

AF

RAPPORT/metat

SPS 9107

Juni 1991

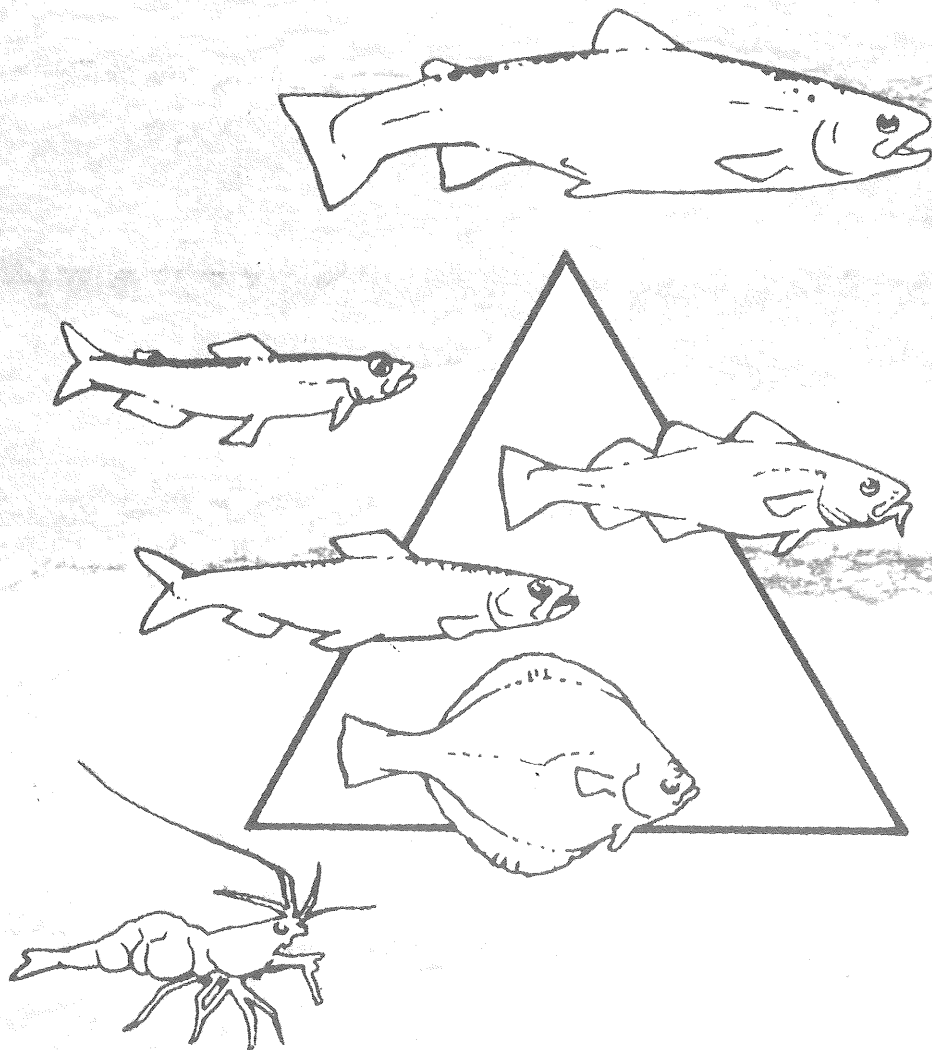
SØKEROM

Øyvind Ulltang

Fiskeidirektoratets
Bibliotek

Sluttrapport

NFFR-prosjekt 4001 - 701.249
Metodeutvikling for bestandsestimering av hval



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Senter for Marine Ressurser

Fiskeridirektoratets Bibliotek

Metodeutvikling for bestandsestimering av hval

Sluttrapport til NEFR

Øyvind Ulltang

Må ikke siteres uten etter av-
tale med Sjøpattedyrseksjonen,
Havforskningsinstituttet, Bg.

Not to be cited without refer-
ence to the Sea Mammal Section,
Inst. of Mar. Res., Bergen.

1. Innledning

For å få et bestandsanslag for nordøstatlantisk vågehval har en de siste årene konsentrert seg om å gjennomføre linjetransekttellinger. Det største linjetransekttelletoktet 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 (se sluttrapport prosjekt I 701.250 Linjetransekttelletting av vågehval).

Linjetransekttellemetodikken er en relativt ny teknikk for å estimere tallrikhet av hval, og der er behov for omfattende studier for å forbedre metoden både med hensyn til utførelse av tellingene og analyse av data. Et sentralt problem har vært å få anslag over sannsynligheten $g(0)$ for å oppdage en hval som befinner seg langs kurslinja, og arbeidet med dette har vært det sentrale i prosjektet. Et nært beslektet og mer generelt problem er spørsmålet om hvordan deteksjonssannsynligheten avhenger av variable som vind, bølgemønster, lysforhold, fartøyhastighet og observatørens dyktighet. Dette arbeidet har startet opp og vil bli videreført i prosjekt 4001-701.314.

Måten en regulerer beskatningen av en hvalbestand på (forvaltningsprosedyren) vil være avhengig av hvilke data en har over størrelse og utvikling av bestanden, og omvendt vil den nøyaktigheten en forlanger av bestandsestimatene være delvis bestemt av forvaltningsprosedyren. En separat del av prosjektet har derfor vært å delta i IWC's arbeide med forvaltningsprosedyrer.

2. Prosjektmedarbeidere

Prosjektet har vært utført i samarbeide med Norsk Regnesentral.

Forsknings sjef Øyvind Ulltang, Havforskningsinstituttet, har hatt det faglige hovedansvar for prosjektet.

Professor Tore Schweder, Norsk Regnesentral, var prosjektleder ved denne institusjonen og har hatt hovedansvaret for statistisk modellering og analyse og arbeidet med forvaltningsprosedyrer.

Forsker Magne Aldrin, Norsk Regnesentral, har utført analysearbeidet vedrørende forvaltningsprosedyrer.

Forsker Gudmund Høst, Norsk Regnesentral, har utført analysearbeidet vedrørende estimeringen av $g(0)$.

Forsker Nils Øien, Havforskningsinstituttet, har planlagt og ledet $g(0)$ -eksperimentene og deltatt i analysearbeidet.

3. Mål

Målet for prosjektet var å justere og forbedre eksisterende metoder og undersøke nye metoder for å estimere tallrikhet av hval med spesiell vekt på nordøstatlantisk vågehval.

4. Gjennomføringen av $g(0)$ -eksperimenter og statistisk metodikk

Sannsynligheten for å oppdage en hval før eller senere under et hvaltelletokt avhenger av hvalens posisjon i forhold til kurslinja, hvalens dykkemønster (hvor ofte den bryter vannflaten) og sannsynligheten for å oppdage en hval som bryter vannflaten (heretter kalt blåst) i en gitt posisjon i forhold til båten.

Fig. 1 viser frekvensfordelingen av perpendikulærdistansene (distanse fra kurslinja) for alle primærobservasjoner av vågehval, gruppert i intervaller på 0.1 nautisk mil, under hvaltelletoktet i 1989. Figuren viser at sannsynligheten $g(y)$ for å oppdage en vågehval avtar raskt med avstanden (y) fra kurslinja. Observasjoner fra ordinære telletokt som vist i fig. 1 kan brukes til å estimere formen på $g(y)$ ved å tilpasse forskjellige modeller til observasjonene. I fig. 1 er en såkalt hazardrate modell tilpasset observasjonene opp til $y=0.5$ nautiske mil. Hvis en nå kjente sannsynligheten for å oppdage en hval når $y=0$ ($g(0)$), ville $g(y)$ være bestemt også for andre verdier av y . Antall hval i et område kan da beregnes ved

$$N = (n/L) \cdot (1/2w) \cdot s \cdot A$$

der (n/L) er observasjonsraten (antall hvalgrupper n for transektlengde L), s midlere gruppestørrelse, A arealet av området og w halv effektiv søkebredde (d.v.s. søkebredde til den ene side av båten) gitt ved

$$w = \int_0^{\infty} g(y) dy$$

I mangel på anslag av $g(0)$ har en tidligere vanligvis satt denne lik 1 (maksimumsverdien den kan ha) og har fått et minimumsanslag for bestanden (ofte kalt ukorrigert bestandsanslag). Hvis $g(0) = a < 1$, vil det korrigerede bestandsanslag være gitt ved

$$N \text{ korrigert} = N \text{ ukorrigert} / a$$

I prosjektperioden har en utført to sett av eksperimenter for å estimere $g(0)$ (egentlig er det deteksjonsfunksjonen $g(y)$ inkludert verdien av $g(0)$, som har blitt estimert under eksperimentene).

Under telletoktet i 1989 ble dobbeltellingseksperimenter gjennomført av båtene "Vestflud" og "Landkjenning" i områder vest av Spitsbergen og ved Bjørnøya i perioden 22. juli til 1. august etter retningslinjer som skissert i Schweder (1990a). Under eksperimentet gikk båtene på parallell kurs med variabel avstand (mindre enn 0.4 naut.mil) mellom kurslinjene. En lot også den ene båten ha en liten forsinkelse, som en også varierte, i forhold til den andre. Formålet med et slikt eksperimentopplegg var å gjøre sannsynlighetene for å oppdage en gitt hval fra hver av de to båtene mest mulig uavhengig av hverandre.

Under eksperimentet hadde en som på ordinær hvaltelling to observatører i tønna. Når en hval ble oppdaget, startet observatøren en båndopptaker for å få nøyaktig tid registrert. Avstand og vinkel til kurslinja ble registrert på vanlig måte og lest inn på lydbånd samt meddelt via det interne sambandsopplegget til forskeren som hadde vakt. Observatørene holdt øye med hvalen etter beste evne og etterfølgende blåst ble registrert på samme måte som det første.

Kurslinjene som ble gått under eksperimentet er vist i fig. 2. Området som ble krysset flere ganger var et høytetthetsområde, noe som kan ha gjort observatørene mer påpasselige enn vanlig.

Det andre eksperimentet ble utført i Nordsjøen 19. juli til 14. august 1990 med leiefartøyet M/S "Stril Explorer". Nordsjøen ble valgt fordi observasjonsforholdene, hvaltetthet og muligens også hvaloppførsel ville være forskjellig fra forholdene der en utførte eksperimentet i 1989. Til forskjell fra 1989 benyttet en i 1990 en båt med to tønner med sikte på å få to uavhengige observasjonssett fra samme båt. Tønnene var montert over hverandre (13,3 m og 16,0 m over sjønivå). Observasjonene ble registrert på lydbånd som i 1989, mens tidsregistreringen ble ivaretatt av en sentral datamaskin.

Observasjonene av en gitt sekvens av hval som bryter overflaten kan betraktes som uavhengige, siden der ikke var noen visuell kontakt mellom observatørene i de to tønnene. På grunn av bakgrunnsstøyen kunne en heller ikke høre fra den ene tønne til den andre når en observasjon ble lest inn på bånd.

Under 1990 eksperimentet ble observatørene i tillegg til å ta de vanlige observasjonene bedt om å bedømme vinkelen mellom hvalens lengdeakse og synsretningen, da dette kan påvirke sannsynligheten for å oppdage hvalen. Vinklene ble gruppert i 0 - 22,5 grader (mot/etterfisk), 22,5 - 67,5 grader (skråfisk) og 67,5 - 90 grader (tverrfisk).

Transekter som ble gått med primær leteinnsats er vist i fig. 3. Av i alt 147 eksperimenttimer var 107 på forhåndsplanlagte transekter for å

få en dekning av Nordsjøen og 40 timer på tilleggstransektorer i områder med moderat hvaltetthet øst av Skottland.

Bortsett fra de forskjeller som er forklart ovenfor utførte en eksperimentene på samme måte de to år med det overordnede siktemål å gjøre observasjonsforholdene så like som mulig de forhold en har under ordinær transektelling. Hver tønne utgjør en observasjonsplattform. I hver tønne var det til en hver tid 2 observatører, den ene skulle dekke en 45° synsvinkel fra rett frem og til styrbord side, den andre en tilsvarende vinkel til babord side. Observasjonsenheten var en enkelt hval. Når en observasjon var gjort, skulle en av observatørene prøve å følge den hvalen og registrere etterfølgende blåst, mens den andre skulle prøve å dekke hele synsfeltet (45° til hver side) med sikte på å opprettholde observasjonseffektiviteten fra plattformen.

Nærmere detaljer om utførelsen av eksperimentene er gitt i Schweder *et al.* (1991a, b).

Det ble ikke gjort noe forsøk under selve eksperimentene på å identifisere hvalblåst sett fra begge plattformene (duplikater). Dette ble gjort i ettetid ved å inspisere kart med observasjoner i tidsrekkefølge som vist i fig. 4. Denne figuren er tatt fra 1989 eksperimentet (Schweder *et al.* 1991a).

På vertikalaksen til høyre på figuren er tiden for observasjonene vist. Den rektangulære rammen gir et bilde av stripen dekket av båtene i løpet av en 20 minutters periode. Posisjonen til båten og observasjonen er plottet for hver observert blåst. Hval sett fra "Vestflud" er vist som åpne sirkler. Etterfølgende observasjoner av samme hval er knyttet sammen med heltrukne linjer. Prikket linje går fra posisjon av observasjon til posisjon av båt. Siden registrering av både avstand, retning og tid er beheftet med feil, var kriteriet for duplikat at sekvensen av registrerte blåst av en hval observert fra Vestflud skulle vise et lignende mønster som observert fra Landkjenning både i tid og rom. Lignende plott der øvre og nedre tønne erstatter båter ble laget for 1990-eksperimentet, og de to observasjonspostene vil da ha samme posisjon i plottet.

Siden det vil være en viss usikkerhet knyttet til identifiseringen av duplikater, ble denne gjort av både Schweder og Øien, uavhengig av hverandre, i 1989, og av Høst, Schweder, Ulltang og Øien, i 1990. Hval nr. 116 og 069 i Fig. 4 ble eksempelvis vurdert til å være duplikat av både Øien og Schweder.

Tidsregistreringen som ble benyttet i 1990 fungerte bedre enn den i 1989, og dette gjorde identifiseringen av duplikater enklere.

På grunnlag av observasjoner av blåst fra de to plattformene og identifiseringen av duplikater kan en estimere den såkalte hazardsannsynligheten $Q(X,R)$:

$Q(X,R)$ = sannsynligheten for å se en hval som bryter vannflaten på distanse X fra kurslinjen og radialdistanse R , gitt at hvalen ikke var oppdaget tidligere.

Jo oftere en hval bryter vannflaten, jo større er sannsynligheten for å oppdage en hval når den blir passert av båten. Deteksjonssannsynligheten $g(y)$ er sannsynligheten for å oppdage en hval på perpendikulærdistanse y før eller senere, og denne vil være en funksjon av dykkemønsteret og hazardsannsynligheten $Q(X,R)$.

$Q(X,R)$ ble estimert ved å tilpasse en modell for hvordan denne varierer med X og R til de observerte data, og en undersøkte tilpassningen for alternative modeller. Etter å ha estimert $Q(X,R)$, ble $g(y)$ estimert i en simuleringsmodell ved å fordele 10.000 hval tilfeldig langs en linje med perpendikulærdistanse y og tillegge hver hval et dykkemønster trukket tilfeldig fra tilgjengelige data. Den statistiske usikkerheten eller konfidensintervall for $g(y)$ kan studeres ved å gjenta simuleringene, der en for hver simulering trekker tilfeldig parametre for funksjonen $Q(X,R)$ fra de estimerte statistiske fordelinger. En kan også her inkludere usikkerheten som kommer av usikker duplikatbestemmelse ved først å velge mellom to eller flere sett av duplikatvurderinger, deretter trekke tilfeldig parametrene for den relevante $Q(X,R)$ funksjonen og så utføre simuleringen.

Feil i avstandsbedømmelse kan føre til systematiske feil både i ukorrigerte bestandsanslag ($g(0)=1$) fra telletokt og estimering av $g(0)$ fra eksperimenter. Under 1990 toktet la en derfor også inn eksperimenter for å vurdere avstandsbedømmelse. Dette ble gjort ved å sette ut en bøye. Båten gikk så mot bøyen med en gitt perpendikulærdistanse som ble variert fra forsøk til forsøk. En observatør i hver tønne bedømte regelmessig (ca. hver 30. sekund) avstand og vinkel til bøyen. Fra broen ble avstand og vinkel målt ved hjelp av radar. Avstand- og vinkelbedømmelse kunne så sammenlignes med målingene.

5. Resultater og konklusjoner, $g(0)$ -eksperimenter

I Tabell 1 er gitt estimater av $g(0)$ med 95% konfidensintervall fra 1989-eksperimentet basert på forskjellige sett av duplikatbestemmelser. Tabellen illustrerer effekten av den usikre vurderingen av duplikater. "Consensus"-settet av duplikater ble laget ved at Schweder og Øien, etter først å ha vurdert duplikater uavhengig av hverandre, satte seg sammen og ble enige om et nytt sett av duplikater. En ser at dette ga omtrent samme $g(0)$ som den kombinerte analysen. Den kombinerte analysen gir imidlertid et videre konfidensintervall, da dette tar hensyn til usikkerheten i duplikatbestemmelsen ved at en utførte 128 simuleringer for hver av de to første uavhengige duplikatvurderinger og brukte det samlede resultat av alle simuleringer (256) til å bestemme punkt estimat og konfidensintervall for $g(0)$. På grunnlag av Tabell 1 ble beste estimat av $g(0)$ satt til 0.43 med konfidensinter-

vall 0.32-0.54 (kombinert estimat, Tabell 1). Dette ble presentert på møtet i IWC's vitenskapskomité i 1990. Tilsvarende tall for bestandsstørrelse av nordøstatlantisk vågehval basert på telletoktet i 1989 ble 81100 med 95% konfidensintervall 54000-125000 hval.

Resultatene i Tabell 1 er basert på data over dykkmønster for to hval rapportert av Øen (1990). I analysen av dataene fra 1990-eksperimentet og en kombinert analyse av dataene fra begge eksperimentene benyttet en i tillegg til de dykkmønsterseriene som var brukt tidligere også en publisert dykkmønsterserie for en hval i islandske farvann (Joyce, Sigurjonsson og Vikingsson, 1990). Denne hadde en mye høyere blåstrate, noe som vil resultere i høyere estimat av $g(0)$ når denne blir beregnet ved simuleringer.

Under 1990-eksperimentet fikk vi en høy grad av enighet i duplikatbestemmelsene som demonstrert i Tabell 2. Av totalt 30 duplikater var alle fire bedømmerne enige om 25, og fire duplikater var identifisert av tre bedømmere.

I Tabell 3 er vist estimert $g(0)$ basert på de forskjellige duplikatvurderinger av 1990-dataene, og et kombinert estimat med konfidensintervall basert på repeterte simuleringer. Tabellen illustrerer både det gode samsvar mellom duplikatbedømmelsene og økningen i $g(0)$ sammenlignet med den tidligere beregnede verdi. Økningen skyldes i stor grad inkluderingen av dykkmønsteret til hvalen i islandske farvann.

Effekten av hvalens vinkel i forhold til synsretningen er illustrert i Tabell 4. Effekten er som forventet med en dominans av tverrfisk for de observasjoner hvor en fikk notert vinkelen.

Siden det var så stort samsvar mellom duplikatvurderingene i 1990-eksperimentet, baserte en den videre analyse på ett av settene (Høsts vurderinger). En analyse av dette settet sammen med 1989-dataene ("consensus"-duplikater), viste at det ikke er grunnlag for å hevde at observasjonseffektiviteten var forskjellig i de to år. Tatt i betraktning forskjellen mellom 1989- og 1990-eksperimentet (to båter i 1989 mot to tønner på samme båt i 1990, forskjellige områder, forskjellige observatører), er dette oppløftende. Ved å kombinere dataene fra 1989 og 1990, fikk en følgende estimat av $g(0)$ med konfidensintervall:

Punktestimert	95% konfidensintervall
0,506	0,45 - 0,57

Punktestimert er tatt som medianen i frekvensfordelingen for repeterte simuleringer.

Basert på telletoktet i 1989 gir dette følgende anslag for bestanden av nordøstatlantisk vågehval.

Punkttestimat
68400

95% konfidensintervall
46500 - 92200

IWC's vitenskapskomité aksepterte dette punkttestimatet under møtet i 1991.

Estimatet av $g(0)$ har sannsynligvis en positiv systematisk feil av følgende årsaker:

1. Når observatørene er på samme båt, vil der være en seleksjon mot "tverrfisk", som har størst sannsynlighet for å bli sett, i dataene. Denne effekten vil ikke være så stor i 1989, da hvalens vinkel vil være forskjellig fra de to båtene. Dersom vinklene også hadde blitt registrert under 1989-eksperimentet, kunne en ha korrigert for denne seleksjonen i dataene i den kombinerte analysen. Dette ville ha redusert $g(0)$.
2. $g(0)$ er estimert ved å tilpasse modeller for hazardsannsynligheten til eksperimentdataene. Det viser seg at under eksperimentene er middels distanse fremover til første observasjon av en hval nær kurslinjen betraktelig større enn under telletoktet i 1989. Dersom en hadde tilpasset en modell til både eksperimentdataene og dataene fra telletoktet i 1989 ville en sannsynligvis fått en lavere verdi av $g(0)$ og et kortere konfidensintervall. Arbeid med en modell for å integrere de to datasettene har startet (Schweder and Høst, 1991), og vil fortsette under prosjektet 4001-701.314 Overvåking av tallrikhet av hval i Nordatlanteren.
3. Den tredje dykketidsekvensen som ble inkludert hadde en mye høyere blåstfrekvens (66 pr. time mot 46 for de to tidligere seriene). En slik økning vil øke deteksjonssannsynligheten. Dersom en for eksempel inkluderer denne dykketidserien i analysen av 1989-eksperimentet, vil estimert $g(0)$ øke fra 0.43 til 0.49. De islandske observasjonene var fra en hval i grunne farvann som kan ha hatt en høyere blåstrate enn den vanlige i nordøstatlanteren. Videre var blåstraten basert på å følge hvalen gjennom signaler fra påsatt radiosender, og dette kan gi en høyere blåstrate enn den som blir bestemt visuelt (antennen kan komme over vannflaten uten at hvalen er synlig for en observatør). For å forbedre estimatene av $g(0)$ er det viktig at en fremskaffer flere representative dykketidserier.

Under møtet i IWC's vitenskapskomité i 1990 ble det påpekt at feil i avstandsbedømmelse vil påvirke estimert $g(0)$. Det ble gjort forsøk under møtet på å estimere feil i avstandsbedømmelsene ved å ta som sann avstand punktet hvor retningslinjene til en hval fra de to båtene skjærer hverandre, en metode som vi hevdet ikke var holdbar (se Schweder *et al.* 1991 a).

I Fig. 5 er vist observert avstand mot målt avstand til hvalen under eksperimentene som ble utført i 1990 for å vurdere avstandsbedømm-

elsen. Fig. 6 viser tilpasset regresjonslinje sammen med diagonalen (observert = målt). I Fig. 7 er vist tilsvarende regresjonslinje og diagonal for perpendikulæravstand. Merk at "observert perpendikulæravstand" er beregnet fra observatørens bedømmelse av både avstand til hvalen og retning (vinkel med kurslinja). Eksperimentene viste at det er store tilfeldige feil i individuelle avstandsbedømmelser. Som diskutert i Øien and Schweder (1991), er det mulig at eksperimentbetingelsene har ført til større tilfeldige feil enn de en har under ordinære telletokt. Den gjennomsnittlige feil (systematisk feil) er negativ for store avstander og positiv for helt små avstander som vist i Tabell 5 for perpendikulæravstander. Hovedkonklusjonen er at de systematiske feilene er relativt små og større feil ville sannsynligvis bli innført ved den "korreksjons"- prosedyren som ble foreslått under 1990-møtet i vitenskapskomitéen.

At IWC's vitenskapskomité aksepterte et anslag på $g(0) = 0.51$ i 1991 må betraktes som et stort faglig fremskritt og et viktig internasjonalt gjennomslag for forskningsresultater oppnådd gjennom NFFR's forskningsprogram for sjøpattedyr. Før de første resultatene fra de norske $g(0)$ -eksperimentene ble fremlagt i 1990 opererte vitenskapskomitéen konsekvent med ukorrigerte bestandsanslag fra telletokt ($g(0) = 1$). I 1990 ble det akseptert for at $g(0)$ måtte være betydelig mindre enn 1 for nordøstatlantisk vågehval, men komitéen kunne ikke enes om en verdi. Selv om anslaget på $g(0)$ nok fremdeles er beheftet med feil (sannsynligvis i positiv retning; se diskusjonen ovenfor) og kan gjøres bedre (se 8. Resultatoppfølging), er aksepten en fikk på resultatene i 1991 av stor betydning.

6. Arbeide med forvaltningsprosedyrer

IWC har i fire år arbeidet med en ny forvaltningsprosedyre som skal erstatte den gamle (NMP) fra 1976. Prosjektmedarbeidere har deltatt i dette arbeidet, og Tore Schweder har vært medlem av styringsgruppen for "Management Procedures Subcommittee". De norske bidragene, som har blitt utført ved Norsk Regnesentral, har først og fremst dreiet seg om i) å bidra med metodikk for å sammenligne de foreslåtte prosedyrers yteevne, ii) å få etablert en forståelse for at prosedyrene består av en strukturdel pluss parametre som kan bestemme hvor fangstrettet/forsiktig prosedyren skal virke, og iii) bidra til diskusjonen om hvilke tilfeller som skal simuleres. Norsk Regnesentral var vert for arbeidsmøtet i 1990 og det medførte både forberedende arbeid, sekretariatarbeid og regnearbeid.

Arbeidet med forvaltningsprosedyrer har resultert i flere rapporter og arbeidsnotater (se pkt. 9).

Under møtet i 1991 var vitenskapskomitéen i stand til å samle seg om én forvaltningsprosedyre. At kommisjonene på sitt møte klarte å for-

kludre det hele igjen var vel ikke overraskende, og sier ikke noe om kvaliteten på det arbeidet som var utført i vitenskapskomitéen.

7. Informasjon

Resultatene har vært gitt i rapporter til IWC (se pkt. 9) og meddelt interesserte i form av foredrag og uttalelser til presse og andre media. Flere av rapportene til IWC vil bli publisert i IWC's årsrapporter.

8. Resultatoppfølging

Resultatene vil være av helt sentral betydning i et fremtidig overvåkingsprogram for nordøstatlantisk vågehval, da et estimat av $g(0)$ gjør det mulig å få et absolutt anslag på bestanden fra telletokt.

En vil i prosjekt 4001-701.314 Overvåking av tallrikhet av hval i Nordøstatlanteren følge opp arbeidet som er gjort. Spesielt vil en arbeide videre med i) Integrering av eksperimentdata og data fra telletokt for estimering av $g(0)$, inkludert en strategi for fremtidige telletokt der data for estimering av $g(0)$ blir innsamlet løpende under toktet. ii) Fremskaffe flere representative dykketidserier til bruk i simuleringene.

9. Rapporter og publikasjoner

Aldrin, M. and Schweder T. 1990. A comparative review of first stage and first phase of second stage screening results for the management procedures under development for the International Whaling Commission. SC/J 90/Mg 5.

Larsen, F., Schweder, T. and Ullang, Ø. 1991. Assumptions concerning North Atlantic minke for trial testing management procedures. Report of the Scientific Committee, Annex F, Apendix 17.
Rep. int. Whal. Commn 41: 128-129.

Schweder, T. 1990a. Independent observer experiments to estimate the detection function in line transect surveys of whales.
Rep. int. Whal. Commn 40: 349-356.

Schweder, T. 1990b. A preliminary report of the statistical analysis of the screening results from first stage and first phase of second stage. IWC/SC/42/Rep 2. Annex F.

Schweder, T. 1990c. On the measuring and reporting of the performance of the management procedures. IWC/SC/F90/M 8.

- Schweder, T. 1990d. Are age-specific natural mortality profiles of interest to this sub-committee? Report of the Scientific Committee, Annex F, Appendix 4. Rep. int. Whal. Commn 40: 128. (Authors name deleted)
- Schweder, T. 1991a. Reliability and efficiency statistics. IWC/SC/43/Rep 2. Annex H.
- Schweder, T. 1991b. Variability in sighting efficiency between observers. IWC/SC/43/Report of the Ad Hoc working group on $g(o)$. Annex B.
- Schweder, T. and Høst, G. 1990. A note on the choice of speed for shipboard surveys of North Atlantic minke whales. Rep. int. Whal. Commn 41: (in press).
- Schweder, T. and Høst, G. 1991. Integrating experimental data and survey data through a simulation model to obtain estimates of $g(o)$. IWC/SC/43/04.
- Schweder, T., Høst, G. and Øien, N. 1990. A note on the bias in capture-recapture type estimation of $g(o)$ due to the fact that whales are diving. Rep. int. Whal. Commn 41: (in press).
- Schweder, T. and Øien, N. 1991. The measuring of mixing within management areas and between management areas: North Atlantic minke. Report of the Scientific Committee, Annex F, Appendix 4, Adjunct (1). Rep. int. Whal. Commn 41: 98-99.
- Schweder, T., Øien, N. and Høst, G. 1991a. Estimates of the detection probability for shipboard surveys of Northeastern Atlantic minke whales, based on a parallel ship experiment. Rep. int. Whal. Commn 41: (in press).
- Schweder, T., Øien, N. and Høst, G. 1991b. Estimates of $g(0)$ for Northeastern Atlantic minke whales, based on independent observer experiments in 1989 and 1990, found by the hazard probability method. IWC/SC/43/Mi7.
- Øien, O.E. 1990. A new VHF-dart radio transmitter used for minke whales. IWC/SC/42/NHMi17.
- Øien, N. 1991a. Abundance of the Northeast Atlantic stock of minke whales based on shipboard surveys conducted in July 1989. Rep. int. Whal. Commn 41: (in press).
- Øien, N. 1991b. Evidence from marking indicating that the stock boundary between the Northeast Atlantic stock and the Central stock roughly separates two populations. Report of the Scientific Committee, Annex F, Appendix 3. Rep. int. Whal. Commn 41: 95-96.

- Øien, N., Folkow, L. and Lydersen, C. 1990. Dive time experiments on minke whales in Norwegian waters during the 1988 season. Rep. int. Whal. Commn 40: 337-41.
- Øien, N. and Schweder, T. 1991. Estimates of bias and variability in visual distance measurements made by observers during ship-board surveys of North Atlantic minke whales. IWC/SC/43/Mi8.

Tabell 1. 1989-eksperimentet. Estimater av $g(0)$ og 95% konfidensintervall for de forskjellige duplikatvurderinger.
(Fra Schweder *et al.* 1991a)

	Estimat	Konfidensintervall
Schweder	0,37	0,31 - 0,49
Øien	0,46	0,40 - 0,57
"Consensus"	0,43	0,36 - 0,49
Kombinert	0,427	0,32 - 0,54

Tabell 2. 1990-eksperimentet. Duplikater identifisert av minst en av bedømmerne mot antall bedømmere som identifiserte duplikatet. (Fra Schweder *et al.* 1991b)

Antall bedømmere	1	2	3	4	Totalt
Antall duplikater	0	1	4	25	30

Tabell 3. 1990-eksperimentet. Estimert $g(0)$ for hvert sett av duplikatvurderinger, og kombinert estimat med konfidensintervall. (Fra Schweder *et al.* 1991b)

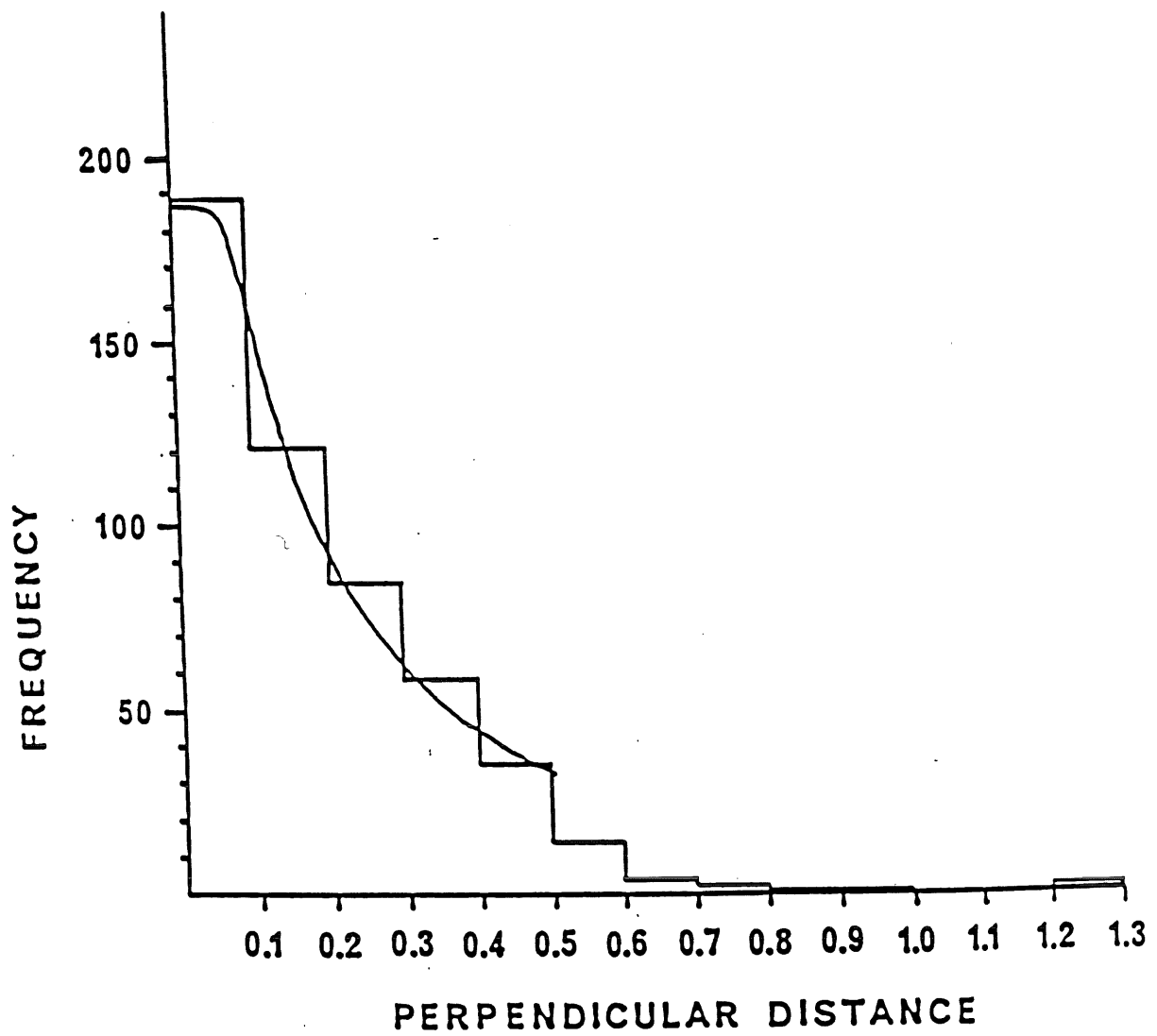
Duplikatvurdering	$g(0)$	95% konfidensintervall
Høst	0,55	
Schweder	0,55	
Ulltang	0,53	
Øien	0,55	
Kombinert analyse	0,547	0,45 - 0,67

Tabell 4. 1990-eksperimentet. Antall observerte blåst for forskjellige vinkler mellom hvalens lengdeakse og observatørens synsretning. (Fra Schweder *et al.* 1991b)

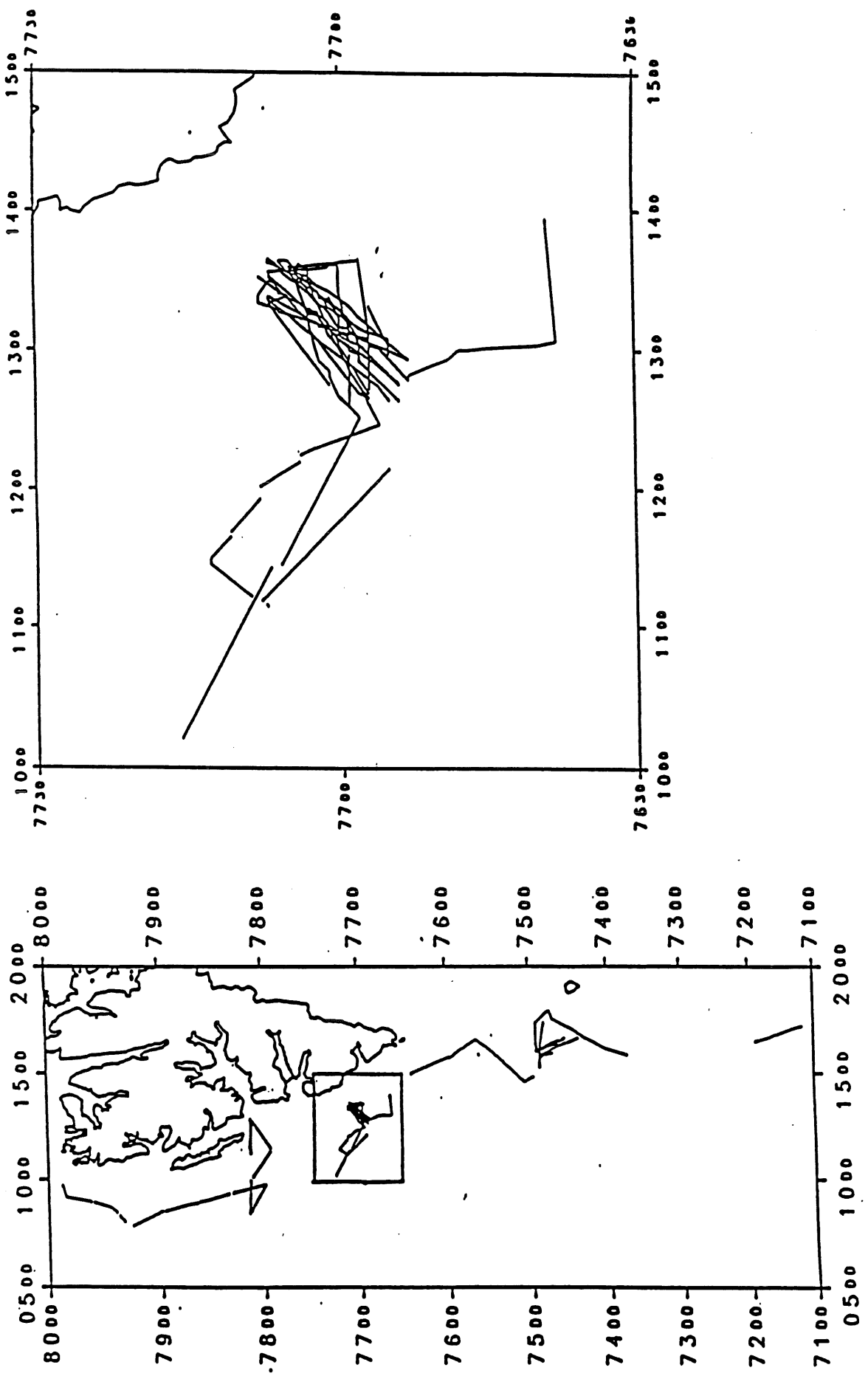
Vinkel	Antall
Ikke registrert	50
0 - 22,5° (mot/etterfisk)	31
22,5° - 67,5° (skråfisk)	41
67,5° - 90° (tverrfisk)	51
Totalt	227

Tabell 5. 1990-eksperimentet. Systematiske feil i perpendikulæravstand basert på observatørens bedømmelse av avstand og retning. (Fra Schweder *et al.* 1991b)

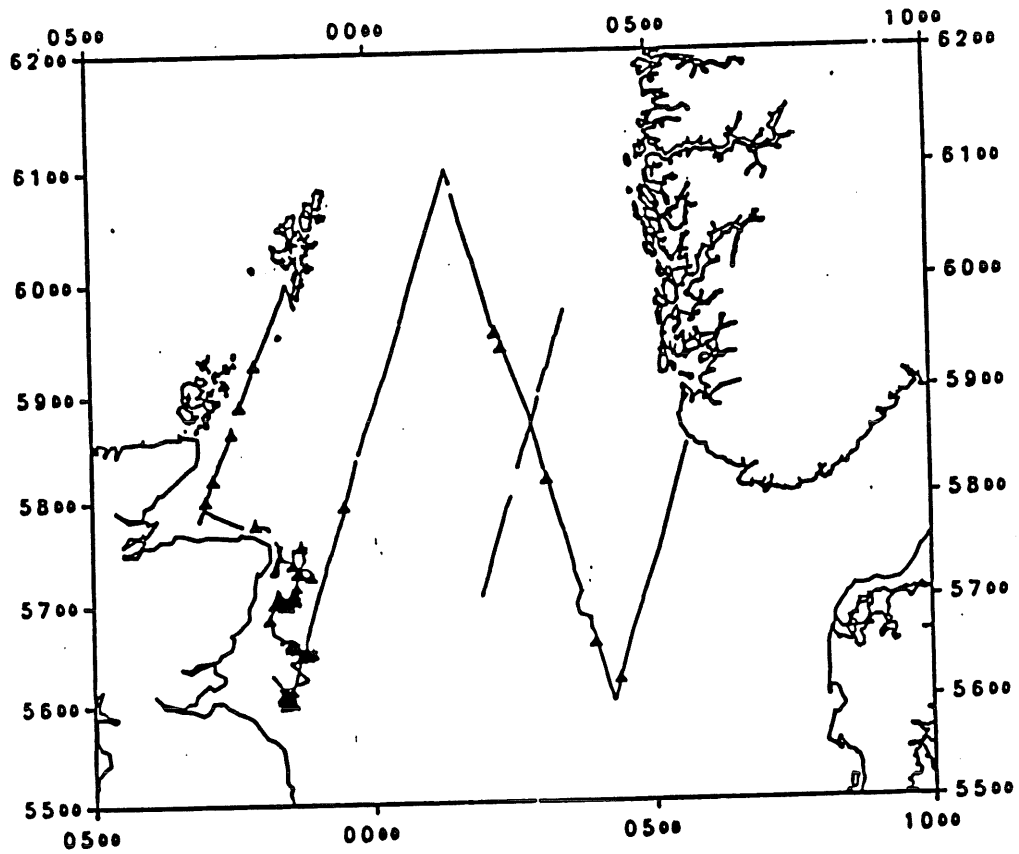
Perpendikulæravstand (nautiske mil)	Systematisk feil
0.05	+5%
0.1	-4%
0.15	-7%
0.25	-9%



Figur 1. Frekvensfordeling av perpendikulærdistanser for vågehval-observasjoner under telletoktet i 1989. (Fra Øien 1991)



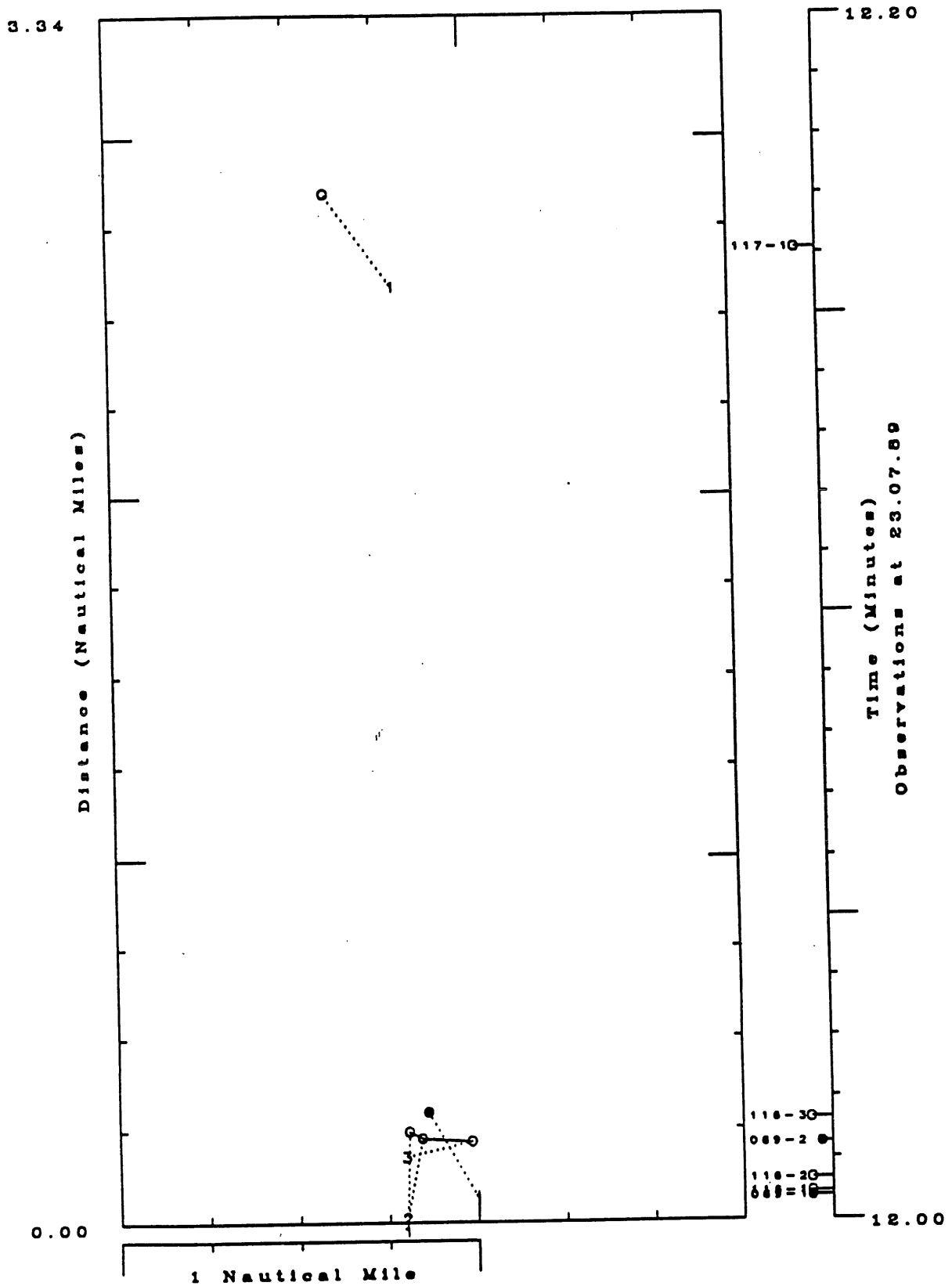
Figur 2. Kurslinjer gått under døbbelttellingsekspérimentet i 1989. Bredjupet, hvor største delen av eksperimentet gikk, er forstørret.



Figur 3. Transekter gått med primær leteinnsats i Nordstjøen i juli/august 1990. Trekantene avmerker primære observasjoner av vågehval. (Fra Schweder *et al.* 1991b)

○ Sighted by Vestflud

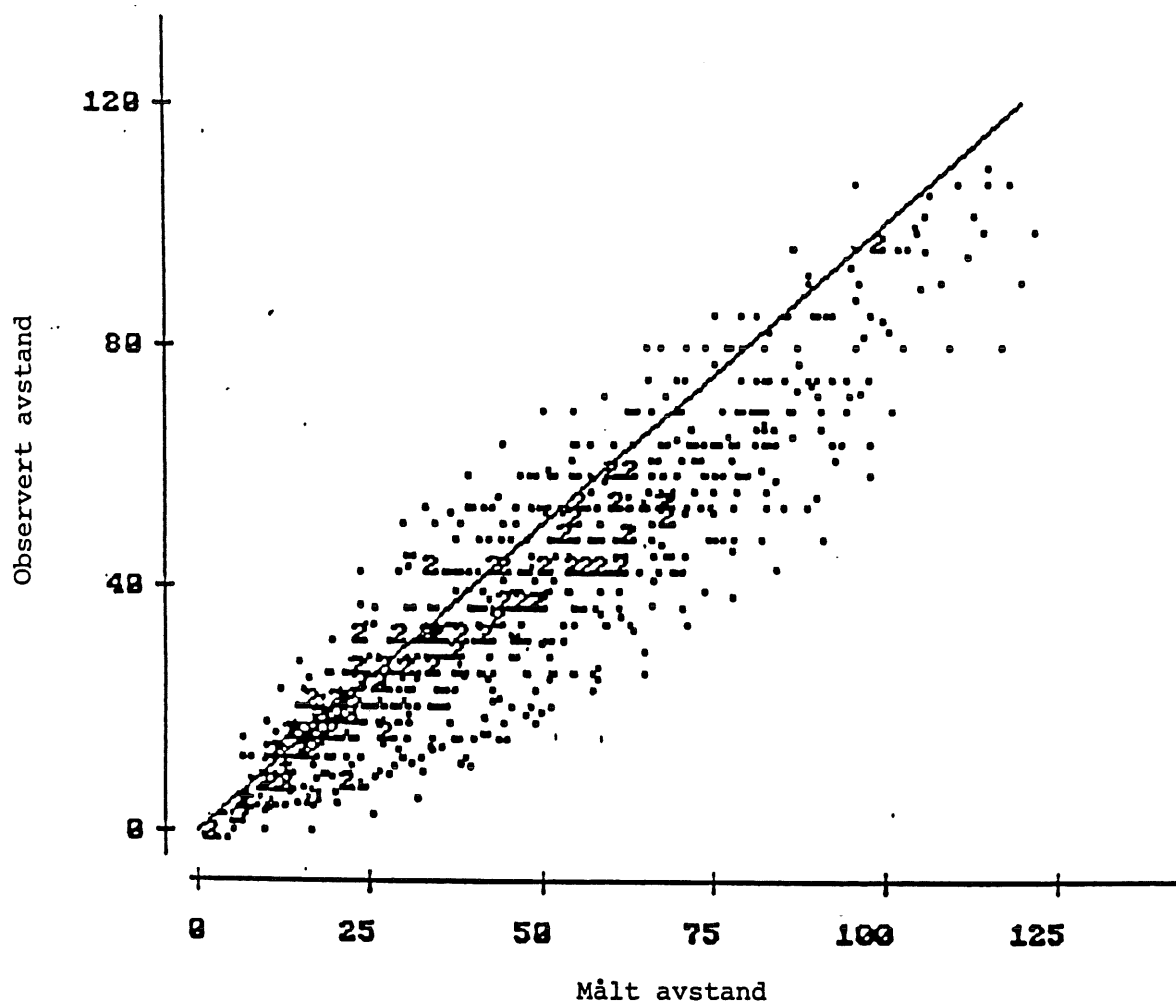
● Sighted by Landkjenning



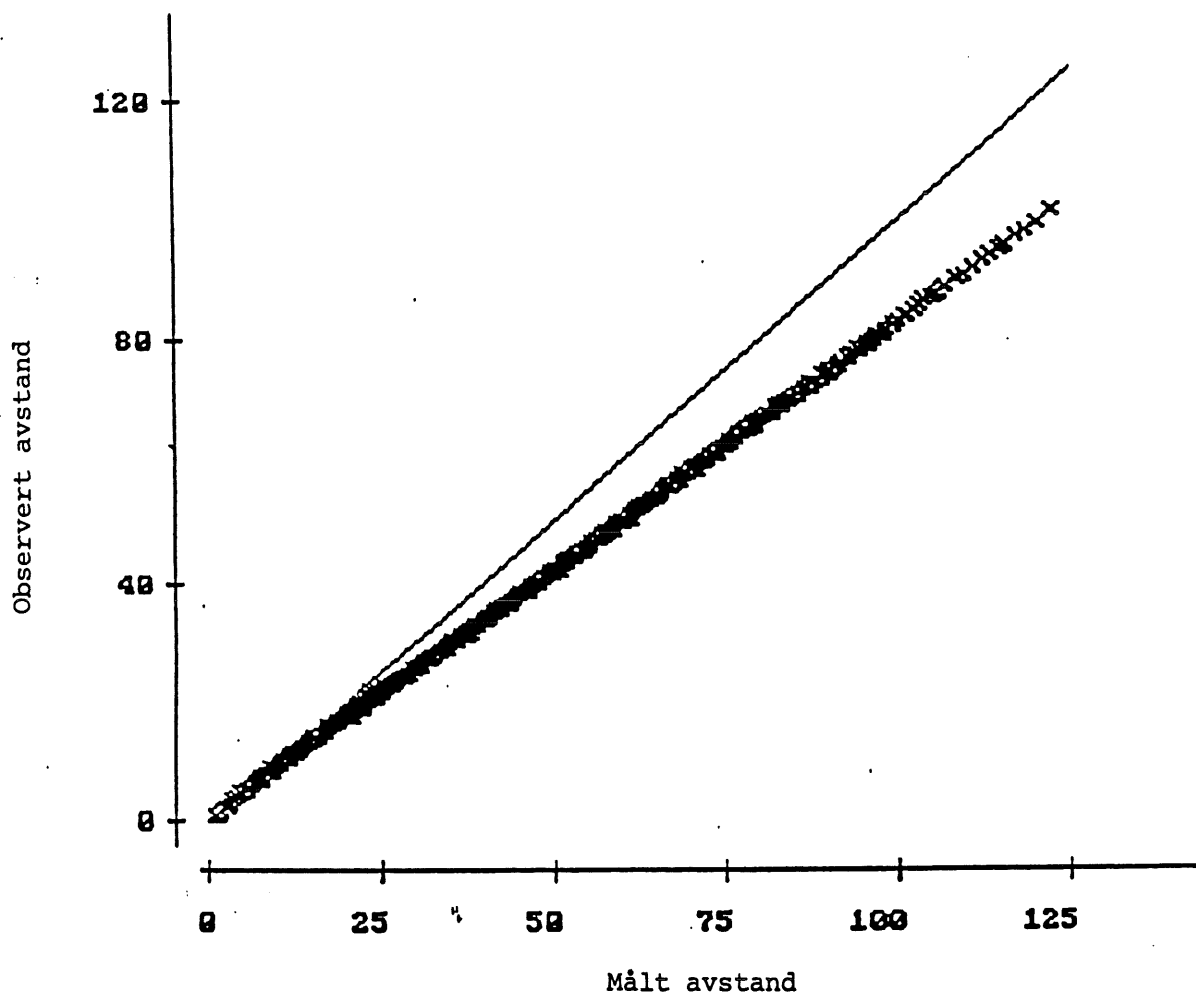
Norwegian Computing Center

29-MAR-90

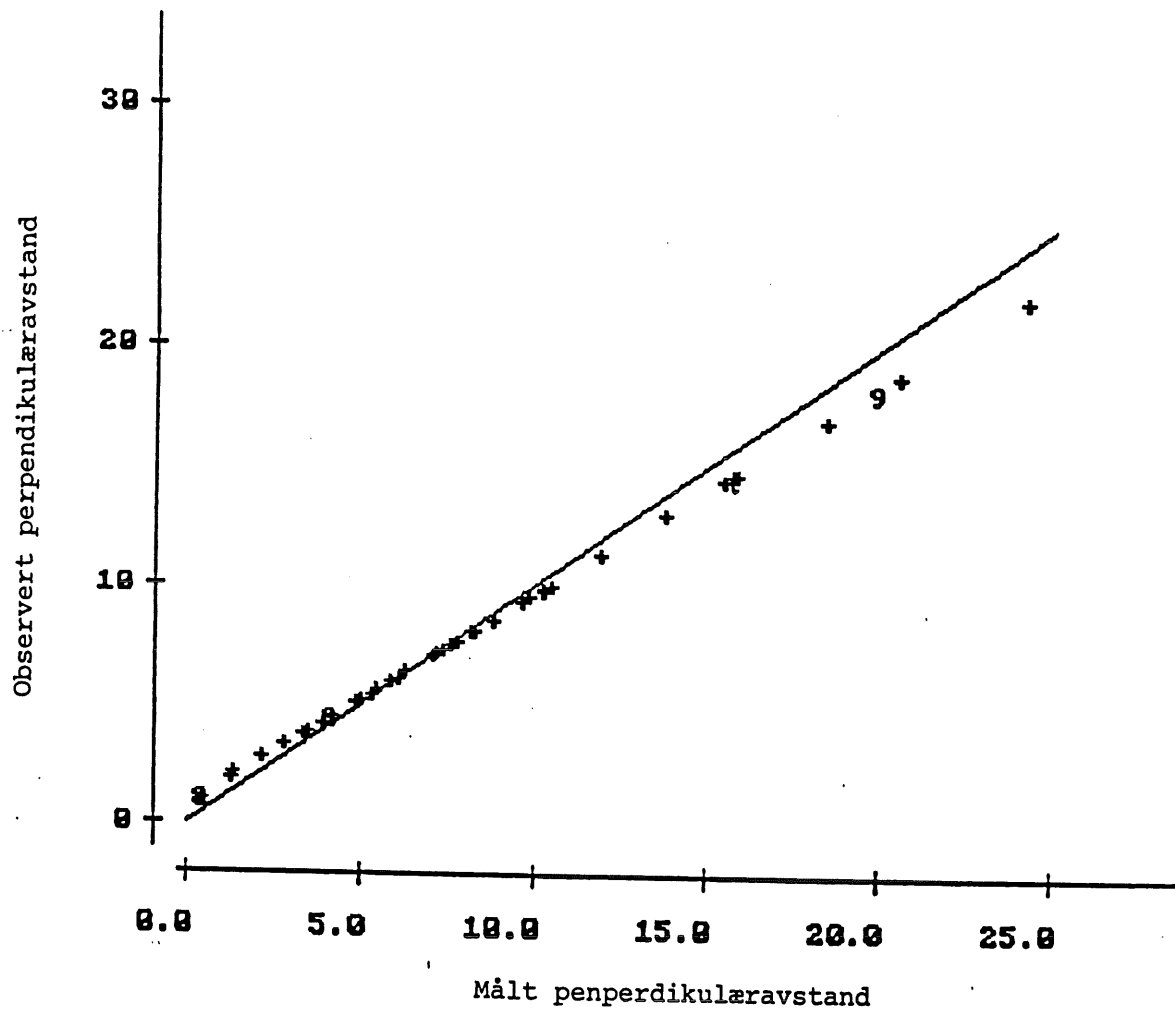
Figur 4. Tid og posisjon for observerte blåst av hval fra Vestflud og Landkjenning. For nærmere forklaring, se tekst. (Fra Schweder et al. 1991a)



Figur 5. Observert mot målt radialavstand. Enhet: 0,01 nautiske mil.
(Fra Øien and Schweder 1991)



Figur 6. Tilpasset regresjonslinje (xxxx) for observert mot målt radialavstand, og diagonalen (—). Enhet: 0,01 nautiske mil.
(Fra Øien and Schweder 1991)



Figur 7. Tilpasset regresjonslinje (+) for observert mot målt perpendikulæravstand, og diagonalen (—).
Enhet: 0,01 nautiske mil. (Fra Øien and Schweder 1991)

