn data på må prøves grundig ut, helst parallelt med det storskala telletoktet som må gjennomføres i 1995 eller 1996.

6 INFORMASJON

Resultatene har vært gitt i rapporter til IWC (se pkt. 8) og meddelt interesserte i form av foredrag og uttalelser til presse og andre media. En rekke av rapportene til IWC er eller vil bli publisert i IWC's årsrapporter.

7 RESULTATOPPFØLGING

Resultatene fra prosjektet har vært av helt sentral betydning for å få et tallrikhetsestimat av nordøst-atlantisk vågehval som kan brukes i forvaltningsprosedyren som er foreslått av IWC's vitenskapskomité. De vil også være av uvurderlig betydning i den nærmere planlegging av et fremtidig overvåkingsprogram for bestanden. Arbeidet som har startet opp, men ikke blitt fullført, under delprosjekt 2 må fortsette som en del av planleggingen av det neste store telletoktet og fullføres som en del av analysen av resultatene fra dette.

8 RAPPORTER OG PUBLIKASJONER

- Buckland, Gunnlaugsson, Larsen, Øien, Sigurjonsson, Zeh. 1993.
Appendix 7. Report of the ad-hoc working group on proration of abundance estimates. Rep.int.Whal.Commn 43 (in press).
- IWC 1992. Report of the Scientific Committee, Annex L. Report of the Ad Hoc Working Group on G(0). Rep.int.Whal.Commn, 42:252-258.
- Raftery, A.E., and Schweder, T. 1991. Inference about the ratio of two parameters, with application to whale censusing. The American Statistician (in press).
- Schweder, T. 1992. Future surveys of minke whales in the northeastern Atlantic, tentative proposals for design and analysis. Notat av 10.07.1992.
- Schweder, T. 1993. Appendix 6. Bootstrapping exercise to check that the MSL method is not "flawed". Rep.int.Whal.Commn 43 (in press).
- Schweder, T., and Høst, G., 1992. Integrating experimental data and survey data to estimate $g(0)$, a first approach. Rep.int.Whal.Commn, 42: 575-582.
- Schweder, T., Høst, G., and Øien, N. 1991. A note on the bias in capture-recapture type estimates of $g(0)$ due to the fact that whales are diving. Rep.int.Whal.Commn 41: 397-399.
- Schweder, T., Øien, N., and Høst, G. 1991. Estimates of the detection probability for shipboard surveys of Northeastern Atlantic minke whales, based on a parallel ship experiment. Rep.int.Whal.Commn, 41: 417-32.
- Schweder, T., Øien, N., and Høst, G. 1992a. Estimates of $g(0)$ for Northeastern Atlantic minke whales based on independent observer experiments in 1989 and 1990, found by the hazard probability method. Rep.int.Whal.Commn, 42:399-405.
- Schweder, T., Øien, N., and Høst, G. 1992b. Estimates of abundance of northeastern Atlantic minke whales in 1989. Int. Whal. Commn Sci. Comm. Paper SC/44/NAB 12.
- Øien, N. 1992. Estimates of $g(0)$ for harbour porpoise based on a shipboard survey in the North Sea in 1990. Int. Whal. Commn Sci. Comm. Paper SC/44/SM 7.
- Øien, N., and Schweder, T. 1992. Estimates of bias and variability in visual distance measurements made by observers during shipboard surveys of northeastern Atlantic minke whales. Rep.int.Whal. Commn 42: 407-412.

Tilleggsreferanser

Folkow, L. and Blix, A.S. 1992. Daily changes in surfacing rates of minke whales *Balaenoptera acutorostrata* in Norwegian waters. Int.Whal.Commn Sci.Comm.Paper SC/44/NAB 7.

Øen, O.E. 1990. A new VHF-dart radio transmitter used for minke whales. Int.Whal.Commn Sci.Comm.Paper SC/42/NHMi17.

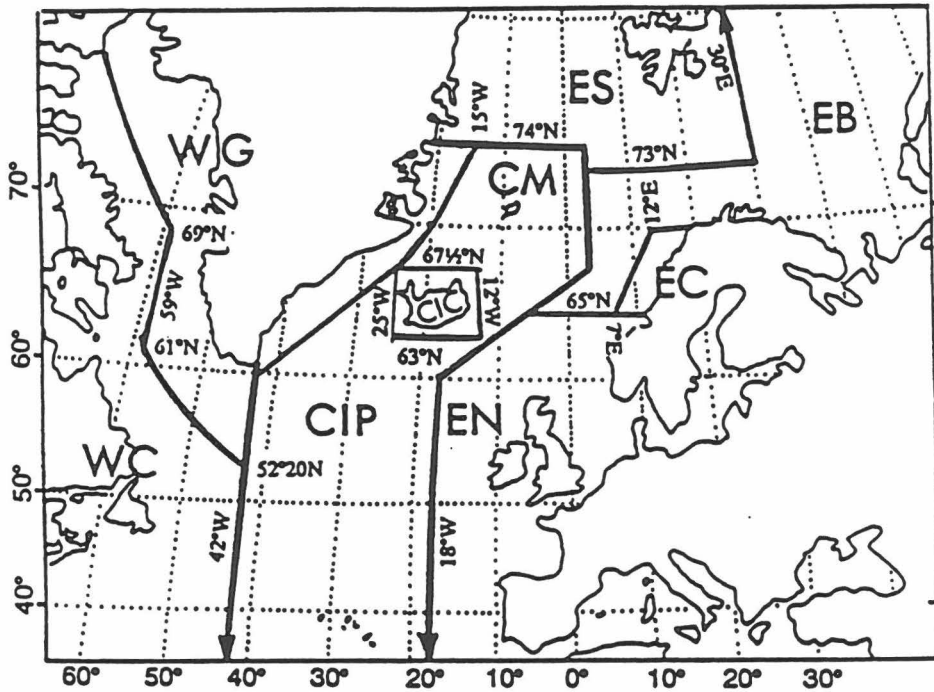


Fig. 1. Mindre reguleringsområder for vågehval i Nordatlanten som foreslått av IWC's vitenskapskomité.