

9B
7

els. 2

Fiskeridirektoratet
Biblioteket

BETYDNINGEN AV KROKFORM OG REDSKAPSMATERIALER VED
LINEFISKE ETTER TORSK (Gadus morhua L.) OG HYSE
(Melanogrammus aeglefinus L.) UNDERSØKT VED
ATFERDSSTUDIER OG FISKEFORSØK

Hovedoppgave i fiskeribiologi

av

Ingvar Huse

Våren 1979
Institutt for fiskeribiologi,
Universitetet i Bergen

I N N H O L D

FORORD	6
INNLEDNING	7
MATERIALE OG METODER	10
Laboratorieforsøk	10
Innledning	10
Forsøk med torsk	12
Forsøk med hyse	13
Feltforsøk med undervannsfjernsyn	13
Innledning	13
Forsøk ved Vardø	15
Forsøk ved Misje	15
Fiskeforsøk	16
Innledning	16
Linetyper	18
Innledning	18
Linematerialer	18
Linetyper brukt i forsøkene	19
Settemetoder	21
Pålesetting	21
Pilotforsøk på pålesetting	22
Diskusjon av pilotforsøket	23
Line satt på fløyt (fløytline)	24
Bunnsatt line	25
Dataregistreringsmetodikk ved fiskeforsøkene	25
Forsøksopplegg ved sammenligning av fangst- evnen til forskjellige kroktyper	25
Forsøksopplegg ved sammenligning av fangst- evnen til monofilamentlina og polyesterlina	26
Vaser	26
Forsøksopplegg ved undersøkelse av krokfeste- lokalitet	27
Forsøksopplegg ved belysningsmålinger	27
Statistikk	28

RESULTATER FOR LABORATORIEFORSØK OG FELTFORSØK MED UNDERVANNSFJERNSYN	30
Innledning	30
Laboratorieforsøk med torsk	32
Summerte atferdssekvenser	32
Overgangsmatrise	34
Flytdiagrammer for atferdssekvenser	37
Atferdsmodifisering under forsøket	40
Krokforsøk	41
Laboratorieforsøk med hyse	42
Feltforsøk ved Vardø	46
Feltforsøk ved Misje	46
 DISKUSJON AV ATFERDSFORSØKENE	 51
Historikk og andres undersøkelser	51
Egne undersøkelser	52
Torskens atferd overfor krok og agn	52
Hysas atferd overfor krok og agn	53
Læring	54
Krokform	55
 RESULTATER AV FISKEFORSØKENE MED FORSKJELLIGE KROKTYPER	 60
Torsk	60
Hyse	69
Fosforescens	70
Innledning	70
Fiskeforsøk nr. 1	71
Fiskeforsøk nr. 2	72
Fiskeforsøk nr. 3	72
Krokfestelokalitet	72
Innledning	72
Fiskeforsøk nr. 1	73
Fiskeforsøk nr. 4	73

Fiskeforsøk nr. 5	74
Fiskeforsøk nr. 6	74
Lengdemålinger	77
Mageinnhold	77
DISKUSJON AV KROKFORSØKENE	82
Innledning	82
Mustad Wide Gap-kroken	82
Torsk	83
Hyse	89
Hyse som bifangst	89
Separate hyseforsøk	90
Fosforescens	91
RESULTATER FRA SAMMENLIGNENDE FISKEFORSØK MED MONOFILAMENT OG MULTIFILAMENT LINE	92
Torskeline	92
Fiskeforsøk nr. 1 (sommer)	92
Fiskeforsøk nr. 3 (vinter)	99
Hyseline	101
Lysmålinger	102
DISKUSJON AV SAMMENLIGNENDE FISKEFORSØK MED MONOFILAMENT OG MULTIFILAMENT LINE	104
Innledning	104
Torsk	104
Etablering av total differanse	104
Fordeling av total differanse	105
Forsenslengde og krokavstand	106
Vinterforsøk	107
Hyse	107
Bifangster	107
Fløytlineforsøk etter hyse	108

Begrunnelse for monofilamentlinas høye fangstevne	108
SAMMENDRAG	114
TAKK	115
LITTERATUR	116

FORORD

Midler og utstyr til feltforsøkene i denne undersøkelsen er stilt til rådighet av Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt, Fangstseksjonen, Bergen, og Fondet for fiskeleting og forsøk.

Fiskeforsøkene inngår i Fangstseksjonens prosjekt 661.5-1 Line.

Laboratorietanken er stilt til disposisjon av Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen.

INNLEDNING

De eldste funn av fiskekroker i Norge er gjort på Jæren fra ca. 7000 år f.kr. (HURUM 1976). Disse krokene var laget av bein, og et eksemplar er vist i Fig. 1a. Fig. 1b viser en norsk bronsekrok fra ca. 200 år f.kr.



Fig. 1. a) Beinkrok fra Jæren, ca. 7000 år f.kr.
b) Bronsekrok fra Vestfold, ca. 200 år f.kr.

Likheten med dagens fiskekroker er slående og sannsynliggjør at den store utviklingen på krokfronten skjedde for mer enn 2000 år siden da metaller ble tilgjengelige som materiale for fiskekroker. Utviklingen etter den tid bærer preg av økende muligheter for industriell produksjon og bedre materialer, men krokenes form har forandret seg svært lite. De små endringer som er foretatt er enten motivert av sportsfiskere eller, for linekrokers vedkommende, ut fra behandlingstekniske hensyn.

Linefisket i Norge kom sannsynligvis i gang på 1500-tallet (HURUM 1976). På grunn av brukskollisjoner og tradisjonell motvilje mot nye redskaper ble så linefisket forbudt fra 1627 til 1816. Etter den tid har linefiskets betydning variert, men det har hele tiden vært en av hovedbruksformene, spesielt for kystfiskeflåten.

Line har i de senere år hatt problemer med å konkurrere med garn, snurrevad og trål som fangstredskap i kystfisket etter torsk og hyse. Dette skyldes først og fremst at det ofte ligger et større antall arbeidstimer bak et gitt kvantum fisk på line enn på garn, snurrevad og trål. Det har dessuten også vært vanskelig å skaffe folk til å egne liner på land. Ny teknologi og nye materialer er imidlertid på vei inn i linefiskeriene samtidig som det utføres grunnleggende studier av lina som fangstredskap og de aktuelle fiskearters atferd overfor lina.

Denne undersøkelsen er et ledd i disse grunnleggende studiene og omfatter følgende to problemstillinger:

1. Det er en kjent sak fra linefiskeriene at agnet i stor grad blir nedbeitet uten fangst av fisk både på bunnlina og pelagisk line. For bunnlina vedkommende kan dette skyldes beiting av bunndyr, men for pelagisk line er det rimelig å anta at det meste skyldes beiting av fisk. Dette indikerer at de tradisjonelle linekrokers fangstevne er lav, noe som underbygges av HAMRE (1968) for den tradisjonelle pigghåkrokens vedkommende. Ved å benytte en krok med buet legg oppnådde han en signifikant fangstøkning. Tilsvarende resultater er rapportert av KARLSEN (1976) for en vridd versjon av den tradisjonelle banklinekroken. Problem-

stilling 1 består derfor i å forsøke å forbedre fangstevnen til den tradisjonelle torske- og hysekroken.

2. KARLSEN (1976) påviste en fangstøkning på ca. 300% fra vanlig tauline til monofilament (nylon gut, sene) line under vårtorskefisket i Finnmark. Problemstilling 2 består i å reprodusere dette forsøket og fordele fangstøkningen på de enkelte elementer som tilsammen utgjør forskjellen mellom de to redskaptypene, samt å begrunne forskjellen.

Problemstilling 1 ble besluttet løst ved hjelp av atferdsstudier i laboratorietank, og feltstudier med undervannstV for å etterprøve laboratorie-erfaringene i fiskens naturlige miljø. Idéer fra disse forsøkene skulle så omsettes i krokformer som skulle testes i fiskeforsøkene.

Problemstilling 2 ble forutsatt løst ved hjelp av fiskeforsøk.

MATERIALE OG METODER

Laboratorieforsøk

Innledning

Det ble utført to laboratorieforsøk, begge i Havforskningsinstituttets ringtank (Fig. 2), det første fra 26/4 til 9/5-77 med torsk som forsøksdyr, det andre i perioden 20.-25.8.77 med hyse.

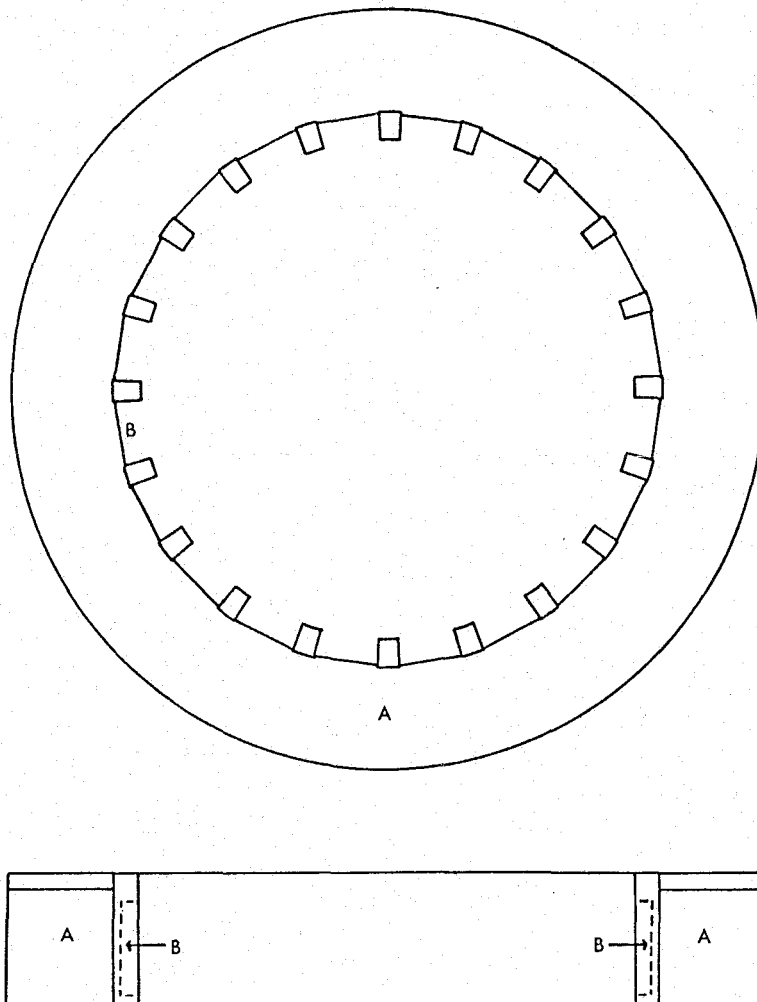


Fig. 2. Havforskningsinstituttets ringtank (skala 1:143).

A) Vann, B) observasjonsvindu.

Forsøkene besto i å betrakte fiskens atferd overfor en fiskekrok med agn i et oppheng som skulle ligne en line både med hensyn til utseende og fleksibilitet (Fig. 3).

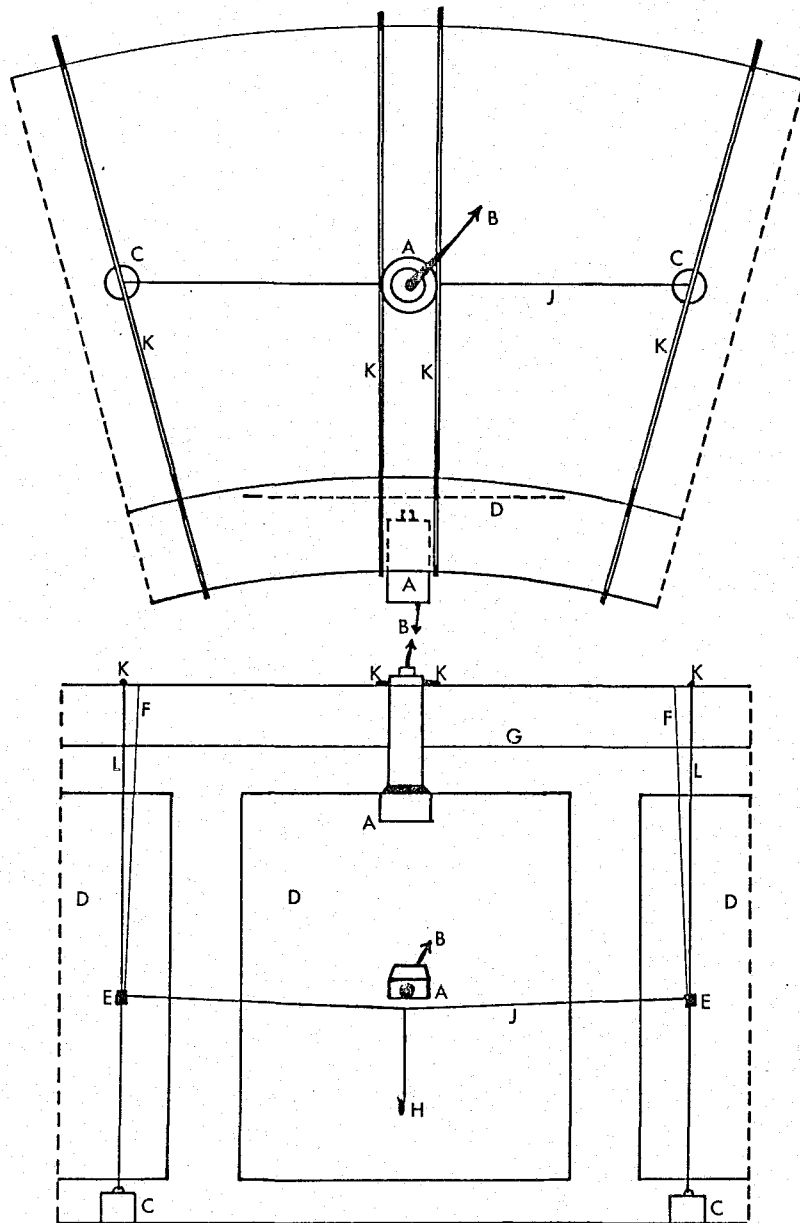


Fig. 3. Utsnitt av ringtanken med observasjonsutstyr (skala 1:36). A) TV-kameraer, B) til monitor og video-båndopptaker, C) lodd, D) observasjonsvindu, E) lodd med hull, F) opphalingsline, G) vannflate, H) krok og agn, I) line, K) jernskinne, L) loddtau.

Observasjoner kunne gjøres direkte eller ved hjelp av TV-utstyr. Interessante sekvenser kunne lagres på videobånd.

Observasjonene ble kvantifisert ved at man kategoriserte fiskens atferd og enten noterte atferdssekvensene direkte ved observasjon eller spilte forsøkene inn på videobånd og analyserte disse etterpå. Materialet fra torskeforsøket ble innlest og bearbeidet på det elektroniske databehandlingsanlegget ved Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt, Fangstseksjonen.

Forsøk med torsk

30 torsk med gjennomsnittslengde ca. 60 cm ble satt ut i ringtanken 20 dager før forsøket startet. Fiskene var innkjøpt fra Bergen Fiskeindustri, og var sannsynligvis fanget på ruse eller garn. Torsken ble ikke foret i ringtanken. Forsøket strakte seg over 14 dager med i alt 25 tester fordelt på 7 dager. Hver test varte i 10 min. eller til en fisk var krocket. De krokede fiskene ble tatt ut av forsøket. Agnene besto av skiveskårne akkarkapper med lengde ca. 5 cm og bredde ca. 2 cm. I første del av forsøket ble bare Mustad Norway krok nr. 6 benyttet (Fig. 4).

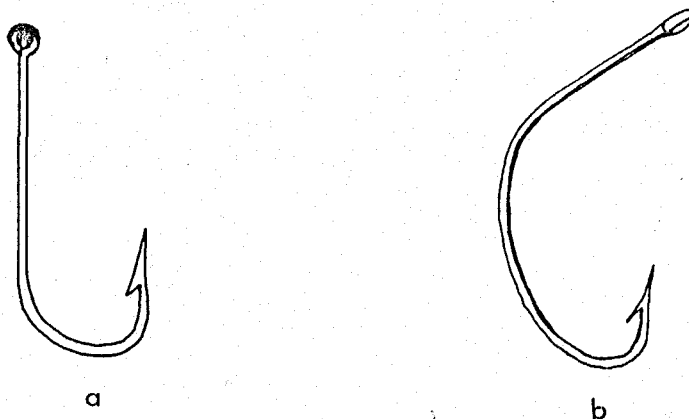


Fig. 4. a) Mustad Norway, b) Mustad Wide Gap.

Siste dag ble også Mustad Wide Gap-krok nr. 5/0 forsøkt (Fig. 4). Valget av denne krokformen ble gjort ut fra den kunnskap man i løpet av forsøket hadde skaffet seg om torskens atferd.

Forsøk med huse

De 11 hysene i det andre forsøket hadde en gjennomsnittslengde på 34 cm. De var fanget på line og ble satt ut i ringtanken 3 dager etter fanging. Der ble de forsøkt foret hver dag fram til forsøket startet 2 uker senere. 8 av hysene tok til seg næring da forsøket startet.

Forsøket gikk over 5 dager med ca. 1 time pr. dag. De to første dagene ble forsøket utført etter samme mønster som torskeforsøket med tester á 10 min. Men da responsen etter hvert ble meget lav ble motivasjonen forsøkt øket ved foring under testene, og testperiodenes varighet ble tilpasset responsen. Makrellbiter med lengde ca. 5 cm og bredde ca. 2 cm ble brukt som agn. Mustad Norway-krok nr. 6 ble brukt i hele forsøket.

Feltforsøk med undervannsfjernsyn

Innledning

Det ble utført to feltforsøk med undervannstelevisjon for å observere "vill" fisks atferd overfor krok og agn, det første ved Vardø 21.-27.6.78, det andre ved Misje i Hordaland 30/10-1/11-78.

Utstyret som ble benyttet er beskrevet av bl.a. Fernø et al. (1977). Riggingen er vist på Fig. 5. TV-kameraet var av type Hydro Products TC-125 SIT-W med kontrollenhet SC 303

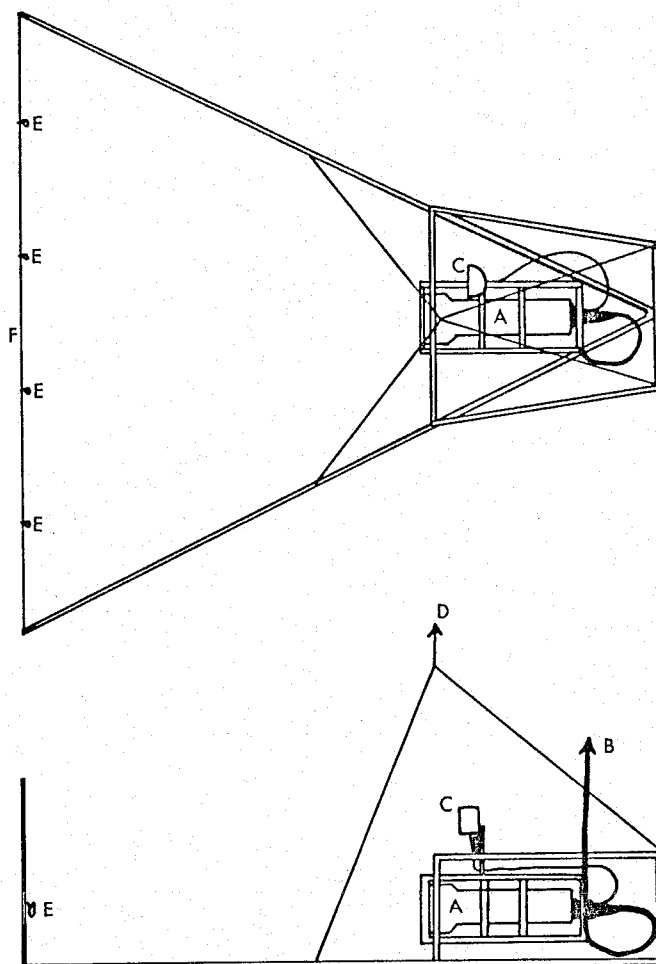


Fig. 5. Linerigg med undervanns-TV (skala 1:29).
A) TV-kamera, B) til monitor og videoopptaker, C) lyskilde,
D) opphalingstau, E) krok og agn, F) line.

og videoopptaker Sony AV-3420 CE. Kameraet er lysfølsomt til 10^{-3} lux-området og har en horisontal synsvinkel på 80° . Lyskilden på 500 W (regulerbar) var utstyrt med et filter av type Kodak Wratten nr. 29, som gir lys med en minstebølge-

lengde på 605 nm (rødt). Girsa (1959) angir en øvre synstærskel for torsk på 675 nm funnet av V.G. Protasov ved elektrofysiologiske metoder.

Materialet i forsøkene framkom ved at atferden til fisken ble kategorisert etter samme mønster som ved laboratorieforsøkene og notert under observasjonen eller ved avspilling av videobåndene. En fisk ble ansett som krocket hvis den hang på kroken i 1 min. og ansett som fanget hvis den ble med til overflaten.

Forsøk ved Vardø

Forsøket ble utført i forbindelse med et fiskeforsøk med M/K "Fjellsegga", et 60' kystfiskefartøy av tre. Denne båten er benyttet i de fleste fiskeforsøkene i denne undersøkelsen. Den har en motor på 260 HK og et mannskap på seks.

2
Av de fire krokene på riggen var to av type Mustad Norway nr. 6, og to av type Mustad Wide Gap nr. 5/10. Kroktypene var fordelt med Mustad Norway til 1. og 3. posisjon og Mustad Wide Gap til 2. og 4. posisjon av de fire krokposisjonene på lina, regnet fra venstre for betrakteren.

Elleve tester av varierende varighet ble utført på fire lokaliteter: utenfor Vardø havn, i Bussesundet mellom Vardø og fastlandet, på 100 m dyp utenfor Ekkerøy og på 70 m dyp i Varangerfjorden utenfor Skalleelv. Svært få fisk viste mer enn overfladisk interesse for agnene under dette forsøket.

Forsøk ved Misje

Forsøket ble utført med M/B "Fangst", en 31' plasticsjark som tilhører Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt, Fangstseksjonen, Bergen.

Kroktypene som ble benyttet var de samme som ved Vardø-forsøket, men to nummer mindre henholdsvis Mustad Norway nr. 4 og Mustad Wide Gap nr. 3/0. Krokene ble plassert i samme posisjoner som ved Vardø-forsøket.

Det ble i alt utført 25 tester. Hver test varte 30 min. eller til alle krokene var belagt med fisk. 24 av testene ble utført i Svelgsundet på nordsiden av Misje. En test ble utført i Vindøyosen vest av Misje. Dypet varierte mellom 28 og 40 m.

Den hyppigste observerte fiskearten var hyse. Det ble dessuten observert bl.a. torsk og sei (Pollachius virens).

Fiskeforsøk

Innledning

Det er i alt utført seks fiskeforsøk, fem med M/K "Fjells-egga", beskrevet ovenfor, og ett med M/K "Singsholmen" av Tangstad, et 50' kystfiskefartøy med tre manns besetning. Tabell 1 gir en oversikt over fiskeforsøkene.

Formålsrubrikken angir bare hovedformålet med forsøket. I forsøk nr. 4 er undersøkelse av "krokfestelokalitet" angitt som formål. "Krokfestelokalitet" betegner det stedet i fiskens munn eller svelg hvor kroken er festet.

Det er i alt under fiskeforsøkene halt 105.400 krok line.

Lina ble i alle fiskeforsøkene satt om ettermiddagen eller kvelden, og draging startet neste morgen. Ståtiden ble dermed i de fleste tilfeller ca. 12-15 timer.

Tabell 1. Oversikt over fiskeforsøkene.

Fors. nr.	Tidsrom	Fartøy	Område	Ant.halte krok	Formål
1	25/5-8/7-77	"Fjellsegga"	Vardøområdet	57.000	Sammenl. Monofilam./vanl.line krokforsøk
2	27/9-29/9-77	"	"	1.600	Krokforsøk
3	21/11-25/11-77	"	"	13.600	Sammenl. Monofilam./vanl.line
4	19/1-20/1-78	"	Nordbanken	ca.7.000	Undersøkelse av krokfestelokalitet
5	6/3-16/3-78	"Singsholmen"	Yttersida av Lofoten	12.000	Krokforsøk
6	19/6-12/7-78	"Fjellsegga"	Vardøområdet	14.200	Krokforsøk

Linetyper

Innledning

Først noen definisjoner:

En "stamp" vil i det følgende bli brukt til å betegne en lengde line på 440-660 m med 200-600 krok.

En "stubb" er et antall stamper satt etter hverandre.

Antall stamper i en stubb kan variere mellom 5-6 og 50. I de fleste av forsøkene i denne undersøkelsen har antallet variert mellom 10 og 20.

En "ile" består av en dregg (et anker) på bunnen, forbundet til en bøye (flotør) på overflaten med et tau. En stubb har en ile i hver ende og dessuten iler for hver 2. eller 3. stamp.

Linematerialer

De riggingsmetodene for line som er brukt i forsøkene er vist i Fig. 6.

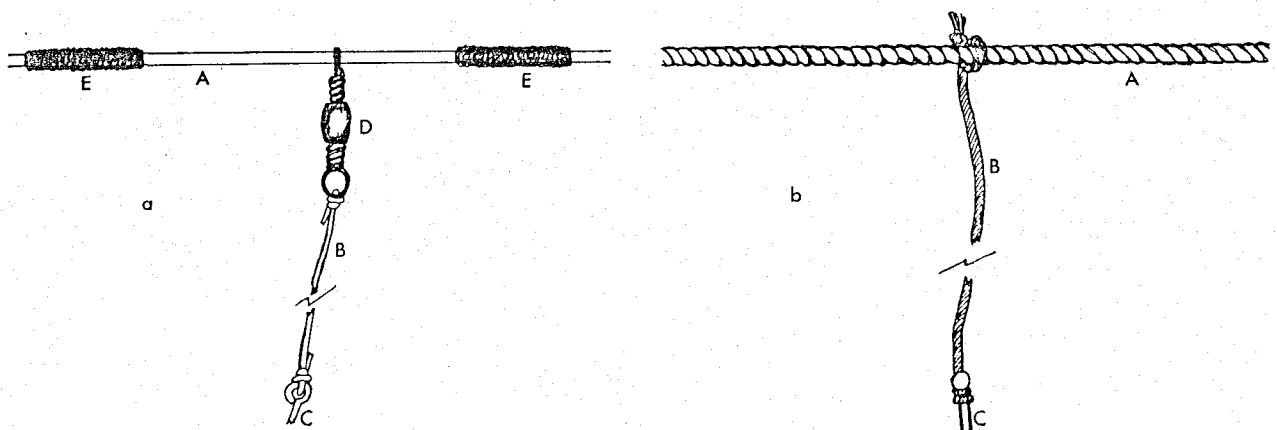


Fig. 6. Rigningsmetoder. a) Monofilamentline, b) multifilamentline. A) Linerygg, B) forsen, C) krok, D) "snuer" (svivel), E) stopper.

"Forsenet" forbinder altså kroken med "lineryggen", i noen riggingstilfeller via en "snuer" (svivel).

Det er i forsøkene brukt linerygger og forsener av to forskjellige materialer: monofilament (entrådig) polyamid (nylon) og polyfilament (flertrådig) polyester (terylene). Et monofilament av polyamid er tilnærmet transparent (slipper lyset gjennom, reflekterer ikke lys) og er derfor lite synlig i sjøvann. Overflaten er helt jevn. De polyfilamenter av polyester som brukes til linerygg og forsen består av mange tynne tråder tvunnet sammen til snøre som videre blir tvunnet (slått) til tau. Det er ikke transparent og gir høyere synskontrast i sjøvann enn monofilament polyamid. Overflaten er ujevn. "Monofilament polyamid" vil i det følgende bli omtalt som "monofilament", og "polyfilament polyester" vil bli omtalt som "polyester". Snuerne er laget av messing og montert for å forhindre oppsnurring av forsenet på lineryggen.

Linetyper brukt i forsøkene

Tabell 2 gir en oversikt over de viktigste redskapsparametrene for de linetypene som er benyttet i fiskeforsøkene.

Tabell 2. Linetyper.

Type nr.	Materiale linerygg	Diameter linerygg mm	Snuer	Materiale forsen	Lengde forsen cm	Diameter forsen mm	Krok* avstand cm
1	Monofilam.	2	ja	Monofilam.	90	0,8	220
2	" "	2	"	" "	50	0,8	110
3	" "	2	"	" "	50	0,8	220
4	" "	1,8	"	" "	90	0,8	250
5	Polyester	3,5	nei	Polyester	50	1,2	220
6	" "	3,5	"	" "	50	1,2	110
7	" "	3,5	ja	" "	50	1,2	220
8	" "	3,5	"	Monofilam.	90	0,8	220
9	" "	5,0	nei	Polyester	50	1,2	110

* Med "krokavstand" menes avstanden mellom forsenenes festepunkter på lineryggen.

Settemetoder

Pålesetting

Ved alle fiskeforsøk etter torsk unntatt nr. 4 er lina "pålesatt". Denne settemetoden er skissert på Fig. 7.

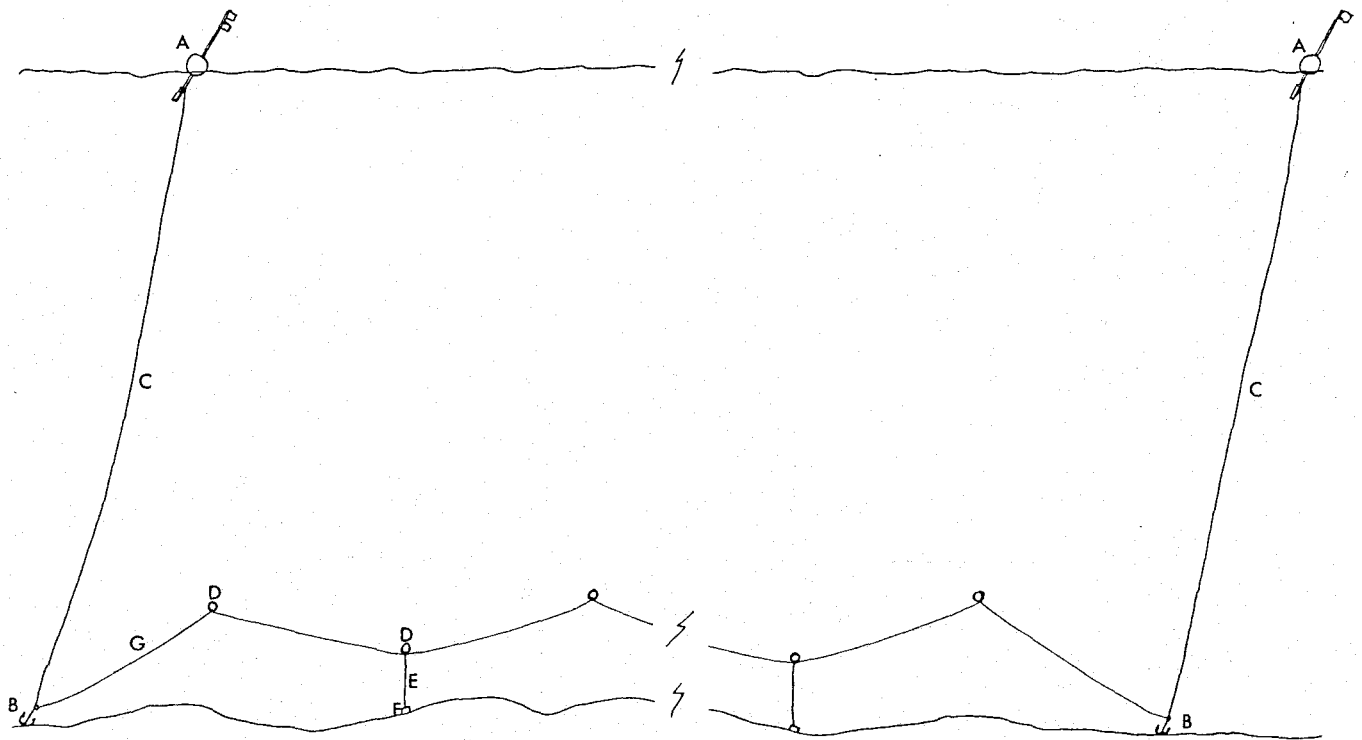


Fig. 7. Pålesetting. A) Bøye, B) dregg, C) iletau, D) fløyt, E) påletau, F) murstein, G) line.

Lina fløytes med ett oppdriftslegeme (garnring, glasskule e.l.) pr. 55 m linerygg (i forsøk 5 pr. 62,5 m linerygg). Disse oppdriftslegemene benevnes heretter "fløyt". I annen hver fløyt er det festet et tynt tau. I den andre enden av tauet er det festet en murstein. Tauet, fløyten og mur-

steinen kalles tilsammen en "påle". Dette er altså opphavet til settemetodens betegnelse. Begrunnelsen for settemetoden er at man kan regulere fiskedypet etter dybden på fiskeforekomstene. Man ønsker også å holde lina over bunnen for å unngå skader ved fastsetting, bunndyrbeiting på agnet og fangst av uønskede fiskearter. Under Lofotfisket og ved vår-og sommertorskefisket i Finnmark foregår i dag alt linefiske med pålesatt line.

Pilotforsøk på pålesetting

Profilen en pålesatt line vil ha i sjøen er forsøkt undersøkt i et pilotforsøk ved hjelp av froskemann. En grafisk framstilling av resultatene er gitt i Fig. 8.

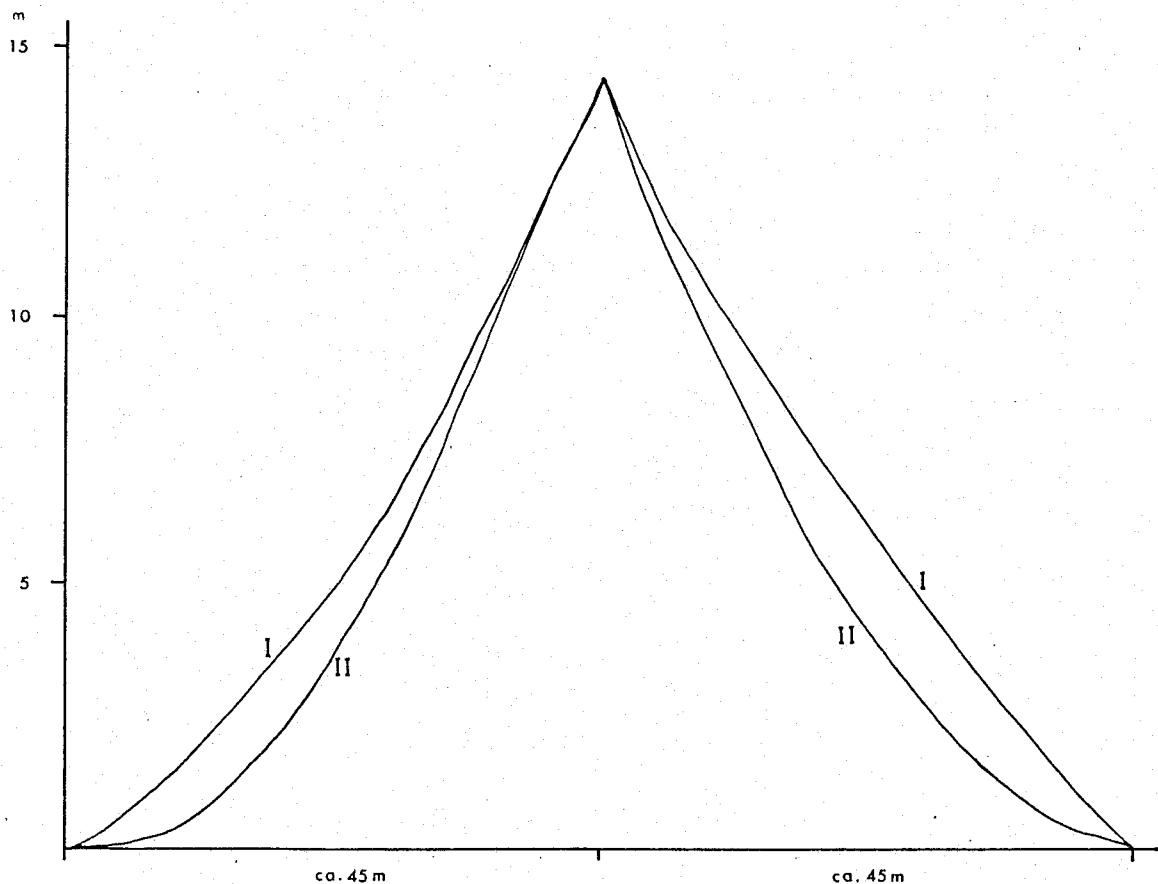


Fig. 8. Pilotforsøk på pålesetting. I) Monofilamentline, II) polyesterline.

Den letteste lina, monofilamentline type 1 (Tabell 2), og den tyngste pålesatte lina, polyesterline type 8 (Tabell 2) er vist som henholdsvis I og II i figuren. Monofilament har en spesifikk vekt på 1,14 mens polyester har en spesifikk vekt på 1,36. Linene ble satt etter hverandre på flat sandbunn på ca. 20 m dyp med fart 3-4 knop. I stedet for påler ble det brukt murstein festet direkte på lineryggen. Avstanden mellom overflaten og forsenfestet på lineryggen ble målt for hver 5. krok. Som fløyt ble brukt garnringer med en oppdrift på 500 g, det samme som ble benyttet i fiskeforsøkene ved Vardø. Krokene var egnet med makrellbiter på ca. 20 g.

Diskusjon av pilotforsøket

Under setting dras lina ut av båtens fart framover og pålesteinens synking nedover. Profilen til lina i sjøen vil derfor avhenge av farten under setting og dypet. Normal settefart under fiske vil være 5-7 knop. Normalt settedyp vil være mer enn 100 m. Realismen av framstillingen i Fig. 8 må vurderes på denne bakgrunn. Det som kan sluttes ut fra pilotforsøket er at ingen punkter på lineryggen står høyere i sjøen enn festepunktene for fløyten, og ingen punkter på lineryggen står dypere i sjøen enn festepunktene for pålene.

Fig. 8 viser at monofilamentlina er tilnærmet lineær mellom fløyt og påle mens den tyngre multifilamentlina er noe flatere mot pålene og brattere mot fløyten. Dette forholdet blir overdrevet av skalaforskjellen på aksene i figuren og vil neppe ha stor betydning i fiske.

Tar vi utgangspunkt i et 20 grams makrellagn og gir makrell spesifikk vekt 1,07 (MAGNAN 1929) og sjøvann spesifikk vekt 1,026 vil alle de 100 agnene mellom 2 påler tyngge lina med 82 g. En økning eller minskning av agnstørrelsen med f.eks.

Bunnsatt line

Dette er den tradisjonelle og fortsatt den vanligste settemetode ved linefiske etter torskefisk. Lina settes ganske enkelt på bunnen. Denne settemetoden ble anvendt under fiskeforsøk nr. 4. Lina som brukes er av kraftig polyester (Type nr. 9). Det settes iler i hver ende av stubben, dessuten for omtrent hver 4. stamp.

Dataregistreringsmetodikk ved fiskeforsøkene

I de tre første fiskeforsøkene ble dataene registrert ved at observatøren sto ved rekka og registrerte fangstene på telleverk. Resultatene ble så overført til skjemaer etter hver stamp eller, ved krokforsøk, etter hver gruppe (celle) av kroken av samme type.

Fra og med fiskeforsøk nr. 4 ble det benyttet lydbånd ved registreringen. Disse ble så avlest og dataene overført til skjemaer på land. Den mest benyttede lydbåndopptakeren var av type Sony TC-150. Det ble brukt strupemikrofon for å unngå støy, og vannskader på mikrofonen. Båndopptakeren kunne bæres i en lomme. Den blå slått av og på ved hjelp av en fjernbetjeningsbryter som f.eks. kunne ligge inne i en hanske. Dette ga observatøren god bevegelsesfrihet og beskyttet apparaturen.

Forsøksopplegg ved sammenligning av fangsevnen til forskjellige kroktyper

Ved alle krokforsøk til og med fiskeforsøk nr. 5 er sammenligningene foretatt mellom parvise celler på 50 krok. Krokavstanden har variert mellom 110 og 250 cm. I alt er det foretatt 121 slike sammenligninger. I fiskeforsøk nr. 6

som er det viktigste krokforsøket, er krok sammenlignet parvis slik at sammenlignede kroker inntar annen hver posisjon på lina. Det ble i dette forsøket fisket 53 stamper á 200 krok etter torsk. Dette innebærer 5.300 enkelt-sammenligninger. Etter hyse ble det fisket 17 stamper á 200 krok, eller 1.700 enkelt-sammenligninger.

Den første forsøksmetoden ble valgt for å forenkle registreringen av fangstene samt å unngå en eventuell feilkilde ved at hosliggende kroker kunne ha forskjellig fangstevne ("naboeffekt"). Den andre metoden ble foretrukket i det avsluttende krokforsøket da registreringsmetodikken var forbedret og man anså det som viktig å unngå effekter som følge av ujevn fiskefordeling.

Forsøksopplegg ved sammenligning av fangstevnen til mono-filamentline og polyesterline

Disse forsøkene ble lagt opp med parvis sammenligning av stamper. I alt ble det utført 101 slike sammenligninger, 83 for torsk og 19 for hyse, alle i området ved Vardø. Ved forsøk etter torsk ble lina satt på påler. Hver stamp hadde 200 krok og lengden var 440 m (linetyper nr. 1, 3, 5, 7 og 8). Ved forsøk etter hyse ble lina satt på fløyt. Hver stamp hadde 400 kroker og lengden var 440 m (linetyper nr. 2 og 6).

Vaser

Vaser på lina oppstår oftest under setting, men kan også skyldes strøm og fiskens trekk i lina. Ved dataregistreringen under fiskeforsøkene i denne undersøkelsen er en forsøkscelle forkastet dersom en vase utgjør mer enn 15% av antall krok i cella. Mindre vaser er ikke tatt hensyn til da det forutsettes at de fordeles tilfeldig langs lina.

Forsøksopplegg ved undersøkelse av krokfestelokalitet

Krokfestelokalitet ble undersøkt primært for å bringe på det rene hvor stor del av de krokede fiskene som hadde slukt kroken. I alt ble 3.456 torsk og 529 hyser undersøkt. Undersøkelsen foregikk ved at observatøren sto ved rekka og noterte krokens festelokalitet mens fisken hang fritt etter forsenet like før klepping. I tvilstilfeller ble fisken nærmere undersøkt ombord.

Forsøksopplegg ved belysningsmålinger

For å bedre vurderingsgrunnlaget for hypoteser omkring forskjellen i fangstevne mellom monofilamentlina og polyesterlina ble det foretatt 4 undervanns belysningsmåleserier ved Vardø 6.-12.7.78. Lysmåleren som ble benyttet var av typen Tektronix J16 med måleprobe J 6411. Denne proben måler belysning (illuminans) i lux. Måleområdet er 20 000 lux - 0,01 lux. Det viste seg imidlertid under målingene at støynivået i målesituasjonen umuliggjorde målinger under 1 lux. Nøyaktigheten er $\pm 5\%$ over hele måleområdet. Utlesningen er digital. Probeokularet var plassert i et undervannshus og forbundet til registreringsenheten med en kabel. Riggingen er vist på Fig. 10.

Målingene foregikk ved at måleriggen ble senket til de avleste verdiene ikke lenger avtok med økende dyp, eller til bunns om lysforholdene tillot det. Målingene ble så foretatt ved hver 10. meter under opphaling. Det ble foretatt 7 avlesninger på hvert måledyp. Værforhold, skydekke, tidsrom, dyp og posisjon ble notert for hver måleserie.

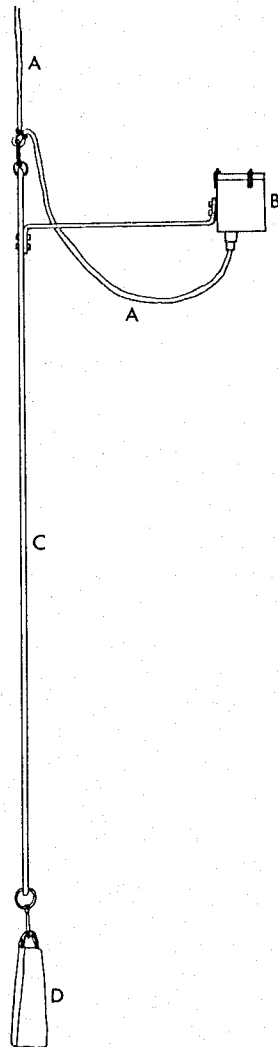


Fig. 10. Rigg for belysningsmåling. A) Kabel, B) undervannshus for måleprobe, C) jernstang, D) lodd.

Statistikk

"Frekvens" eller "krokingsfrekvens" vil i det følgende bli brukt til å betegne et tall mellom 0 og 1 som er den empiriske erstatning for "sannsynlighet" eller "krokings sannsynlighet". "Signifikanssannsynlighet" (p) vil i det følgende bli brukt til å betegne sannsynligheten for at det oppnådde

resultatet skal forekomme om det ikke er noen forskjell mellom to prøver som blir sammenlignet ved en statistisk test.

I de fleste sammenlignende fiskeforsøkene i denne undersøkelsen er Wilcoxon's test for parvis sammenligning benyttet (HODGES & LEHMAN 1970). Testen er brukt ensidig når man før en sammenligning har kunnet gjøre relativt sikre antagelser om utfallet. I de tilfeller den er benyttet tosidig, eller andre tester er anvendt, er dette nevnt spesielt.

Når standardavvik (S) er angitt er det alltid fordelings- og ikke middelveidens standardavvik.

Innledn.

Resultatene fra undervannsfjernferdsmønstre) s Hver atferdskategori av bevegelser som fi ferdskategorier som gitt nedenfor. For enkelte talt som "agn".

1. Innsuging (I): Fiske åpne munnen og la agnet med den vannstrømmen som det skapes en trykkgradi (Alexander 1970). Munnen lukker seg etter innsugingen.
2. Hemmet innsuging (Ih): Fiske en del av agnet, eller fiske lukker munnen om agnet etter å ha suget det hyseforsøkene både i laboratoriet og en ble denne kategorien delt slik:
 - Ih₁: Fiske lukker ikke munnen om agnet etter innsugingen.
 - Ih₂: Fiske biter bare om en del av agnet (kroken er vanligvis utenfor munnhulen).

3. Draging (D): Fisken svømmer langsam med agnet i munnen. Forsenet er vanligvis strekt.
4. Tygging (T): Fisken tygger på agnet, manipulerer agnet i munnen.
5. Rykk (Ry): Med agnet i munnen gjør fisken en hurtig horisontal bevegelse med hodet. Noen ganger er rykket rettet nedover.
6. Rykkserie (Rys): Fisken gjør flere meget hurtige rykk sammenhengende ved at hodet beveges fra side til side. Hele kroppen er med i bevegelsen slik at halen svinger i fase med hodet.
7. Spurt (S): Fisken aksellererer hurtig med agnet i munnen. Bevegelsen går noen ganger over i en halvsirkel når forsenet strammes.
8. Utspytting (U): Fisken kvitter seg med agnet.
9. Fast (F): Ikke en atferdskategori. Fisken anses kroket.

Tilsvarende atferdskategorier er benyttet av Fernø et al. (1977).

Laboratorieforsøk med torsk

Summerte atferdssekvenser

Observerte atferdssekvenser under forsøket er summert i Tabell 3.

Tabell 3. Summerte atferdssekvenser.

	I	Ih	S	Ry	Rys	D	U	F	Sum
Posisjon 1	139	138	0	0	0	0	0	0	277
Posisjon 2	0	0	43	96	3	24	111	0	277
Posisjon 3	0	0	30	10	4	2	111	9	166
Posisjon 4	0	0	5	6	1	0	28	6	46
Posisjon 5	0	0	1	0	0	1	8	2	12
Posisjon 6	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Sum	139	138	79	112	8	27	260	17	780

Tabellen gir et bilde av hva som skjer fra fisken suger inn agn og krok til den spytter ut eller er fast. Posisjonene angir rekkefølgen av atferdskategoriene i de enkelte sekvensene som er summert. Enhver slik sekvens må starte med en innsuging, følgelig utgjøres posisjon 1 bare av innsuging eller hemmet innsuging. Tabell 3 viser videre at ingen sekvenser under forsøket inneholdt mer enn 6 atferdsmønstre.

Av atferdsmønstrene mellom innsuging/hemmet innsuging og utspytting/fast forekommer rykk hyppigst (112) fulgt av spurt (79). Draging (27) og rykkserie (8) har lavere hyppighet. De mest interessante atferdsmønstrene under krokingsprosessen blir dermed rykk og spurt.

Tabell 3 er framstilt grafisk i Fig. 11.

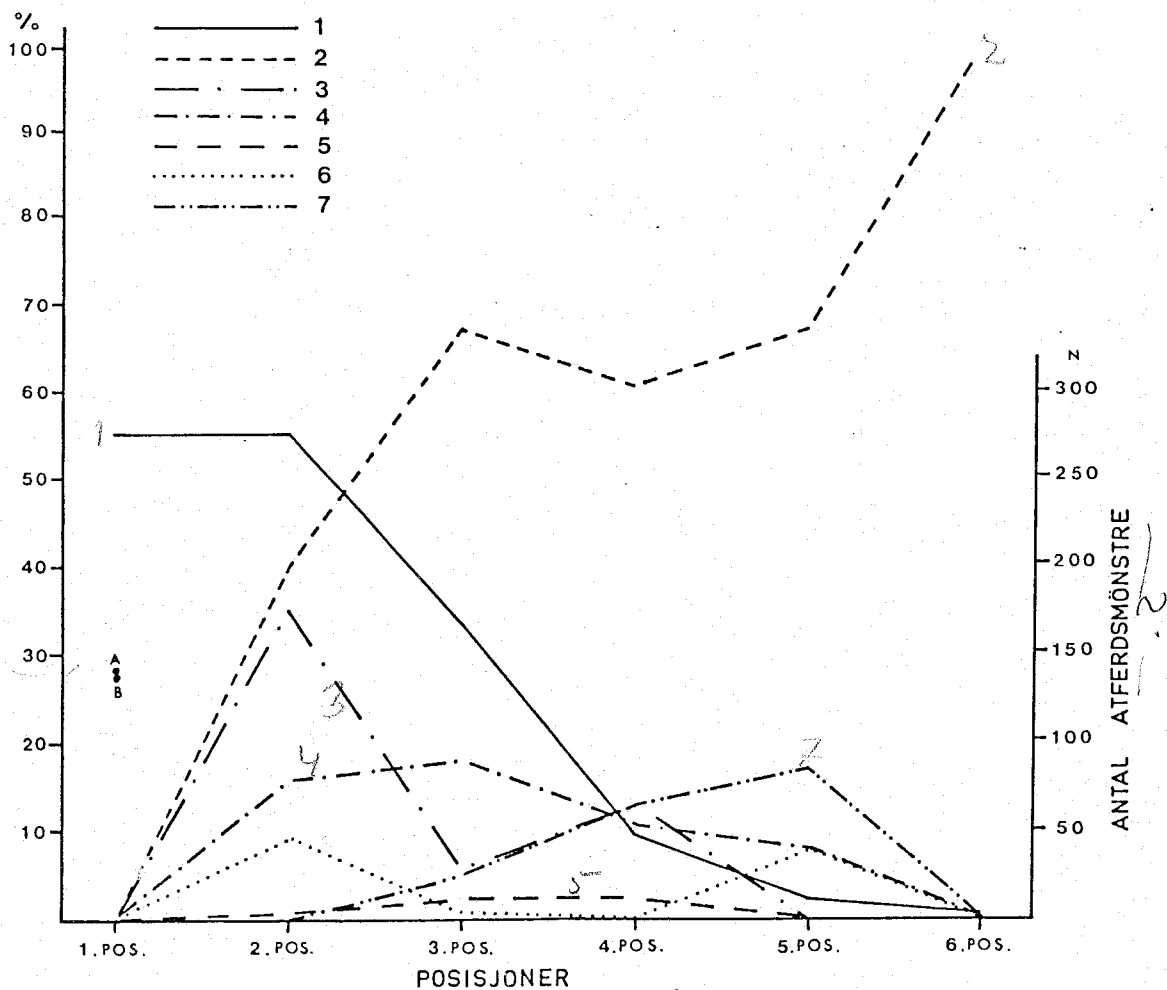


Fig. 11. Summerte atferdssekvenser. (N) refererer til skala til høyre (%), refererer til skala til venstre. A) Fullstendig innsuginger (N), B) hemmede innsuginger (N). 1) Antall atferdsmønstre (N), 2) utspytting (%), 3) rykk (%), 4) spurt (%), 5) rykkserie (%), 6) draging (%), 7) fast (%).

Antall atferdsmønstre er her omregnet til prosenter av totalen innenfor hver posisjon. Figuren viser at både rykk og draging har en høy relativ andel i 2. posisjon, men lav i 3. posisjon. Spurt har derimot en høy relativ andel i 3. posisjon. Dette kan indikere at spurt ofte følger etter rykk og draging.

Overgangsmatrise

		1. ATFERDSMØNSTER							
		I	I _h	S	Ry	Rys	D	F	U
2. ATFERDSMØNSTER	I								
	I _h								
	S	38 22,8	5 22,4	10 12,4	14 17,6	0 1,3	12 4,2		
	Ry	41 32,3	55 31,8	4 17,6	8 24,9	1 1,8	3 6,0		
	Rys	3 2,3	0 2,3	1 1,3	3 1,8	1 0,1	0 0,4		
	D	17 7,8	7 7,7	0 4,2	3 6,0	0 0,4	0 1,5		
	F			13 2,7	2 3,8	2 0,3	0 0,9		
	U	40 74,9	71 73,8	51 40,8	82 57,6	4 4,1	12 14,0		

Fig. 12. Matrise for overgang fra ett atferdsmønster til et annet. De øverste tallene i rutene er observerte verdier. De nederste er forventede verdier.

Fig. 12 omhandler kombinasjoner av to atferdsmønstre. Det øverste tallet i ruten angir hvor ofte kombinasjonen har forekommet under forsøkene, det nederste den tilsvarende forventningsverdien. Første atferdsmønster i kombinasjonen er angitt ovenfor ruten mens andre atferdsmønster er angitt til venstre for ruten.

Grunnlaget for beregning av forventningsverdiene er at sannsynligheten for at et atferdsmønster A_2 skal forekomme direkte påfølgende et gitt atferdsmønster A_1 er satt lik frekvensen av A_2 i utfallsrommet. Utfallsrommet er definert av de atferdsmønstre som kan inntreffe umiddelbart etter A_1 . For eksempel kan ikke kroking inntreffe etter utspytting. Fig. 12 viser at innsuging - fast og hemmet innsuging-fast ikke er med i utfallsrommene for henholdsvis innsuging og hemmet innsuging. Dette begrunnes med at slik som registreringen av atferdssekvensene har vært utført i disse forsøkene må fisken alltid utføre minst ett atferdsmønster som viser at den er fast etter innsugingen. Eventuelle tvilstilfeller her vil oppstå når fisken svelger kroken. Ideelt sett burde svelging fremstå som eget atferdsmønster da innsuging ikke omfatter svelging (fisken vil først tømme munnhulen for vann etter innsugingen før den svelger). Svelging har imidlertid ikke vært observert under forsøkene, og er nok vanskelig å observere.

Beregning av forventningsmatrisen foregår som følger:

$$E(A_1, A_2) = \frac{mA_1 \cdot nA_2}{A}$$

der $E(A_1, A_2)$ er forventningsverdien for kombinasjonen A_1, A_2 .

m_{A_1} er antall ganger det første atferdsmønsteret i kombinasjonen forekommer.

n_{A_2} er antall ganger det andre atferdsmønsteret i kombinasjonen forekommer

A er summen av mulige forekommende atferdsmønstre som følge av A_1 .

Dette er egentlig bare en metode til å fordele de forekommende antall av A_1 på de aktuelle kombinasjonsmulighetene,

$$\text{og } \sum_{i=1}^u E(A_1, A_i) = \underline{m_{A_1}}$$

der u er antall atferdsmønstre som kan følge etter A_1 .

Det finnes flere metoder å vurdere forskjellene mellom forventningsmatrisen og observasjonsmatrisen på. Den vanligste er kanskje å bruke χ^2 -tester (LEMON & CHATFIELD 1971, FERNALD 1977), men dette innebærer statistiske vanskeligheter når matrisen ikke er fullstendig (når det finnes kombinasjoner av to atferdsmønstre som ikke er mulig). χ^2 -metoden krever også at det ikke skjer atferdsforandringer innenfor tidsrammen av forsøket, et krav som heller ikke er fylt her.

SLATER (1973) har vurdert de forskjellige metodene og har funnet at det sikreste kanskje er å foreta en enkel inspeksjon av dataene. Denne metoden vil bli benyttet her. Det vil bli lagt mest vekt på kombinasjoner som forekommer ofte eller som har en høy forventningsverdi.

Fig. 12 viser at innsuging-spurt og innsuging-draging er moderat overrepresentert i forhold til forventningsverdien. Innsuging-utspytting er moderat underrepresentert. Hemmet innsuging-spurt er sterkt underrepresentert mens hemmet innsuging-rykk er moderat overrepresentert. Spurt-rykk er

sterkt underrepresentert i forhold til forventningsverdien, mens spurt-fast er like sterkt overrepresentert. Rykk-rykk er sterkt underrepresentert mens rykk-utspytting er moderat overrepresentert. Draging-spurt er moderat til sterkt overrepresentert. Graderingen moderat og sterkt er basert på en vurdering av det relative størrelsesforholdet mellom observert og forventet verdi.

Ser vi på forholdet mellom omvendte kombinasjoner forekommer spurt-rykk fire ganger mens rykk-spurt forekommer fjorten ganger. Spurt-draging forekommer ikke i det hele tatt mens draging-spurt forekommer tolv ganger. Dette forsterker inntrykket fra Fig. 11 av at spurt ofte følger etter rykk og draging.

Flytdiagrammer for atferdssekvenser

Fig. 13 og Fig. 14 er utdypninger av Tabell 3 og Fig. 11. Fig. 13 omfatter atferdssekvenser med fullstendig innsuging. Fig. 14 omfatter atferdssekvenser med hemmet innsuging. Figurene gir et flytdiagram for atferdssekvensene.

Fig. 13 viser at de mest typiske sekvensene synes å være innsuging-rykk-utspytting. Av de fiskene som ikke hadde spyttet ut eller blitt fast i 3. posisjon gjorde de fleste en spurt. Atferdsmønstre som fører til kroking vil bli omtalt i diskusjonen.

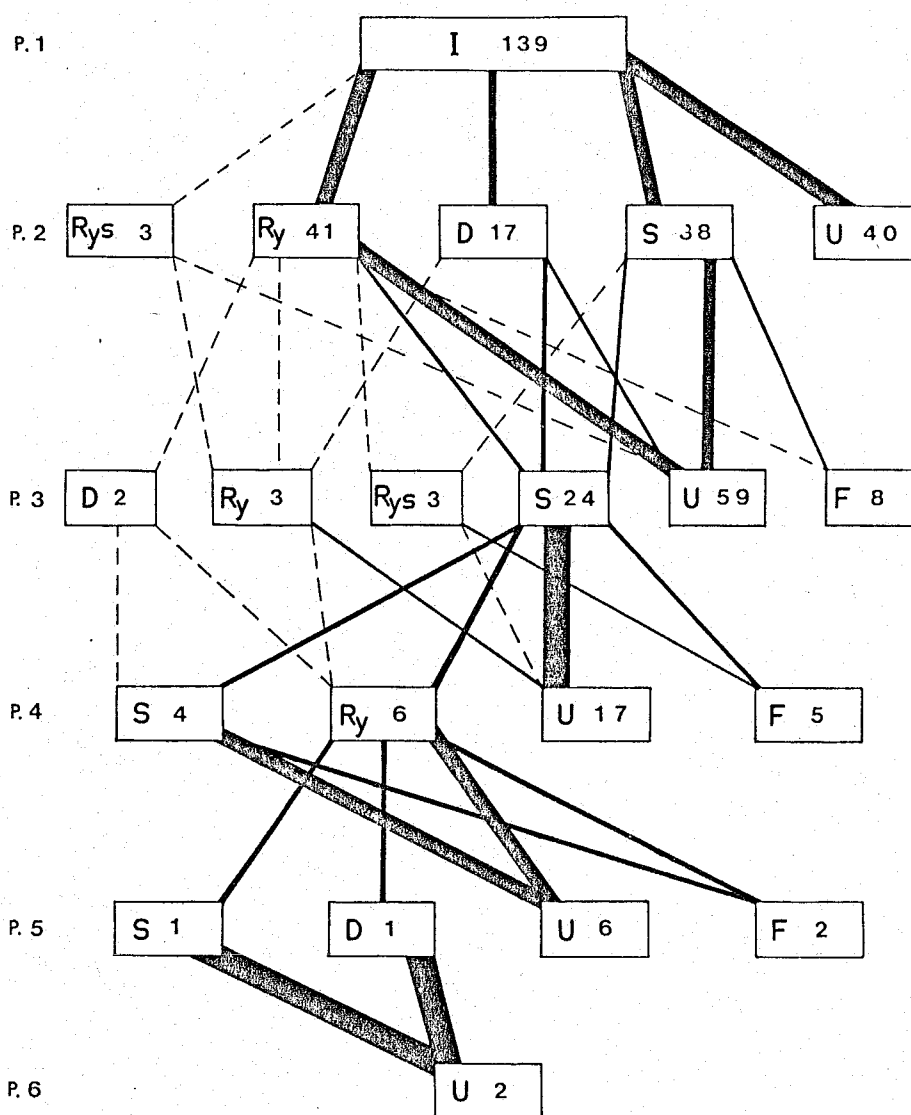


Fig. 13. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Fullstendig innsuging torsk. Tallene i rutene angir antall atferds-mønstre i den posisjon som ruten tilhører. Strektykkelsen representerer den relative betydning av overgangen. Summen av overgangene mellom 2 posisjoner er satt til 100%. Over-ganger som utgjør mindre enn 4% er stiplet.

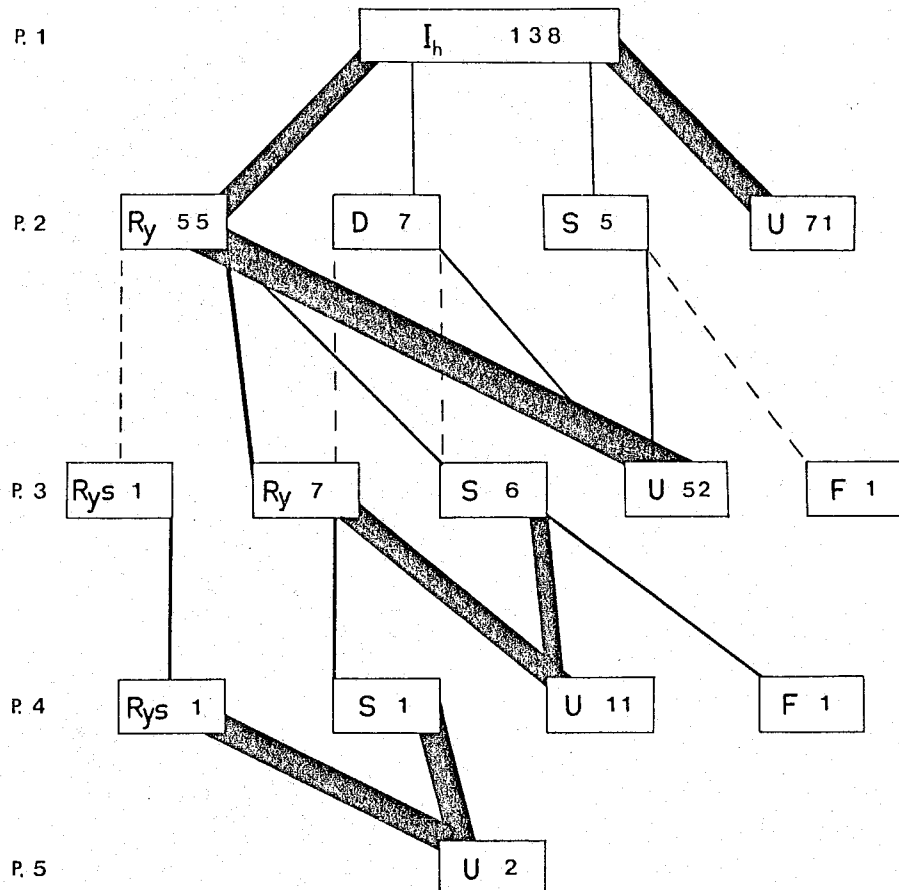


Fig. 14. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Hemmet innsuging torsk. For forklaring se Fig. 13.

Fig. 14 viser at ved hemmede innsuginger unnlot fiskene i stor grad å gjøre spurter, slik at de typiske sekvensene ble: hemmet innsuging-rykk-utspytting eller hemmet innsuging-utspytting. Disse utgjorde 83% av alle sekvenser med hemmet innsuging.

Atferdsmodifisering under forsøket

Fig. 15 viser utviklingen av frekvensen av hemmede innsuginger av det totale antall innsuginger under forsøket. Første dag forekom ingen hemmede innsuginger. Den videre tendens er en klar stigning for frekvensen av hemmede innsuginger gjennom hele forsøket. Etersom sulten presumptivt øker (ingen foring) må det økende innslag av hemmede innsuginger bero på at fisken modifiserer sin atferd i retning av større forsiktighet.

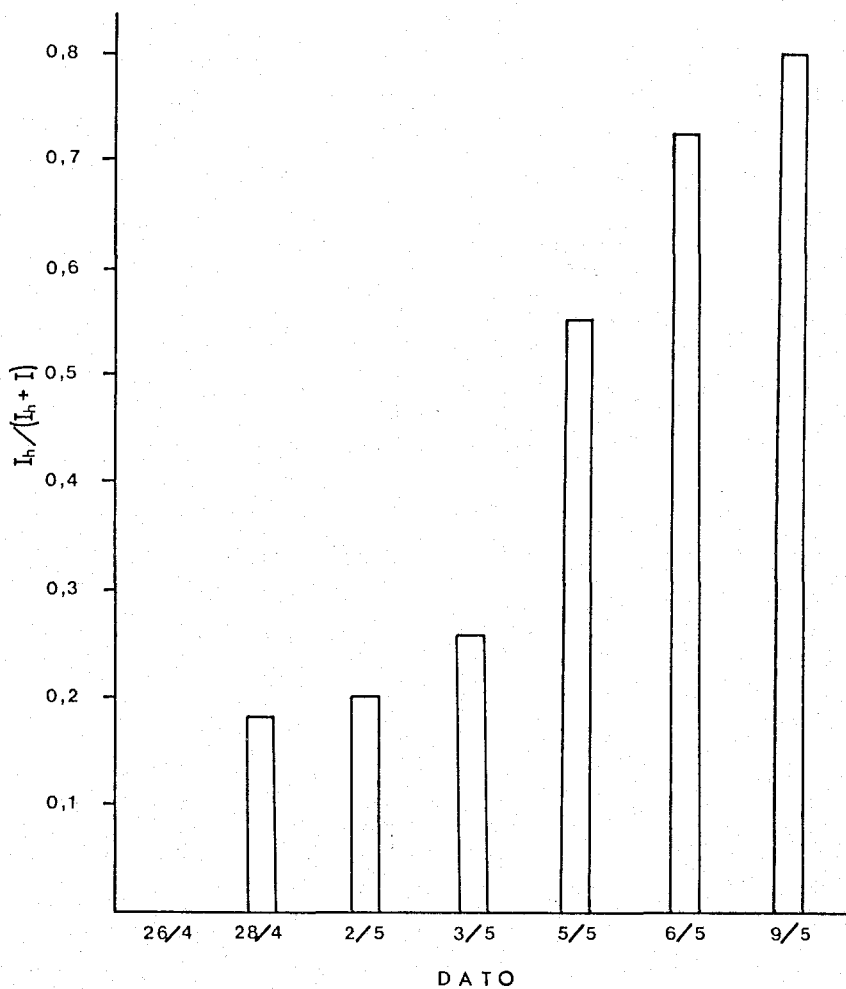


Fig. 15. Frekvensen av hemmede innsuginger i forhold til totalt antall innsuginger under laboratorieforsøket med torsk.

Krokforsøk

Mustad Norway-kroken (Fig. 4) ble brukt i de 13 første testene, dessuten i test nr. 18, 19, 22 og 23. I de øvrige 8 testene ble Mustad Wide Gap-kroken (Fig. 4) benyttet. 12 fisk ble krocket på Mustad Norway, mot 5 på Mustad Wide Gap. Antall atferdssekvenser med mulighet for kroking var 81 for Mustad Norway og 14 for Mustad Wide Gap. Kravene til disse sekvensene var at de skulle starte med en fullstendig innsuging og inneholdt minst ett av følgende atferdsmønstre: spurt, rykk, rykkserie. Ved hjelp av disse tallene kan man beregne en krokingsfrekvens for kroktypene. For Mustad Norway-kroken blir den:

$$\frac{12}{81} = \underline{0,15}$$

For Mustad Wide Gap-kroken blir den:

$$\frac{5}{14} = \underline{0,36}$$

En ensidig test for sammenligning av 2 binomiske forsøksrekker (HØYLAND 1973) gir en signifikanssannsynlighet på 0,03 for at Wide Gap-kroken gir en høyere krokingsfrekvens enn Norway-kroken.

En annen mulig beregningsmetode er å gi hvert enkelt sterkt atferdsmønster (spurt, rykk, rykkserie) mulighet for kroking når de forekommer etter fullstendig innsuging. Krokingsfrekvensen beregnes da ved å summere alle de sterke atferdsmønstrene som er inneholdt i de aktuelle sekvensene for hver kroktype og benytte denne summen i nevneren i stedet for antall sekvenser. Krokingsfrekvensen blir da for Mustad Norway-kroken:

$$\frac{12}{103} = \underline{0,12}$$

For Mustad Wide Gap-kroken blir den:

$$\frac{5}{23} = \underline{0,22}$$

Den ovenfornevnte testen gir her en signifikanssannsynlighet på 0,1 for at Wide Gap-kroken gir en høyere krokingsfrekvens. Denne siste metoden er anvendt av Fernø et al. (1977) og Tilset et al. (1978).

Laboratorieforsøk med hyse

AB: Observerte atferdssekvenser under forsøket er summert i Tabell 4. Tabellen viser at de fleste innsugingene var hemmet ved at fisken bare bet om en del av agnet. Betydningen av dette illustreres best ved det faktum at ingen fisk ble krocket under forsøket. Dette kan skyldes at fisken var fanget på krokredskap samt at det nok ble brukt for stor krok og for stort agn i forhold til fiskestørrelsen (samme krok- og agnstørrelse som i torskeforsøket). Bare en sekvens inneholdt mer enn 5 atferdsmønstre.

Tabell 4. Summerte atferdssekvenser.

	I	Ih ₁	Ih ₂	Ry	Rys	S	D	T	U	Sum
Posisjon 1	4	8	42							54
Posisjon 2				28	3	1	1	1	20	54
Posisjon 3				14		2	6		12	34
Posisjon 4				9	1				12	22
Posisjon 5				1					9	10
Posisjon 6				1						1
Posisjon 7							1			1
Posisjon 8									1	1
Sum	4	8	42	53	4	3	8	1	54	177

Figurene 16, 17 og 18 gir flyttdiagrammer for alle atferdssekvensene i forsøket. Fig. 16 omfatter fullstendige innsuginger, Fig. 17 hemmede innsuginger med åpen munn og Fig. 18 hemmede innsuginger der fisken biter bare om en del av agnet.

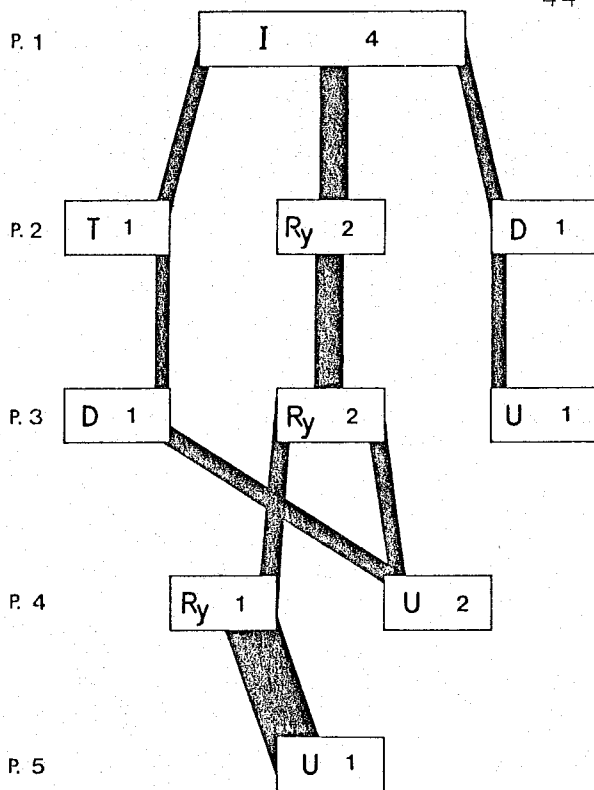


Fig. 16. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Fullstendig innsuging hyse (lab.). For forklaring se Fig. 13.

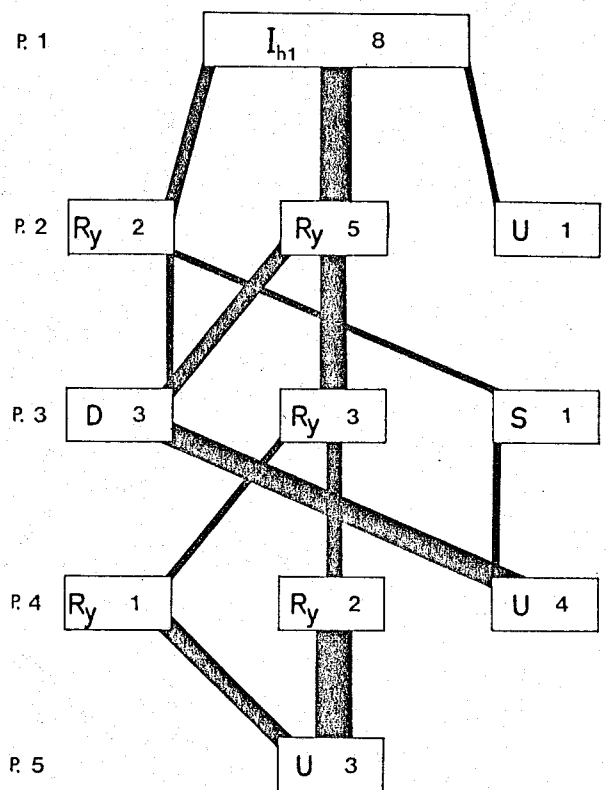


Fig. 17. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Hemmet innsuging (I_{h1}) hyse (lab.). For forklaring se Fig. 13.

Fig. 16 omfatter bare 4 sekvenser. Rykk er det dominerende atferdsmønsteret. Spurt forekommer ikke. 4 sekvenser gir imidlertid ikke grunnlag for nærmere vurdering.

Fig. 17 omfatter 8 sekvenser. Rykk dominerer også her. Spurt er uten betydning. Draging og rykkserier forekommer like hyppig.

Fig. 18 omfatter 42 sekvenser og utgjør dermed mesteparten av materialet i dette forsøket.

Rykk dominerer også her, til og med mer enn i de foregående figurene idét rykk forekommer 38 ganger, draging 3 ganger, spurt 2 ganger og rykkserie 1 gang. 45% av sekvensene består i at fisken tar agnet halvveis inn i munnen og spytter det ut

igjen. Typisk for mange av de øvrige sekvensene er at fisk gjør flere rykk etter hverandre. Den enkeltstående 8 posisjoners sekvensen består av 5 rykk og 1 draging samt innsuging og utspytting.

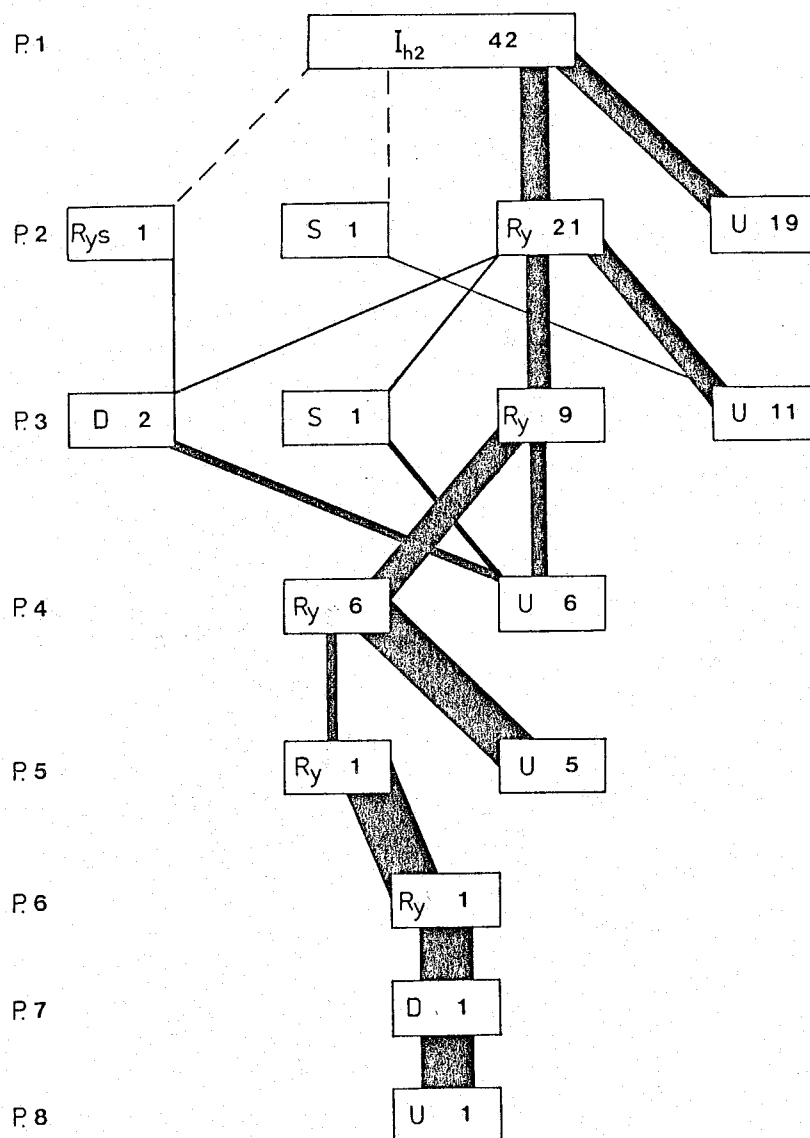


Fig. 18. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Hemmet innsuging (I_{h2}) hyse (lab.). For forklaring se Fig. 13.

Feltforsøk ved Vardø

Til tross for at gode forekomster av fisk ble registrert både på ekkoloddet og under nedsenking av fjernsynsriggen ble ingen fisk kroket under forsøket. På en av lokalitetene ble riggen senket ned gjennom en meget tett forekomst av større torsk, men da riggen kom til bunns ble ingen torsk observert i nærheten av agnene. Småhyser og småtorsk var ofte å se i de fleste testene men p.g.a. krokens og agnets størrelse greide de bare å ta deler av agnet inn i munnen. Stor torsk ble observert på alle lokalitetene, men ingen av dem foretok en fullstendig innsuging. Stor hyse ble også observert på alle lokalitetene, og disse var mer interesserte i agnene enn torsken. To hyser foretok fullstendige innsuginger. Den ene ble kroket, men kom løs etter ca. $\frac{1}{2}$ min. Ellers forekom en del hemmede innsuginger med bare en del av agnet inn i munnen, og påfølgende rykk.

Grunnen til de fåtallige observasjonene av større torsk og hyse ved riggen kan være at disse fiskekategoriene på denne tiden har en pelagisk utbredelse i det aktuelle området. De gode lysforholdene i Nord-Norge om sommeren fører også til at riggen blir godt synlig for fisken hele døgnet i alle fall ned til 100 m.

Feltforsøk ved Misje

I alt ble 23 hyser, 2 små torsk og 1 hvitting kroket ved dette forsøket. Bare atferdssekvenser med hyser vil bli omtalt nærmere. Gjennomsnittslengden til de krokede hysene var 39,9 cm ($S = 2,9$). Observerte atferdssekvenser for hyser under forsøket er summert i Tabell 5.

Tabell 5. Summerte atferdssekvenser.

	I	Ih ₁	Ih ₂	S	Ry	Rys	D	T	U	F	Sum
Posisjon 1	46	2	15								63
Posisjon 2				27	15	3	3	3	12		63
Posisjon 3				17	6	5			15	8	51
Posisjon 4				3	1	1			9	14	28
Posisjon 5				1					3	1	5
Posisjon 6									1		1
Sum	46	2	15	48	22	9	3	3	40	23	211

De fullstendige innsugingene dominerte i posisjon 1. Det forekom mer enn dobbelt så mange spurter som rykk. Tabell 5 viser ellers at alle draginger og tygginger forekom i 2. posisjon.

Fig. 19 og 20 gir flytdiagrammer for atferdssekvenser med henholdsvis fullstendige innsuginger og hemmede innsuginger av type: "Biter bare om en del av agnet".

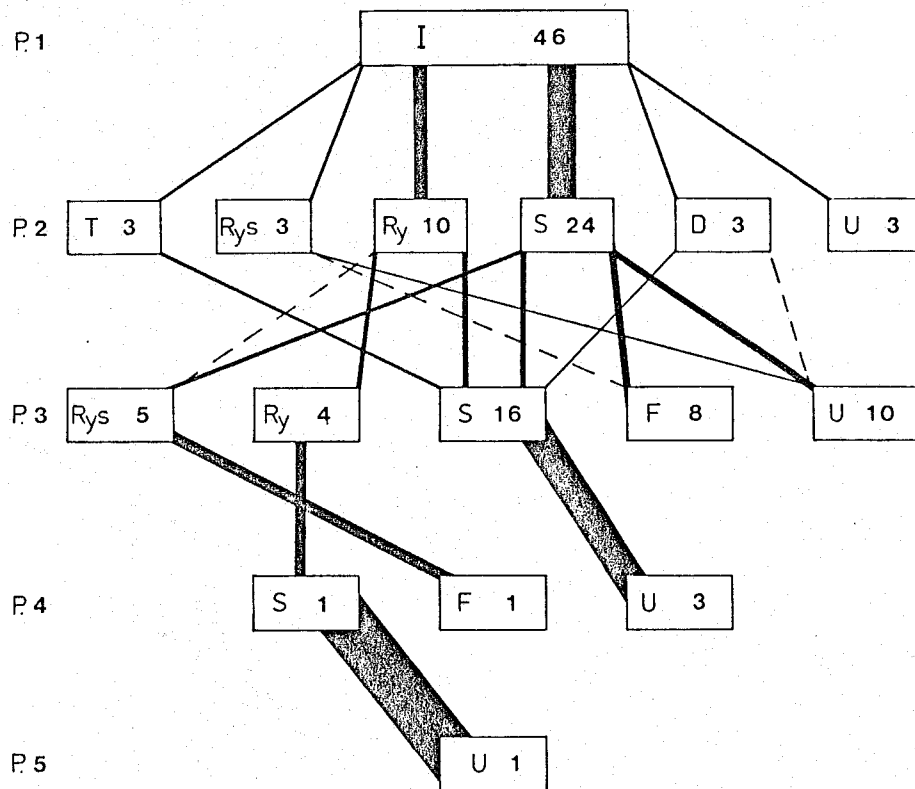


Fig. 19. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Fullstendig innsuging hyse (felt). For forklaring se Fig. 13.

Fig. 19 omfatter 46 sekvenser. Alle krokinger forekommer etter spurt eller rykkserie. Frekvensen av kroking etter rykkserie er 0,67 mens frekvensen av kroking etter spurt er 0,39. Hyppigheten av spurter er imidlertid høyere enn hyppigheten av rykkserier (44 mot 9), og krokinger som følge av spurter er 17, mot 6 for rykkserier. Forholdet mellom spurt og rykk er 44 mot 14.

Fig. 20 omfatter 15 sekvenser. Ingen krokinger forekommer. 8 av sekvensene består bare av innsuging og utspytting. Forholdet mellom spurt og rykk er 5 mot 6.

Av de 2 kroktypene som ble benyttet fanget Norway-kroken 10 fisk, mens Wide Gap-kroken fanget 13 fisk. Antall atferds-

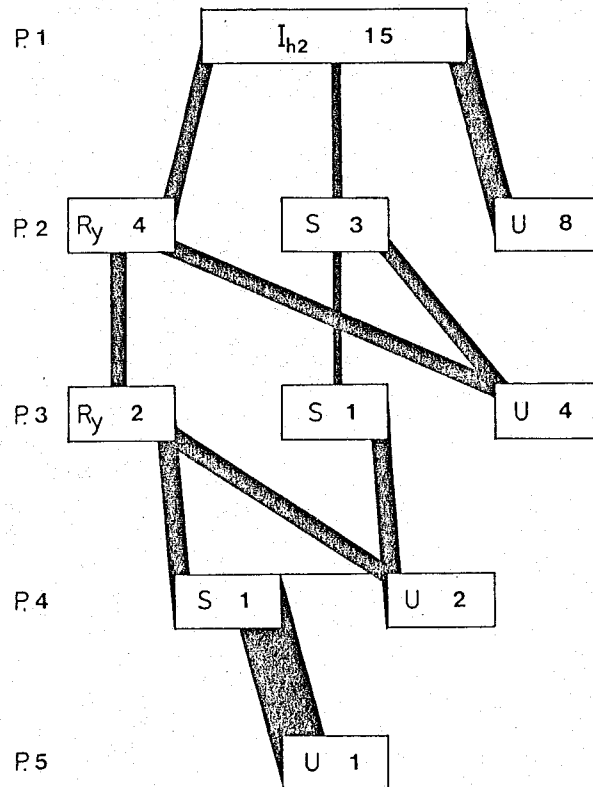


Fig. 20. Flyttdiagram for atferdssekvenser. Hemmet innsuging (I_{h2}) hyse (felt). For forklaring se Fig. 13.

sekvenser med mulighet for kinking var 21 for begge krocketypene. Kravene til disse atferdssekvensene var, som ved laboratorieforsøket med torsk, at de skulle starte med en fullstendig innsuging og inneholde minst ett av følgende atferdsmønstre: spurt, rykk, rykkserie. Krokingsfrekvenser beregnet ved hjelp av disse tallene blir da:

$$\text{For Mustad Norway-kroken: } \frac{10}{21} = \underline{0,48}$$

$$\text{For Mustad W.G.-kroken: } \frac{13}{21} = \underline{0,62}$$

Differansen utgjør en økning på 30% fra Mustad Norway til Mustad Wide Gap. Forskjellen er imidlertid ikke statistisk signifikant ($p=0,18$ med test for to binomiske forsøksrekker). Den alternative beregningsmetoden for krokingsfrekvens nevnt i forbindelse med laboratorieforsøket med torsk gir her følgende resultat:

$$\text{For Mustad Norway: } \frac{10}{35} = \underline{0,29}$$

$$\text{For Mustad W.G.: } \frac{13}{33} = \underline{0,39}$$

Økningen er her på 35%, men heller ikke denne er statistisk signifikant ($p=0,17$ med test for to binomiske forsøksrekker).

DISKUSJON AV ATFERDSFORSØKENE

Historikk og andres undersøkelser

Før 1960 var det utført få direkte studier av atferden til torsk og hyse. Det meste av den informasjonen som forelå var skaffet til veie ved hjelp av indirekte metoder som merkeforsøk, fiskeforsøk, akustiske undersøkelser og undersøkelser av fiskens mageinnhold o.s.v. Endel opplysninger om atferd forekommer imidlertid som kommentarer i undersøkelser hvor torsk eller hyse er benyttet som forsøksdyr i andre hensikter. BATESON (1889) og FULTON (1904) fant at torsk blir sterkt attrahert av synkende næringspartikler. McKENZIE (1935) fant at større torsk kan "temmes" til å spise av hånden, mens mindre torsk er mer forsiktig. Han nevnte også at torsk foretrekker å beite på synkende næringspartikler. I et annet arbeid (McKENZIE 1938) viste han at torsk ikke kan svelge store fødepartikler i vann med temperatur under + 2°C.

Den første omfattende direkte studie av torsks atferd er gjort av BRAWN på agresjonsatferd (1961) og beiteatferd (1969). SOLEMDAL & TILSETH (1974) har undersøkt torsks reaksjon på luktstimuli i laboratorieforsøk. WARDLE & ANTHONY (1973) har beskrevet metoder for å studere atferden til torsk i store tanker.

Fisks atferd overfor line er studert ved hjelp av undervanns-TV av FERNØ et al. (1976), FERNØ et al. (1977) og TILSETH et al. (1978). Disse undersøkelsene omfatter i stor grad hvitting, men også hyse. ALLEN (1963) omtaler atferdens betydning ved krokfiske etter ål (Anguilla anguilla) og ørret (Salmo trutta).

Egne undersøkelser

Torskens atferd overfor krok og agn

En typisk sekvens fra laboratorieforsøket med torsk kan være: fisken svømmer mot agnet og berører det med snuten (olfaktorisk test), aksepterer agnet og åpner munnen meget hurtig. Dermed vil krok og agn bli ført inn i munnen med vannstrømmen som settes opp når munnen åpnes. Så lukkes munnen og fisken "smaker" på agnet (gustatorisk og taktil test). Forkastes det blir krok og agn spyttet (sprøytet) ut. Hvis agnet aksepteres forsøker gjerne fisken å svømme videre. Sannsynligvis forsøker den nå å svelge agnet, eller den undersøker om agnet kan svelges ved å manipulere det i munnen. Ved dette strammes forsenet. Fisken svarer med å gjøre et rykk eller å dra i forsenet. Dette kan forårsake at fisken stikker seg på kroken og resultatet er ofte en spurt, en observasjon som bekreftes av OHSHIMA (1953). Hvis kroken er slukt vil fisken være krocket. I de fleste slike tilfeller under forsøket var kroken ikke slukt. Den ble dermed oftest hengende i munnviken under spurten og kunne spyttes ut etterpå.

At rykk og draging i 2. posisjon forårsaker en spurt i 3. posisjon indikeres av Tabell 3 og Fig. 11. Denne indikasjonen bekreftes av overgangsmatrisen (Fig. 12) og flytdiagrammene for atferdssekvensene (Fig. 13 og 14).

Fig. 13 viser at spurt også forekommer ofte direkte etter innsuging. Dette kan komme av at fisken er i bevegelse under innsugingen slik at forsenet strekkes raskt og spurten utløses. Det kan også være et forsøk på å bringe agnet utenfor rekkevidde av eventuelle næringskonkurrenter.

Fig. 14 viser at rykk forekommer svært ofte ved hemmede innsuginger. Disse innsugingene foregår bl.a. ved at fisken bare tar en del av agnet inn i munnen. Fig. 15 viser at hemmede innsuginger først inntretr etter at fisken kjenner forsøkssituasjonen. Man kan derfor anta at fisken bevisst biter om den del av agnet som er fri fra kroken og forsøker å rykke løs eller dele det. I laboratorieforsøket med hysa forekommer også svært mange rykk etter hemmede innsuginger der fisken bare biter om en del av agnet. I dette forsøket var krok og agn for store i forhold til fisken. Man kan derfor anta at rykk og til dels rykkserier er fikserte bevegelsesmønstre som ofte utløses av fødepartikler som er for store til å svelges hele, eller som sitter fast.

Hysas atferd overfor krok og agn

Det beste grunnlaget for en vurdering av atferden til hysa overfor krok og agn i denne undersøkelsen gis i feltforsøket ved Misje. En typisk sekvens fra dette forsøket kan være: hysa kommer svømmende motstrøms mot agnet ca. 0,5 m over bunnen (riggen ble forsøkt plassert slik at strømmen gikk fra kameraet. Dette medførte at fisken kunne observeres mens den orienterte seg motstrøms mot stimuluskilden (agnet)). Agnet suges inn, og hysa vender uten å stoppe. Forsenet strammes og hysa gjør en spurt (24 av 46). Ca. 60-70% av hysene som følger en slik sekvens er nå sannsynligvis krocket, men da det er vanskelig å avgjøre krockingsøyeblikket blir de påfølgende atferdsmønstrene også notert til man er sikker på at fisken er krocket. De resterende 30-40% spytter ut. Noen hysa (10 av 46) gjør et rykk etter innsugingen. Halvparten av disse gjør så et nytt rykk som til slutt ender med en utspytting, mens den andre halvparten gjør en spurt som ofte ender med krocking.

Det er en skarp kontrast mellom laboratorieforsøket og feltforsøket på hyse. I laboratoriet domierte hemmede innsuginger og rykk mens fullstendige innsuginger og spurter karakteriserte feltforsøket. Forklaringene kan være flere. De store agnene og krokene i laboratoriet er nevnt. I feltforsøket var både kroker og agn mindre (agnene hadde en lengde på ca. 4 cm og en bredde på ca. 1,5 cm) enn i i laboratorieforsøket samtidig som gjennomsnittslengden på fiskene var 6 cm større. Hysene i laboratorieforsøket var dessuten fanget på line og hadde dermed krokerfaring før forsøket. Det fremmede miljø som en laboratorietank innebærer må også forutsettes å ha en hemmende effekt, i alle fall så kort tid etter fanging som i dette tilfelle.

Ut fra den store forskjell det er mellom atferden til hyse i laboratoriet og felten er det vanskelig på grunnlag av det foreliggende materiale å peke på generelle atferdsforskjeller mellom torsk og hyse. Bevegelsesmønstrene kan synes svært like mens sammensetningen av dem er så situasjonsbetinget at en sammenligning er vanskelig. Fig. 13 og Fig. 19 indikerer imidlertid at hysa blir lettere krocket etter spurt enn torsken. Dette kan ha anatomiske årsaker, f.eks. ved at i alle fall unge hysers munnleder er mye bløtere enn torskens. Følgelig kan kroken tvinge munnviken tilstrekkelig langt bakover i spurten til at spissen kan trenge så dypt inn at agnoren (mothaken) får feste.

Læring

Laboratorieforsøket med torsk ga en lav krokingsfrekvens (0,16) basert på antall innsuginger kombinert med sterke atferdsmønstre. Ved feltforsøk med hyse var denne frekvensen mye høyere (0,55). Noe av denne forskjellen kan være

artsspesifikk mens noe kan skyldes forskjellige forsøksbetingelser. Fig. 14 viser at det i laboratorieforsøket med torsk skjer en atferdsmodifisering i retning av større forsiktighet overfor krok og agn under forsøket. Dette kan bero på en læring ved instrumentell betingning (FABRICIUS 1961) der smerte fra krokstikk, og agn som henger fast virker negativt forsterkende. Tilsvarende resultater er rapportert av FERNØ & HUSE (1978). BEUKEMA (1970) fant også at gjedde (Esox lucius) lærer å unngå spinnere etter krokingserfaring. Lignende resultater er oppnådd av HACKNEY & LINKOUS (1978) for stormunnet bass (Micropterus salmoides). For å kunne vurdere om en slik effekt vil ha betydning for fiskeriene må det undersøkes hvor lenge læringen påvirker fisken. Den reelle krokingfrekvensen i en fiskesituasjon vil også være avgjørende for fiskens mulighet til læring. De 138 hemmede innsugingene fra torskeforsøket avstedkom i alle fall bare 2 krokinger mens de 139 fullstendige innsugingene medførte 15 krokinger. Dette skyldes selvsagt også at ved mange av de hemmede innsugingene kom ikke kroken inn i munnen i det hele tatt.

Krokform

En hovedmotivasjon for atferdsforsøkene var å muliggjøre en klargjøring av hvilke atferdsmønstre som kan utnyttes til kroking, og hvordan kroken bør se ut som skal utnytte disse. De aktuelle atferdsmønstrene er spurt, rykk og rykkserie. Draging gir for lite kraft og forekommer for sjelden til å være interessant både hos torsk og hyse. Rykkserier er gunstige ved at de gir stor kraftutfoldelse fra fiskens side og dermed muliggjør festing av kroken, men hyppigheten er for lav til at dette atferdsmønsteret kan tillegges avgjørende betydning ved formulering av kroken. Dermed gjenstår spurt og rykk. Hvis vi betrakter de fullstendige inn-

sugingene i torskeforsøket inneholder de 139 sekvensene 67 spurter mot 51 rykk, samt 6 rykkserier som kan adderes til rykkene ved en slik sammenligning. Hyppigheten blir dermed av samme størrelsesorden for torsk. I hyseforsøket ved Misje forekom i de 46 sekvensene med fullstendig innsuging 44 spurter, 15 rykk og 9 rykkserier, med andre ord en klar dominans av spurter. Ser vi på hvilke atferdsmønstre som kommer foran kroking har vi for torsk 13 spurter, 2 rykk og 2 rykkserier. For hyse har vi 17 spurter og 6 rykkserier. Det er vanskelig å avgjøre når kroking skjer, følgelig kan antall krokinger som følge av spurter være overestimert da spurter alltid forekommer også etter at fisken er krocket. Betrakter vi imidlertid krokinger i posisjon 3, altså med bare ett atferdsmønster mellom innsuging og kroking har vi for torsk at dette ene atferdsmønsteret er spurt i 8 tilfeller og rykk i ett tilfelle. For hyse er tallene spurt i 7 tilfeller og rykkserie i ett tilfelle. På denne bakgrunn synes det rimelig å konkludere med at ved formulering av en linekrok for torsk og hyse bør atferdsmønsteret spurt danne utgangspunktet.

Ved andre atferdsstudier med undervannsfjernsyn er det observert at torsk kan stå stille og svelge agnet og således bli fast uten å utføre noen sterke atferdsmønstre. (FERNØ, SOLEMDAL & TILSETH, pers.medd.). Det er også en kjent sak fra linefiskeriene at endel av fisken har kroken festet i svelget eller i magen. Dette er undersøkt i forbindelse med fiskeforsøkene og vil bli nærmere omtalt der. Men ved formulering av en krok er det bare i liten grad nødvendig å ta hensyn til dette da de fleste krokformer vil fange fisken når kroken blir slukt. Det gjenstår da å formulere en krok slik at den benytter fiskens bevegelsesenergi i spurten til å feste kroken.

Bare 16% av spurtene ga fast fisk i laboratorieforsøket med torsk, mot 39% i feltforsøket på hyse. Kraften fisken utøver er sannsynligvis stor nok til å sikre tilstrekkelig inntrengning av krokspissen i enhver spurt dersom krokspissen gis anledning til å trenge inn. En krok som Mustad Norway (Fig. 4) vil bare kunne trenge gjennom sideveggen i fiskens munnhule dersom fiskens svømmeretning i spurten danner en relativt stor vinkel med forsenet, eller at fiskens bevegelse framover går over i en rotasjon når forsenet strammes.

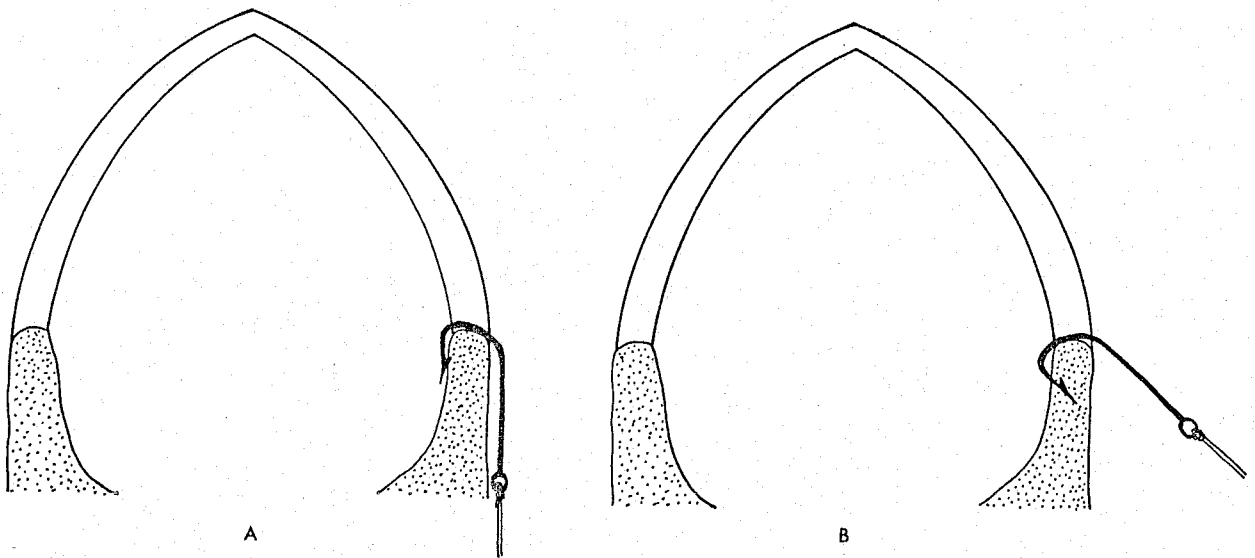


Fig. 21 A og B. Skjematisk horisontalsnitt gjennom et fiskehode med snittplanet lagt gjennom munnvikene. A) Forsenet langs fiskekroppen, B) forsenet danner en stor vinkel med fiskekroppen.

Når fiskens svømmeretning i spurten danner en liten vinkel med forsenet (Fig. 21 A) vil krokspissen bli dradd bakover nesten parallelt med munnhulens innside uten å trenge inn.

Dersom denne framstillingen er riktig burde en krok med spissen liggende i forsenets forlengelseslinje (Fig. 21 C) fungere bedre enn standardkroken Mustad Norway ved en spurt, da den ville sikre inntrengning av spissen over et større intervall av vinkler mellom fiskens svømmeretning og det

stramme forsenet. Utfra denne vurdering ble Mustad Wide Gap (Fig. 4) valgt som forsøkskrok for å undersøke om prinsippet fungerte. I laboratorieforsøket med torsk ble krokingsfrekvensen mer enn dobbelt så høy for Wide Gap-kroken (0,36) som for Norway-kroken (0,15). I feltforsøket på hyse var forskjellen ikke statistisk signifikant, men gikk i Wide Gap-krokens favør (0,62 mot 0,48).

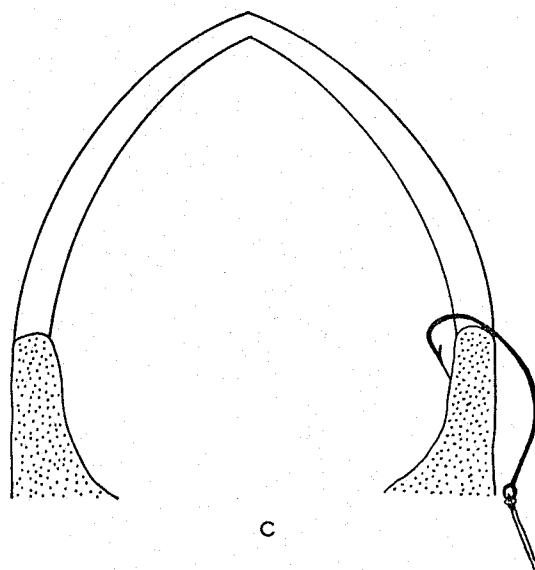


Fig. 21 C. Krok med spissen i forsenets forlengelseslinje.

HAMRE (1968) benyttet en krok med tilsvarende form som Wide Gap (krokens spiss i forsenets forlengelseslinje) i et fiskeforsøk etter pigghå (Squalus acanthias). Hans forsøk resulterte i en signifikant fangstøkning på 18%. Dette indikerer at man ved å velge en krok der spissen ligger i forsenets forlengelseslinje kan forvente en øket krokingsfrekvens for torsk, hyse og pigghå.

Det er i resultatene angitt 2 beregningsmetoder for krokingsfrekvens: 1) antall krokinger pr. sekvens som inneholder fullstendig innsuging samt minst ett sterkt atferds-

mønster (spurt, rykk eller rykkserie), 2) antall krokinger pr. sterkt atferdsmønster (spurt, rykk eller rykkserie) i sekvenser som innledes med fullstendig innsuging. Tallene ovenfor er beregnet ved den første metoden. Den ideelle beregningsmetoden ville være en sannsynlighetsmodell der alle atferdsmønstre var tilegnet separate betingete sannsynligheter. Dette innebærer at hvert atferdsmønster ville bli tilordnet en krokingssannsynlighet ut fra hvilken sammenheng det forekom i. Beregningene av krokingssannsynligheten for en krok etter en slik metode kunne utføres ved hjelp av elektronisk databehandling dersom det forelå brukbare estimatorer for de betingete krokingssannsynlighetene til de enkelte atferdsmønstrene. Da data for slike estimatorer ikke er tilgjengelige i dette materialet må en av de andre metodene benyttes. De relative forskjellene mellom krokingssannsynlighetene estimert ved de 2 metodene er ganske like, følgelig er det grunn til å tro at metodene avspeiler den samme virkelighet. Metoden basert på hele sekvenser er enklest å anvende. Den er dessuten ufølsom for feilregistreringer ved at for mange eller for få atferdsmønstre blir notert i hver sekvens, noe som lett kan forekomme.

RESULTATER AV FISKEFORSØKENE MED
FORSKJELLIGE KROKTYPER

Torsk

Med grunnlag i atferdsstudiene ble Mustad Wide Gap-kroken testet i fiskeforsøk. I forsøk nr. 1 ble det foretatt 24 parvise sammenligninger av denne kroken og den vanlige Mustad Norway. Sammenligningscellene var på 50 krok for hver kroktype, og krokavstanden var 110 cm. Resultatene er gitt i Tabell 6.

Tabell 6. Torskefangst pr. 50 krok. WG=Mustad Wide Gap, N=Mustad Norway.

Dato	K R O K T Y P E												S U M	
	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N
3/6	10	7											10	7
7/6	2	5	5	5	6	4	12	17	12	6	5	5	42	42
8/6	3	2	3	5									6	7
9/6	14	13	15	19									29	32
10/6	35	24	21	27									56	51
14/6	27	21	25	11									52	32
15/6	1	1	0	0									1	1
16/6	2	1	9	1									11	2
17/6	16	7	16	5	8	2	5	1	0	1			45	16
25/6	27	17	24	29									51	36
Sum	137	98	198	92	14	6	17	18	12	7	5	5	303	226

På grunn av problemer med registreringen av data i forhold til halingsfarten ombord er alle arter summert. For å kunne vurdere betydningen av dette ble det foretatt en opp-telling av et tilfeldig utvalg av fangsten. Utvalget ble gjort ved at fangsten ble artsbestemt og notert fortløpende ved haling av lina fra et tilfeldig valgt startpunkt. Opp-tellingen ga følgende resultat: fisk totalt: 2443, derav torsk: 2350, hyse 87, uer (Sebastes sp.):3, brosme (Brosme brosme):1, gapeflyndre (Hippoglossoides platessoides):1, stein-bit (Anarrhichas sp.):1. Fisk utenom torsk og hyse utgjorde altså 0,25% og torsk alene utgjorde 96%. Med andre ord hadde bifangster liten betydning.

Dataene i Tabell 6 gir en signifikanssannsynlighet på 0,007 for at Wide Gap-kroken har en høyere fangstevne enn Norway-kroken. Dette tallet innebærer at et slikt resultat bare ville forekomme i 7 tilfeller av 1000 dersom krokene hadde samme fangstevne. Størrelsesordenen på forskjellen i fangstrate kan estimeres på flere måter. Det enkleste er å gi de akumulerte fangsttallene for hver av krokene. I dette forsøket fanget Wide Gap-kroken 303 fisk mens Norway-kroken fanget 226 fisk. Man kan da beregne det kumulative fangstforholdet mellom kroktypene:

$$\frac{\text{Ant. fisk på Wide Gap}}{\text{Ant. fisk på Norway}} = \frac{303}{226} = 1,34$$

Dette tilsvarer altså 34% økning i fangstrate fra Mustad Norway til Mustad Wide Gap. En annen metode er å beregne fangstforholdet for hver sammenligning og summere disse og ta gjennomsnittet. I foreliggende tilfelle gir denne metoden et gjennomsnittlig fangstforhold på 1,91. Grunnen til den store forskjellen ligger i at små fangster her får samme vekt som store fangster, og den relative forskjellen mellom kroktypene er oftest størst i sammenligninger med

små fangster. Den første metoden vil på den annen side ta vesentlig mer hensyn til store fangster enn til små, slik at en enkelt tilfeldig stor fangst helt kan overskygge en klar tendens i de små fangstene. En kombinasjon av den første metoden og en kritisk vurdering av materialet synes derfor å være en rimelig vei å gå.

En viktig innvending mot Wide Gap-kroken var at den var relativt vanskelig å egne. Kroken ble forsøkt på nytt under fiskeforsøk nr. 5 på yttersida av Lofoten. Formen var uendret, men øyet, som på en standard Wide Gap-krok står 90° på krokens plan, var nå lagt i krokens plan for å gjøre den lettere å holde under egning. Av egnerne ble dette karakterisert som en vesentlig forbedring, og det ble uttalt at kroken nå stort sett var like lett å egne som Mustad Norway. Det er ingen grunn til å tro at denne forandringen påvirker fangstevnen til kroken. I dette fiskeforsøket ble fangstene fordelt på enkeltarter. Sammenligningscellene var også i dette forsøket på 50 krok av hver type, men krokavstanden var 250 cm da fartøyets eget linebruk ble benyttet (linetype nr. 4). Tabell 7 gir resultater for torskefangsten.

Dataene i Tabell 7 gir en signifikanssannsynlighet på 0,13 for at Wide Gap-kroken har en høyere fangstevne enn Norway-kroken. Forskjellen er derfor ikke statistisk signifikant. Den kumulative forskjellen er:

$$\frac{\text{Ant. torsk på Wide Gap}}{\text{Ant. torsk på Norway}} = \frac{433}{388} = \underline{1,12}$$

Med andre ord en fangstøkning for Wide Gap-kroken på 12%.

Tabell 7. Torskefangst pr. 50 krok. WG=Mustad Wide Gap, N=Mustad Norway.

Dato	K R O K T Y P E												S U M	
	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N
6/3	6	6	10	9	9	5	14	10	11	9	9	13	58	52
7/3	3	1	1	0	3	2	2	1	3	3	1	4	13	11
8/3	1	5	4	3	7	3	7	6	14	12	20	6	53	35
9/3	6	9	10	6	16	8	8	2	7	8	8	3	55	36
10/3	8	11	11	13	8	11			14	9	7	14	48	58
11/3	3	6	12	5	10	8	12	17	10	11			47	47
14/3	13	8	7	15	19	10	17	19	16	17	17	13	89	82
15/3	9	7	7	3			2	11	19	3	9	4	46	28
16/3	1	13	9	10	4	3	3	1	3	6	4	6	24	39
Sum	50	66	71	64	76	50	65	67	97	78	74	63	433	388

Tabell 8. Hysefangst pr. 50 krok. WG=Mustad Wide Gap, N=Mustad Norway.

Dato	K R O K T Y P E												S U M	
	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N
6/3	1	0	3	1	2	1	1	2	1	0	3	2	11	6
7/3	2	2	4	2	3	2	4	3	3	6	1	1	17	16
8/3	2	3	3	2	4	1	5	4	4	12	4	8	22	30
9/3	4	1	2	1	8	5	0	2	3	2	1	2	18	13
10/3	0	0	1	3	3	1			3	3	2	0	9	7
11/3	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0			6	4
14/3	4	2	12	1	5	4	2	3	3	2	2	2	28	14
15/3	4	1	6	2			3	2	7	4	2	4	22	13
16/3	0	1	0	1	3	1	1	0	0	0	3	1	7	4
Sum	18	11	32	14	30	17	18	16	24	29	18	20	140	107

Tabell 8 gir resultater for hysefangstene. Signifikanssannsynligheten er her på 0,01 for at Wide Gap-kroken fanger mer hyse enn Norway-kroken, med andre ord et klart signifikant resultat. Den kumulative forskjellen er:

$$\frac{\text{Ant. hyse på Wide Gap}}{\text{Ant. hyse på Norway}} = \frac{140}{107} = \underline{1,31}$$

Dette innebærer altså en 31% økning i hysefangstene for Wide Gap.

Denne kroken ble også forsøkt i fiskeforsøk nr. 6. Sammenligningene ble her foretatt mellom hosliggende krok, slik at annen hver krok var Wide Gap og annen hver var Norway. Det var her dessuten lagt opp til en fordeling av fangstøkningen fra Mustad Norway til Mustad Wide Gap på de enkeltelementene som utgjør forskjellen. Disse er:

- I. Mustad Norway er lagt i ett plan, mens Mustad Wide Gap har spissen vridd ca. 10% ut av krokens plan.
- II. Spissen på Norway-kroken er tilnærmet parallell med leggen, mens et plan som legges langs spissen på Wide Gap-kroken, normalt på krokens plan, vil skjære krokens øye. Eller med andre ord: hvis spissen på Wide Gap-kroken lå i krokens plan ville spissen peke mot øyet.

For å løse opp den totale forskjellen på disse enkeltforskjellene ble det utført tre sammenligninger:

- 1) Flat Wide Gap-krok mot normal (vridd) Wide Gap-krok.
- 2) Mustad Norway-krok mot en ny kroktype, i det etterfølgende kalt "Spurt" (Fig. 22).
- 3) Mustad Norway-krok mot Mustad Wide Gap-krok.

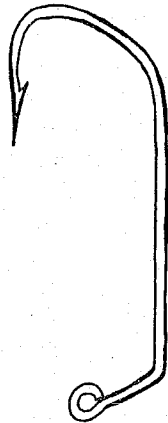


Fig. 22. "Spurt"-kroken.

Hensikten med sammenligning nr. 2 var å teste prinsippet med spissen i forsenets forlengelseslinje (Fig. 21d) på en krokform som forøvrig er temmelig ulik Wide Gap, for der-ved å kunne eliminere andre mulige fangstøkende faktorer ved krokformen.

Resultatene fra sammenligning nr. 1 er gitt i Tabell 9.

Bare torskefangstene er angitt i tabellen. Det ble også i alt fanget 282 hyser ved denne sammenligningen. De fordelte seg med 134 på de flate og 148 på de vridde

krokene. En enkelt brosme utgjorde fangsten forøvrig. Resultatene i Tabell 9 gir en signifikanssannsynlighet på 0,14 for vridd krok bedre enn flat, altså ikke statistisk signifikant. Det kumulative fangstforhold er:

$$\frac{\text{Fangst vridd Wide Gap}}{\text{Fangst flat Wide Gap}} = \frac{483}{464} = 1,043$$

Med andre ord en fangstøkning på 4,3% til vridd Wide Gap.

Tabell 9. Torskefangst pr. 50 krok. V=Vridd Wide Gap, F=flat Wide Gap.

Dato	K R O K T Y P E												S U M	
	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F
20/6	18	16	17	15	30	25	17	20	23	22	22	16	127	114
21/6	20	21	28	29	27	36	34	38					109	124
21/6	23	21	24	25	9	23	19	11					75	80
23/6	16	14	17	12	20	13	20	23	17	16			90	78
23/6	11	7	22	16	18	20	8	7	23	18			82	68
Sum	88	79	108	97	104	117	98	99	63	56	22	16	483	464

I og med at de sammenlignede krokene her er plassert i annen hver posisjon på lina åpnes mulighet for nye statistiske behandlingsmetoder og celledørrelser. Den tidligere anvendte metode og celledørrelse er imidlertid beholdt da begge synes hensiktsmessige og gir mulighet for sammenligning med tidligere forsøk.

Resultatene fra ovenfornevnte sammenligning nr.2 er gitt i Tabell 10. Tabellen omfatter torskefangstene. Også her er de sammenlignede krokene plassert i annen hver posisjon på lina for å kompensere for ujevn fiskefordeling, og for å slippe å ta hensyn til vaser. Foruten torsk besto fangsten av 38 hyser, 7 brosmer, 1 uer og 1 steinbit. Av de 38 hysene ble 24 fanget på Spurt-kroken. Torskematerialet gir signifikans på 0,1%-nivået for at Spurt-kroken fanger mer torsk. Det kumulative fangstforhold blir:

$$\frac{\text{Fangst Spurt-kroken}}{\text{Fangst Norway-kroken}} = \frac{943}{765} = 1,23$$

Dette innebærer en fangstøkning på 23% for Spurt-kroken.

Tabell 10. Torskefangst pr. 50 krok. S=Spurt, N=Mustad Norway.

Dato	K R O K T Y P E												S U M	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
4/7	36	29	29	26									65	55
5/7	33	23	34	20	36	21	28	27	24	17	18	12	173	110
6/7	31	33	39		34	41	33	22	20	14	13	15	175	151
"	25	19	27	26	30	27	28	19	17	17	15	15	142	123
7/7	25	27	26	19	29	31	13	6	28	24	22	13	143	120
"	39	39	20	15	31	20	32	28	12	11	25	19	159	132
"	17	14	26	20	19	16	24	24					86	74
Sum	206	184	201	160	186	148	156	116	101	83	93	74	943	765

Resultatene fra ovennevnte sammenligning nr. 3 er gitt i Tabell 11. Tabellen angir torskefangstene. Forøvrig besto fangsten av 312 hyser, 2 brosmer og 1 steinbit. 168 av hysene ble fanget på Mustad Wide Gap-kroker.

Tabell 11. Torskefangst pr. 50 krok. W=Mustad Wide Gap, N=Mustad Norway.

Dato	K R O K T Y P E R												S U M	
	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N
20/6	12	6	10	8									22	14
21/6	27	20	25	24	23	14	28	14	29	17	25	22	157	111
"	15	9	18	11									33	20
23/6	14	12	14	8	12	17	17	15	5	6	13	10	75	68
"	16	12	14	17	10	10	13	6					53	45
4/7	19	19	30	27	24	19	23	17	38	36	43	39	177	157
Sum	103	78	111	95	69	60	81	52	72	59	81	71	517	415

Torskematerialet gir signifikans på 0,1% nivået for at Wide Gap-kroken fanger mer torsk enn Norway-kroken. Det kumulative fangstforhold blir:

$$\frac{\text{Fangst Wide Gap-kroken}}{\text{Fangst Norway-kroken}} = \frac{517}{415} = 1,25$$

Dette tilsvarer altså en fangstøkning på 25% for Wide Gap-kroken. Gjennomsnittlig 6,7% av Wide Gap-krokene var knekket midt på leggen ved draging. Dette skyldtes at krokene var feilherdet fra fabrikken og at fisken sannsynligvis knekte krokene.

Hyse

Mot slutten av fiskeforsøk nr. 6 ble det drevet fløyttlinefiske etter hyse. Det ble her utført sammenligninger med den vanlige Norway-kroken mot Wide Gap og Spurt. Forsøket ble utført på linetype nr. 1 med de sammenlignede krokene i annen hver posisjon. Tabell 12 angir resultatene for sammenligningene mellom Norway-kroken og Wide Gap-kroken.

Tabell 12. Hysefangst pr. 100 krok. WG=Wide Gap, N=Norway.

Dato	K R O K T Y P E R								S U M	
	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N	WG	N
11/7	45	38	41	30	38	39	46	41	170	148
12/7	92	78	80	77	51	39	48	44	271	238
Sum	137	116	121	107	89	78	94	85	441	386

Tabellen omfatter hysefangstene. Det ble også fanget 42 torsk. Resultatene gir en signifikanssannsynlighet på 0,01 for at Wide Gap-kroken fanget mest hyse. Det kumulative fangstforhold blir:

$$\frac{\text{Fangst hyse Wide Gap}}{\text{Fangst hyse Norway}} = \frac{441}{386} = \underline{1,14}$$

Dette innebærer en fangstøkning på 14%.

Resultatene for sammenligningen av Spurt-kroken og Norway-kroken er gitt i Tabell 13. Tabellen omfatter hysefangstene. Det ble også fanget i alt 76 torsk.

Tabell 13. Hysefangst pr. 100 krok. S=Spurt, N=Norway.

Dato	K R O K T Y P E R										S U M	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
11/7	57	47	58	52	49	43	52	48	69	58	276	248
12/7	76	71	81	78	43	40	68	56			268	245
Sum	133	118	139	130	92	83	120	104	60	58	544	493

Alle de 9 sammenligningene gikk i Spurt-krokens favør. Dette innebærer en signifikanssannsynlighet på 0,01 for at Spurt-kroken fanget mer hyse enn Norway-kroken. Det kumulative fangstforholdet blir:

$$\frac{\text{Fangst hyse Spurt}}{\text{Fangst hyse Norway}} = \frac{544}{493} = \underline{1,1}$$

Dette innebærer en fangstøkning på 10%.

Fosforescens

Innledning

Under fiskeforsøk nr. 1 ble det utført en undersøkelse av mageinnholdet til torsk. Dette vil bli nærmere omtalt senere. Undersøkelsen viste blandt annet at av de fiskene som hadde mat i magen hadde 86% krill som mageinnhold.

I og med at krill har lysorganer ble det forsøkt å øke den egnete krokens attraheringsevne ved å feste en fosforescerende plastslange til krokleggen (Fig. 23).

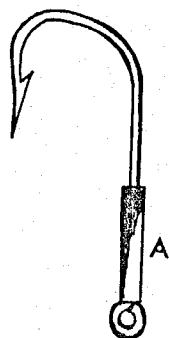


Fig. 23. Krok med fosforescerende slange (A).

Slangen hadde en indre diameter på 1,5 mm og var belagt med fosforescerende materiale på innsiden. Materialet i slangen var transparent, og etter lading produserte den et grønn-gult lys. En slik ladet slangebit er synlig for mennesker i et mørkt rom i inntil 20 timer. Tilstrekkelig lading kan oppnås ved at slangen belyses med et sterkt relativt høyfrekvent lys eller dagslys i ca. 5 sekunder.

Sammenlignende fiskeforsøk med og uten fosforescerende slange i tillegg til vanlig agn ble utført under fiskeforsøk 1, 2 og 3.

Fiskeforsøk nr. 1

Sammenligningene ble utført på linetype nr. 1 med celler på 50 krok med og 50 krok uten fosforescerende slange. Forsøket var improvisert, og det ble bare utført 4 sammenligninger. Slangen ble ikke ladet med kunstlys da settingen foregikk i fullt sommerdagslys. Resultatet ble en merfangst av torsk på fosforescenscellene i to sammenligninger, lik fangst i en sammenligning og mindre fangst i en sammenligning. Fangstene ble 43 torsk på fosforescenscellene og 33 torsk på cellene uten fosforescens.

Fiskeforsøk nr. 2

Det ble her utført 8 sammenligninger av 50-krokceller på linetype nr. 2. Slangene ble heller ikke denne gangen ladet med kunstlys. Resultatet ble her tre sammenligninger med merfangst og fem sammenligninger med mindre fangst for cellene med fosforescerende slange, med 28 torsk til fosforescenscellene og 41 torsk til cellene uten fosforescens.

Fiskeforsøk nr. 3

Det ble her utført 32 sammenligninger av 50-krokceller på linetype nr. 2. Slangene ble ladet ved at en 100 W halogen lyskaster lyste ned i stampen under setting. Settingen foregikk med sakte fart (styrefart).

Resultatet ble 11 sammenligninger med merfangst, 6 sammenligninger med lik fangst og 15 sammenligninger med mindre fangst for cellene med fosforescerende slange, med 110 torsk til fosforescenscellene og 154 torsk til cellene uten fosforescens. Dette resultatet indikerer at fosforescensen kan virke frastøtende på fisken.

En tosidig Wilcoxon-test på materialet viser imidlertid at et slikt resultat kunne forventes i 42 tilfeller av 100 ($p=0,42$) om det fosforescerende materialet ikke hadde noen effekt.

Krokfestelokalitet

Innledning

Krokfestelokalitet ble undersøkt i forbindelse med fiskeforsøk nr. 1, 4, 5 og 6. Hensikten var å finne ut hvor stor del av den linefangede fisken som sluker agn og krok til for-

skjellige årstider. Dette kan gi en indikasjon om behovet for en krok som fanger fisken effektivt uten at den sluker kroken.

Fiskeforsøk nr. 1

Alle undersøkelsene ble gjort på den vanlige Norway-kroken. Resultatene er gitt i Tabell 14.

Tabell 14. Krokfestelokalitet, fiskeforsøk nr. 1.

Dato	Høyre munnvik	Venstre munnvik	Midt på kjeven	Slukt	Utenfor munnen	Total
3/6	124	104	24	46	5	303
10/6	82	120	5	44	2	253
Sum	206	224	29	90	7	556
%	37,2	40,2	5,2	16,2	1,2	100

Vi ser av tabellen at krokingene er ganske likt fordelt på høyre og venstre munnvik. Slår vi sammen krokingene i munnen (høyre munnvik + venstre munnvik + midt på kjeven) utgjør disse 82,6% mot 16,2% slukt. Ser vi bort fra de 7 som er krocket utenfor munnen blir prosentene: 83,6 i munnen mot 16,4 slukt. Materialet omfatter bare torsk.

Fiskeforsøk nr. 4

Dette forsøket ble gjort med bunnline i januar 1978. Kroken var den vanlige Mustad Norway. Totalt ble 367 torsk og 50 hyser undersøkt. Av torsken hadde 66,2% kroken festet i

munnen (munnviker eller leppe forøvrig) mens 33,8% hadde slukt kroken. Av hysene hadde 6% slukt kroken mens resten var krocket i munnvikene. Fisk krocket utenom munnen ble ikke talt med.

Fiskeforsøk nr. 5

Forsøket ble gjort under Lofotfisket i mars 1978. Bare fisk som var fanget på Mustad Norway-kroken ble undersøkt. Av 386 torsk hadde 41% slukt mens 59% var krocket i munnen. Alle de 11 undersøkte hysene var krocket i munnen. Fisk krocket utenom munnen ble ikke talt med.

Fiskeforsøk nr. 6

Under dette fiskeforsøket ble krokfestelokalitet notert for en stor del av forsøket og for de enkelte kroktypene separat. Tabell 15 viser resultatet for Mustad Wide Gap og Mustad Norway. Krokfestelokalitet er notert kontinuerlig for begge kroktyper samtidig og for i alt 9 stamper med 100 krok av hver type i hver stampe. Tabellen omfatter bare torsk. Tabell 16 gir tilsvarende tall for Spurt-kroken og Mustad Norway. Tabellen omfatter torskefangstene fra 16 sammenligningsstamper. En sammenligning med Tabell 15 viser at det er god overensstemmelse mellom prosentene av slukte Norway-kroker. Både Wide Gap og Spurt har en vesentlig lavere slukprosent enn Norway.

Tabell 15. Krokfestelokalitet fiskeforsøk nr. 6.

Dato	M U S T A D W I D E G A P						M U S T A D N O R W A Y					
	Munn		Slukt		Utenfor munn		Munn		Slukt		Utenfor munn	
	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%
20/6	18	100					11	84,6			2	15,4
21/6	31	59,6	20	38,5	1	1,9	22	50	22	40,0		
"	31	93,9	2	6,1			15	80	3	20,0		
23/6	21	75	6	21,4	1	3,6	11	55,0	8	40,0	1	5,0
"	11	61,1	5	27,8	2	11,1	10	62,5	5	31,3	1	6,2
"	22	73,3	7	23,3	1	3,3	17	58,6	12	41,4		
4/7	34	69,4	13	26,5	2	4,1	26	56,5	18	39,1	2	4,3
"	32	68,1	14	29,8	1	2,1	19	52,8	14	38,9	3	8,3
"	55	67,1	24	29,3	3	3,7	43	58,1	30	40,5	1	1,4
Sum	255	71,4	91	25,5	11	3,1	174	58,8	112	37,8	10	3,4
	255	73,7	91	26,3			174	60,8	112	39,2		

Tabell 16. Krokfestelokalitet fiskeforsøk nr. 6.

Dato	S P U R T						M U S T A D N O R W A Y					
	Munn		Slukt		Utenfor munn		Munn		Slukt		Utenfor munn	
	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%
4/7	48	71,6	15	22,4	4	6,0	33	62,3	18	34,0	2	3,8
5/7	29	65,9	13	29,5	2	4,5	14	41,2	20	58,8		
6/7	58	84,1	9	13,0	2	2,9	46	68,7	21	31,3		
"	54	75,0	17	23,6	1	1,4	36	65,5	17	30,9	2	3,6
"	28	84,8	5	15,2			19	65,5	10	34,5		
"	41	78,8	11	21,2			29	64,4	15	33,3	1	2,2
"	47	83,9	9	16,1			27	58,7	19	41,3		
"	20	64,5	10	32,3	1	3,2	9	28,1	23	71,9		
7/7	40	78,4	10	19,6	1	2,0	20	43,5	26	56,5		
"	35	83,3	3	7,1	4	9,5	34	91,9	3	8,1		
"	43	86,0	7	14,0			19	52,8	16	44,4	1	2,8
"	45	73,8	15	24,6	1	1,6	28	51,9	25	46,3	1	1,9
"	51	79,7	10	15,6	3	4,7	27	57,4	19	40,4	1	2,1
"	30	81,1	5	13,5	2	5,4	22	73,3	8	26,7		
"	38	92,7	3	7,3			24	75,0	6	18,8	2	6,3
"	33	78,6	7	16,7	2	4,8	24	61,5	13	33,3	2	5,1
	640	78,8	149	18,3	23	2,8	411	60,3	259	38,0	12	1,8
Sum	640	81,1	149	18,9			411	61,3	259	38,7		

Under fløyttlinefisket etter hyse i fiskeforsøk nr. 6 ble det også registrert krokfestelokalitet på de forskjellige kroktypene. Denne registreringen foregikk 11/7. På Wide Gap ble 88 hyser undersøkt hvorav 75 (85,2%) var krocket i munnen. De øvrige 13 (14,8%) var krocket utenfor munnen. Av de 72 hysene på de tilhørende Norway-krokene var 62 (86,1%) krocket i munnen mens 10 (13,9%) var krocket utenfor munnen. På Spurt-kroken

ble det undersøkt 158 hyser hvorav 125 (79,1%) var kroknet i munnen og 33 (20,9%) var kroknet utenfor munnen. De tilhørende Norway-krokene fanget 150 hyser. Av disse var 108 (72%) kroknet i munnen mens 42 (28%) var kroknet utenfor munnen. Ingen av de 468 undersøkte hysene hadde slukt kroken.

Lengdemålinger

For å kunne vurdere om fangstene på de forskjellige kroktypene hadde divergerende lengdefordelinger ble det under fiskeforsøk nr. 6 lengdemålt torsk fanget på Wide Gap-kroken, Spurt-kroken og Norway-kroken. Lengdefordelingene er vist på Fig. 24.

Prøvene ble samlet ved at torsk fra kroksammenligningsstamper ble fordelt etter kroktype til ca. 5 kasser var fylt for hver kroktype. Disse prøvene ble så lengdemålt på land. Prøvene fra Wide Gap-kroken og tilhørende Norway-krok ble samlet 4. juli mens prøvene fra Spurt-kroken og tilhørende Norway-krok ble samlet 6. juli.

En tosidig t-test for to prøver (CAMPBELL 1974) ble brukt for å sammenligne middellengdene i prøvene. Fangstene fra Wide Gap-kroken og Mustad Norway-kroken ga ingen signifikant forskjell ($p > 0,2$). Middellengden for torsk fanget på Spurt-kroken var imidlertid signifikant ($p < 0,05$) større enn middellengden til torsk fanget på Norway-kroken.

Mageinnhold

En kvalitativ undersøkelse av mageinnholdet hos torsk er utført under fiskeforsøk 1 og 4. Undersøkelsene ble utført for å skaffe mulig tilleggsinformasjon om fiskens atferd.

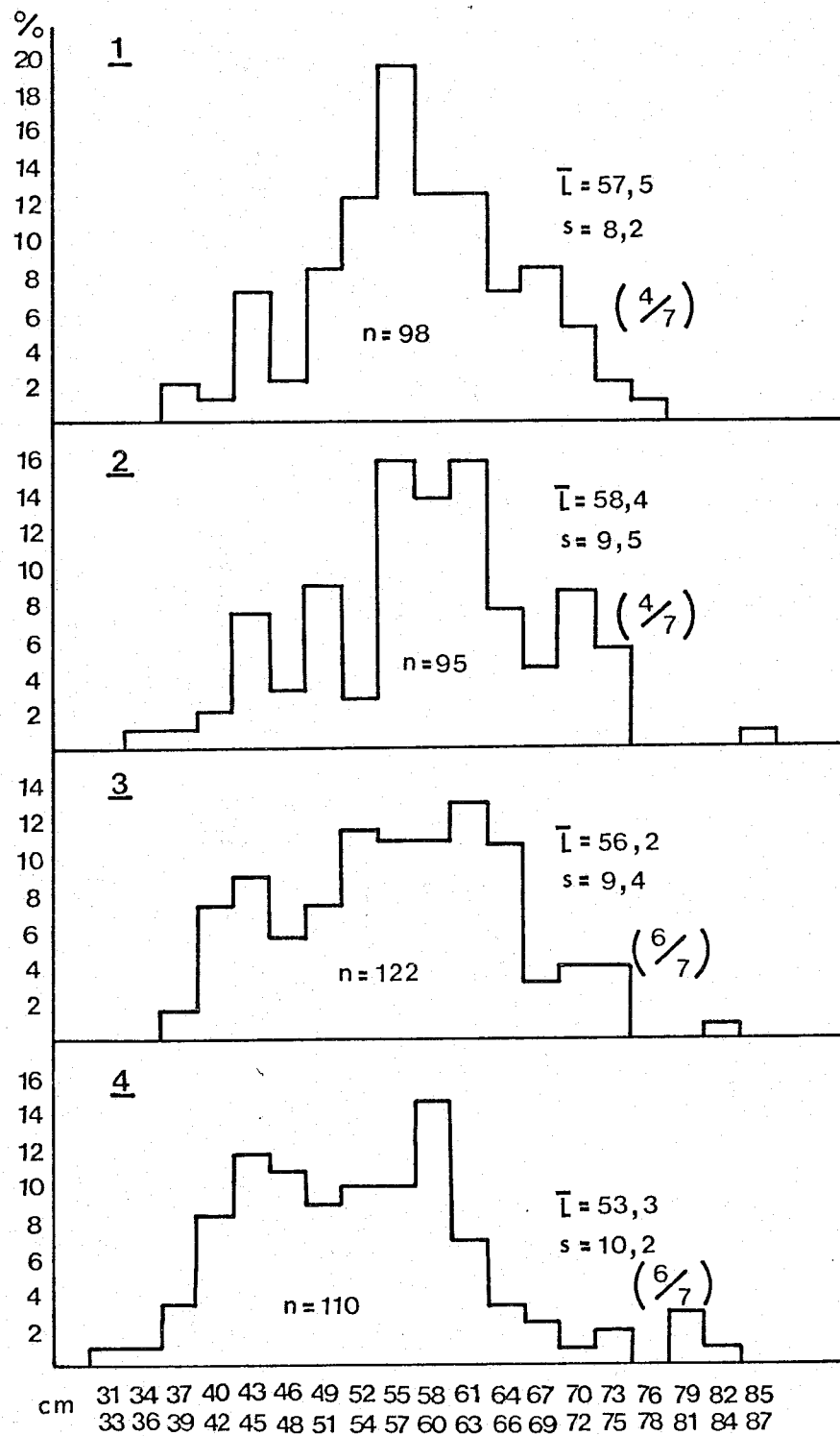


Fig. 24. Lengdefordelinger for torsk. Histogrammene gir det relative antall fisk i 3 cm-gruppene angitt under figuren.

- 1) Wide Gap-kroken, 2) Norway-kroken, 3) Spurt-kroken,
4) Norway-kroken. Datoer er gitt i parentes.

Under fiskeforsøk nr. 1 ble det tatt 3 prøver. Prøvene ble samlet ved at fangsten etter et tilfeldig startpunkt ble samlet til den inneholdt minst 100 torsk. Fisken ble så lengdemålt og skåret opp i buken. Magesekken ble åpnet og det dominerende innholdet notert.

Første prøve ble tatt 1/6 og besto av 100 torsk. Gjennomsnittslengden var 66,3 cm (S=9,4). Mageinnholdet var fordelt slik:

Tom:	18 (18%)
Krill:	60 (60%)
Lodde/krill:	9 (9%)
Lodde:	3 (3%)
Annen fisk:	5 (5%)
Bunnkrepsdyr:	4 (4%)
Substrat:	1 (1%)

Blandt torskene med mageinnhold utgjorde fiskene med krill 73%.

Andre prøve ble tatt 7/6 og besto av 103 torsk og 11 hyser. Gjennomsnittslengden for torsken var 54,4 cm (S=7,1). Hysene hadde en gjennomsnittslengde på 45,5 cm (S=7,8). Mageinnholdet for torskene var fordelt slik:

Tom:	70 (68%)
Krill:	14 (14%)
Bunnkrepsdyr:	9 (9%)
Lodde:	4 (4%)
Annen fisk:	2 (2%)
Polychaeter:	2 (2%)
Gastropoder:	1 (1%)
Rogn:	1 (1%)

Blandt torskene med mageinnhold utgjorde fiskene med krill 42%.

For hysene var mageinnholdet fordelt slik:

Tom:	4
Substrat:	3
Rogn:	1
Makrellagn:	1
Polychaeter:	1
Slangestjerner:	1

Tredje prøve ble tatt 16/6 og besto av 150 torsk og 4 hysere. Gjennomsnittslengden for torsken var 59,4 cm (S=9,0). Hysene hadde en gjennomsnittslengde på 40,6 cm (S=6,8). Mageinnholdet for torskene var fordelt slik:

Tom:	19 (13%)
Krill:	120 (80%)
Rogn/krill:	8 (5%)
Rogn:	2 (1%)
Fisk (ubest.):	1 (1%)

Blandt torskene med mageinnhold utgjorde fiskene med krill 92%.

For hysene var mageinnholdet fordelt slik:

Tom:	1
Krill:	3

Slår vi de 3 prøvene sammen utgjør de 353 torsk og 15 hysere. For torskene blir da mageinnholdet fordelt slik:

Tom:	107 (30,3%)
Krill:	194 (55,0%)
Rogn/krill:	8 (2,3%)
Lodde/krill:	9 (2,5%)
Lodde:	7 (2,0%)
Annen fisk:	8 (2,3%)
Rogn:	3 (0,8%)
Bunnkrepsdyr:	13 (3,7%)
Annet:	4 (1,1%)

Blandt torskene med mageinnhold utgjorde fiskene med krill 79%. Tar man også med torskene hvor krill forekom sammen med annet blir tallet 86%.

Under fiskeforsøk nr. 4 ble mageinnholdet i 38 torsk og 14 hyser undersøkt. For torskene var mageinnholdet fordelt slik:

Tom:	16 (42%)
Reker:	18 (47%)
Reker/fisk:	2 (5%)

For hysene var mageinnholdet fordelt slik:

Tom:	8
Ubestemmelig:	6

Variasjonen i torskeprøvene fra fiskeforsøk nr. 1 var stor både med hensyn til antall fisk med mageinnhold og innholdets artsvisse fordeling. Krill forekom imidlertid hyppigst i alle tre prøvene. I vinterforsøket ved Vardø (fiskeforsøk nr. 4) hadde ingen av de undersøkte torskene krill i magen. Dette kan skyldes at torsken har en mer bunnær utbredelse om vinteren. Hyseprøvene var for få til å gi noen sikre indikasjon, men også disse inneholdt krill om sommeren.

DISKUSJON AV KROKFORSØKENE

Innledning

Mange undersøkelser over linekrokens fangstevne er utført for å klarlegge seleksjonsegenskapene til krokene (SÆTERS DAL 1963, AASEN 1965, PARRISH 1963 og McCracken 1963). FORSTER (1973) gjorde forsøk på dypt vann i Biscaya med en krok avledet av tradisjonelle krokformer fra Stillehavet. Som nevnt oppnådde HAMRE (1968) en signifikant fangstøkning med en ny krok for pigghå. KARLSEN (1976) fant også en signifikant økning i fangstene av lange (Molva molva) og brosme med en krok der spissen var vridd ut av krokens plan. Denne kroken ble også prøvd av KARLSEN (1976) på torske- og hyse-line uten signifikant fangstøkning.

Hamre baserte sitt valg av forsøkskrok på den antatte bevegelsen av kroken under innsugingen og stramningen av forsenet. Karlsen forsøkte en vridd krok fordi den hadde gitt gode resultater i lakse- og kveitefiske. Begge forfatterne anbefalte videre forskning på dette feltet.

Mustad Wide Gap-kroken

Wide Gap ble benyttet i krokforsøkene i denne undersøkelsen fordi den av kommersielt tilgjengelige kroker lå nærmest opp til de idéer om krokform som vokste fram under atferdsstudiene. Det som forsøkene med denne kroken egentlig skulle klarlegge var om en krok med spissen i forsenets forlengelseslinje (Fig. 21d) fanger mer torsk og hyse enn standardkroken Mustad Norway.

Torsk

Fiskeforsøk nr. 1 ga en signifikant ($p=0,007$) fangstøkning for Wide Gap-kroken. Den akkumulerte fangstøkningen var på 77 fisk eller 34% på 1200 krok av hver type.

Forsøket var lagt opp med sammenligningsceller på 50 krok av hver type. På denne måten unngår man en eventuell feilkilde ved at hosliggende kroker har ulik fangstevne ("naboeffekt", vil bli nærmere omtalt senere). En slik feilkilde kan gjøre seg gjeldende i forsøksopplegg med de sammenlignede krokene i annen hver posisjon på lina. På den annen side vil et forsøksopplegg med 50-krok-celler kreve et større forsøksvolum enn et krok mot krok-opplegg ved ujevn fiskefordeling. Dette skyldes at endel sammenligninger slår "feil vei" som følge av en tilfeldig fordeling av fiskeflekker langs lina. I et krok mot krok-opplegg er denne tilfeldige variasjon eliminert ved at sammenligningscellene (1 krok i hver) er gjort mye mindre enn fiskeflekkene. Signifikanssannsynligheten i fiskeforsøk nr. 1 viser imidlertid at forsøksvolumet har vært mer enn stort nok etter tradisjonelle vitenskapelige kriterier.

Til tross for det sikre resultatet i fiskeforsøk nr. 1 ble det i fiskeforsøk nr. 5 ikke oppnådd statistisk signifikant ($p=0,13$) merfangst av torsk på Wide Gap-kroken. Merfangsten utgjorde også bare 12%. Forholdene under forsøket var preget av svært ujevn fiskefordeling langs lina. Fangstene forekom vanligvis i grupper på 10-12, med fisk på hver krok. Mellom disse gruppene kunne det så være lange bolker uten fisk. En slik ujevn fordeling kan føre til at det blir vanskelig å påvise en eventuell forskjell i fangsten ved en statistisk test. Det kumulative fangstforholdet burde imidlertid vise den reelle forskjellen over såpass mange sammenligninger som er foretatt her (51 celler á 50 krok av hver type), da en må

kunne forutsette at ujevn fiskefordeling slår ut noenlunde likt til begge sider. Den lavere fangstøkningen i Lofoten må enten skyldes fiskens atferd, redskapsparametre eller begge deler. I Lofoten ble makrell brukt som agn, mot reker i Vardø. Makrellagnene ble dessuten skåret meget langstrakte (ca. 10 cm), noe som er vanlig praksis under dette fisket. Oversikten over krokfestelokalitet viser at Lofotforsøket (forsøk 5) hadde den høyeste prosent av slukte kroker (41%). I fiskeforsøk nr. 1 var denne prosenten under det halve (16,4%). Det er nærliggende å tro at Wide Gap-krokens overlegenhet er knyttet til kroking i munnen, følgelig vil merfangsten være avhengig av krokfestelokalitetsfordelingen i det aktuelle fiskeriet.

Det kan være flere årsaker til at fisken i størst grad sluker krok og agn i Lofot-forsøket. Det lange smale agnet med kroken festet i den ene enden kan synes velegnet for sluking ved at fisken tester agnet i den frie enden og første merker kroken når det er for sent. Fiskens spesielle fysiologiske tilstand i dette tidsrommet kan også gi seg utslag i en modifisert beiteatferd. Det dreier seg dessuten her bare om stor kjønnsmoden fisk, og uten at dette er spesielt undersøkt kan det synes rimelig at stor fisk oftere sluker agnet enn liten fisk.

Tabellen over krokfestelokalitet fra fiskeforsøk nr. 6 (Tabell 15) gir et annet inntrykk enn tallene fra fiskeforsøk nr. 1. Totalt utgjør de slukte krokene 39,2% for Mustad Norway. Dette er nær verdien fra Lofoten og mye høyere enn ved tilsvarende forsøk året før (fiskeforsøk nr. 1). Krokfestelokalitet i fiskeforsøk nr. 1 ble imidlertid notert 3. og 10. juni mens det i fiskeforsøk nr. 6 ble notert mellom 20. juni og 4. juli. Tabell 15 viser også at ved 2 av de 3 første undersøkelsene i fiskeforsøk nr. 6 var prosenten av

slukte kroker lav (0 og 20%). I de siste 6 undersøkelsene var den imidlertid stabilt høy. Dette kan tyde på at det skjer en endring i torskens beiteatferd i juni/juli. Prosenten av slukte kroker om vinteren (fiskeforsøk nr. 4) er i overensstemmelse med resultatene fra Lofoten og siste del av fiskeforsøk nr. 6.

Tabell 15 er et alvorlig ankepunkt mot begrunnelsen for den lave fangstøkningen i Lofotforsøket, nemlig at flere fisker slukte kroken enn i fiskeforsøk nr. 1. Ser vi på fangstøkningen for Wide Gap-kroken i fiskeforsøk nr. 6 (25%), er den sammenlignbar med resultatene fra fiskeforsøk nr. 1 (34%). Hvis vi kompenserer for de knekte feilherdede Wide Gap-krokene ved å gi dem samme krokingssannsynlighet som de øvrige, blir fangstøkningen 33%. Dette er praktisk talt identisk med resultatet fra fiskeforsøk nr. 1 (med 16,4% slukte kroker) samtidig som prosenten av slukte kroker er meget nær prosenten av slukte kroker i Lofotforsøket (med bare 12% fangstøkning).

Vi kan imidlertid dele opp Tabell 11 (sammenligninger mellom Wide Gap og Norway i fiskeforsøk nr. 6) på det sted hvor grensen mellom lav og høy prosent av slukte kroker går i fiskeforsøk nr. 6 (Tabell 15 etter 21. juni). Da viser det seg at for tidsrommet med lav prosent slukte kroker er fangstøkningen for Wide Gap hele 46%, mens for den delen som har høy slukprosent er den bare 13%, altså overensstemmende med Lofotforsøket.

Det er dermed mulig at det også i fiskeforsøk nr. 1 forekom dager eller perioder med høy slukprosent som trakk fangstøkningen ned til 33%. Dette er ikke usannsynlig da krokfeste-lokalitet bare ble registrert to dager.

Tabell 15 viser at merfangsten på Wide Gap-kroken utelukkende består av fisk krocket i munnen, og at den jevnt over tilsynelatende kroker fisk som sluker kroken noe dårligere enn standardkroken. Dette er mulig i og med at den har en noe mer lukket form enn Mustad Norway. Men det kan også skyldes at Wide Gap-kroken har den høyeste krokings sannsynlighet. Vi kan tenke oss at en gitt kroktype gjennomsnittlig behøver å bli innsuget et gitt antall ganger for å fange en fisk. Dette antallet vil være knyttet til krokenes krokings sannsynlighet. Videre kan vi tenke oss at et mindretall av disse innsugingene fører til sluking. Jo flere innsuginger kroken krever for å fange en fisk, jo større blir sannsynligheten for at en sluking skal forekomme. Følgelig trenger ikke den lave slukprosenten til Wide Gap å bety at den kroker fisken dårligere ved sluking, men heller at den krever færre innsuginger for å fange en fisk.

En mulighet er også at fisken lettere aksepterer et agn med Norway-krok for sluking. Dette kan forekomme ved at formen til kroken er forskjellig, noe som kan føre til ulikt resultat ved den taktile testingen av agnet.

Som en følge av den dårlige erfaringen med ujevn fiskerfordeling fra fiskeforsøk nr. 5 ble fiskeforsøk nr. 6 utført med de sammenlignede krokene i annen hver posisjon på lina. HAMRE (1968) benyttet også denne metoden, men anførte at dette kan innebære en viss avhengighet krokene imellom som kan begunstige kroken med høyest fangstevne. Dette er en følge av at en fisk som feiler på en standardkrok vil ha valget mellom de to hosliggende forsøkskrokene i neste eventuelle forsøk. På den annen side vil jo også en fisk som feiler på en forsøkskrok ha valget mellom to standardkroker. Det springende punkt vil derfor være om erfaringen fisken skaffer seg i det forfeilede forsøket modifierer fiskens atferd, og i tilfelle i hvor stor grad. Laboratorieforsøket

viser at en slik modifisering skjer (Fig. 15). Hvis krok-erfaringen får fisken til å svømme ut av forsøkssituasjonen vil krokingssannsynlighetene for enkeltkrokene være uavhengige. Hvis imidlertid fisken etter en feiling bare modifiserer sin atferd marginalt og forsøker seg på nabokroken vil dette ha følgende resultat:

- 1) hvis nabokroken har høyere fangstevne kan denne høyere fangstevnen være nok til å kroke fisken til tross for en marginalt øket forsiktighet fra fiskens side,
- 2) hvis nabokroken har lavere fangstevne kan denne lavere fangstevne samt fiskens økede forsiktighet forhindre kroking.

Dette vil totalt føre til en overestimering av forskjellen i fangstevne mellom krokene.

Fiskeforskomstene under forsøket var jevnt over meget gode, og fangstfrekvenser på 0,6 fisk pr. krok var ikke uvanlige. Dette antyder at konkurransen om agnene var stor, noe som gir grunn til å tro at en fisk som er skremt av krokerfaring vil bli fortrent av andre.

En høy fangstrate vil også utjevne en eventuell forskjell i fangstevne da de beste krokene først vil bli opptatt mens de dårligere også vil fange fisk til tross for flere feilinger. Dette problemet er imidlertid ikke begrenset til forsøk med enkeltkroksammenligninger.

Et annet forhold som vil virke utjevnende ved en krok mot kroksammenligning er nevnt av FERNØ et al. (1977). Ved feltforsøk med undervanns-TV viste det seg at når en hvitting ble krocket, økte aktiviteten til andre hvittinger i området sterkt. Antall

spurter og rykk mot de ledige krokene ble mer enn fordoblet. En tilsvarende effekt i en krok mot krok-sammenligning av kroker med ulik fangstevne vil føre til at fisk fanget på de beste krokene i større grad vil eksitere fisk til å bite på de dårligste krokene enn omvendt.

Alt i alt er det vanskelig å antyde størrelsesordenen på en slik eventuell feilkilde. Resultatene fra fiskeforsøk nr. 6 sammenlignet med resultatene fra fiskeforsøk nr. 1 tyder imidlertid på at den er ubetydelig.

Det ble i fiskeforsøk nr. 6 gjort forsøk på å fordele totalforskjellen i fangstevne mellom Wide Gap-kroken og Norway-kroken på de enkelte elementene som til sammen utgjør forskjellen. I sammenligningen mellom vridd og flat Wide Gap ble det ikke oppnådd statistisk signifikant forskjell på 24 tester ($p=0,14$). Den vridde kroken fanget imidlertid 4,3% mer torsk.

Den nye Spurt-kroken (Fig. 22) skulle teste prinsippet med spissen i forsenets forlengelseslinje med en annen krokform enn Wide Gap-kroken. Resultatet ble en signifikant ($p<0,01$) fangstøkning på 23% for Spurt-kroken. Torskefangstene fra denne kroken hadde også signifikant større gjennomsnittslengde enn fangstene fra Norway-kroken. Dette var ikke tilfelle for Wide Gap. Wide Gap og Spurt har derfor sannsynligvis forskjellige seleksjonsegenskaper. En begrunnelse av forskjellen er vanskelig på grunnlag av det foreliggende materiale.

Ut fra disse resultatene er det grunn til å tro at Wide Gap-krokens høye fangstevne hovedsakelig er knyttet til prinsippet med spissen i forsenets forlengelseslinje.

Standardutgaven av Mustad Wide Gap har øyet vridd normalt på krokens plan. Dette fører til at kroken blir vanskelig å holde under egning. Til fiskeforsøk nr. 5 og 6 ble kroken

produsert spesielt med øyet i krokens plan. Denne forandringen førte til at den ble tilnærmet like lett å egne som en Norway-krok.

Hyse

Separate forsøk med Wide Gap-kroken på hyse er bare utført i fiskeforsøk nr. 6. Hyse forekommer ellers som bifangster under torskeforsøkene i fiskeforsøk nr. 5 og 6.

Hyse som bifangst

I fiskeforsøk nr. 6 ble det funnet en signifikant ($p=0,01$) fangstøkning av hyse på Wide Gap-kroken på 31%. Krokfestelokalitetsundersøkelsene viser at hysa bare skjelden sluker kroken. Dette kan være grunnen til det klare resultatet for hyse i fiskeforsøk nr. 5 mens resultatet for torsk ikke var statistisk signifikant. Hysa hadde heller ikke samme tendens til flekkvis fordeling som torsken i dette forsøket. Fangstene av hyse var imidlertid små, slik at den prosentvise fangstøkningen ikke kan tillegges stor vekt.

I fiskeforsøk nr. 6 ble det i forsøket med vridd og flat Wide Gap fanget 282 hysere med en ikke signifikant fordel til den vridde kroken på 10,4%.

I forsøket med Spurt-kroken ble det bare fanget 38 hysere. Sammenligningen mellom Wide Gap- og Norway-kroken i fiskeforsøk nr. 6 ga en merfangst på 16,7% til Wide Gap av en total hysefangst på 312 fisk.

Slike bifangstresultater er lite egnet til å påvise forskjeller i krokenes fangstevne da man hele tiden er underlagt usikkerheten om avhengigheten av atferden mellom artene som utgjør hovedfangsten og bifangsten.

Separate hyseforsøk

I fiskeforsøk nr. 6 ble det også utført krokforsøk på fløytline etter hyse. Wide Gap-kroken og Spurt-kroken ble testet mot Norway-kroken.

Wide Gap-kroken ga en signifikant ($p=0,01$) fangstøkning på 14%. Spurt-kroken ga en signifikant ($p=0,01$) fangstøkning på 10%. Gjennomsnittlige fangstrater var 0,52 hyser pr. krok i forsøket med Wide Gap og 0,58 i forsøket med Spurt. Dette er meget høye fangstrater, og det vil sannsynligvis medføre at forskjellen mellom krokenes fangstevener vil underestimeres ved at fiskene forsøker seg også på de dårligste krokenes helt til de blir fast. Makrell er brukt som agn i dette forsøket, og den tåler flere angrep fra fiskens side uten å bli revet av enn de fleste andre agntyper.

Men selv om fangstøkningssprosentene kanskje ikke er representative for krokenes evne til å kroke en hyse i ett forsøk, avspeiler de virkeligheten under fløytlinefisket. Fangstratene er her vanligvis meget høye, og i og med makrellagnets store slitestyrke og de vanligvis gode forekomstene av fisk der lina settes, spiller ikke krokenes evne til å fange en fisk på ett forsøk så stor rolle. Sommerfisket med fløytline etter hyse er jo også det eneste viktige linefiskeri hvor hyse er hovedfangstobjektet. På den annen side er jo også 14% en brukbar netto fangstgevinst.

Krokfestelokalitetsundersøkelsene på hyse viste at hysa meget skjelden sluker kroken. Bare i fiskeforsøket med bunnline om vinteren forekom hyser med slukt krok, og også her bare 3 av 50. Av de 468 hysene som ble undersøkt under fløytlinefisket hadde ingen slukt kroken. 98 av dem var derimot krocket utenfor munnen. Grunnen til at så mange hysere ble

kroket uten å bite på kan være at fisketettheten og konkurransen om agnene er meget stor under fløytlinefisket. Synligheten av agnet er også meget god slik at fisken kan orientere seg visuelt og hurtig mot agnet fra relativt stor avstand. Dette fører til en rask samling av hurtigsvømmende og konkurrerende fisk rundt agnet, noe som lett kan føre til at kroken får feste i en av fiskene.

Fosforescens

Undersøkelsene av mageinnholdet hos torsk i fiskeforsøk nr. 1 viste at 86% av de torskene som hadde mageinnhold hadde krill i magen. Ut fra en hypotese om at man skulle kunne kopiere en eventuelt tiltrekkende effekt av krillens lysorganer på torsk ble det forsøkt med fosforescerende tilleggsagn på krokene i fiskeforsøk nr. 1, 2 og 3.

Det ble ikke i noen av disse forsøkene oppnådd statistisk signifikante fangstforskjeller.

Den største forskjellen ble oppnådd i fiskeforsøk nr. 3 hvor krokene uten fosforescerende materiale fisket 40% mer torsk enn krokene med fosforescens ($p=0,42$).

Det er dermed åpenbart at det fosforescerende materialet ikke hadde noen fangstøkende effekt. Det er på den annen side ikke mulig å slutte ut fra forsøkene at krillens lysorganer ikke representerer en nøkkelstimulus for torskens beiteatferd.

RESULTATER FRA SAMMENLIGNENDE FISKEFORSØK MED
MONOFILAMENT OG MULTIFILAMENT LINE

Torskeline

Fiskeforsøk nr. 1 (sommer)

Disse sammenligningene er utført under fiskeforsøk nr. 1 og 3. Sammenligningene ble lagt opp med sikte på å kunne vurdere betydningen av hver enkelt forskjell i konstruksjon og materiale mellom en vanlig multifilamentet line (type 5) og en monofilamentline (type 1).

Forskjellene er:

- Forskjellig materiale i linerygg og forsen. *i lang type*
- Multifilamentlina har kortere forsen.
- Monofilamentlina har snuere.

Det ble derfor lagt opp til følgende sammenligninger:

1. Multifilamentline (type 5) mot monofilamentline (type 1).
2. Multifilamentline (type 5) mot multifilamentline med lange forsen og snuere (type 8).
3. Multifilamentline (type 5) mot multifilamentline med snuere (type 7).

Sammenligning ble hele tiden foretatt mellom hosliggende stamper á 200 krok.

Tabell 17 gir resultatet av sammenligning nr. 1 i første fiskeforsøk for torsk og hyse. Fangsten besto forøvrig av 1 gapeflyndre, 5 uer, 1 brosme og 1 steinbit.

Tabellen viser at fangstene av torsk i alle de 18 sammenligningene var størst på monofilamentlina ($p < 0,001$). I alt fisket de 18 monofilamentstampene 819 torsk mot 163 torsk på multifilamentlina. Dette gir følgende kumulative fangstforhold:

$$\frac{\text{Torskefangst på monofilamentlina}}{\text{Torskefangst på multifilamentlina}} = \frac{819}{163} = \underline{5,03}$$

Dette innebærer en fangstøkning på 403% for monofilamentlina.

Hysefangstene var små som følge av at lina var egnet med reker. Kumulativt fangstforhold var:

$$\frac{\text{Hysefangst på monofilamentlina}}{\text{Hysefangst på multifilamentlina}} = \frac{40}{16} = \underline{2,5}$$

Dette innebærer en fangstøkning på 150% for monofilamentlina ($p=0,04$).

Resultatene fra sammenligning nr. 2 i første fiskeforsøk er gitt i Tabell 18.

Tabellen angir torske- og hysefangstene. Fangsten forøvrig besto av 9 gapeflyndrer, 2 brosmer, 2 steinbiter, 1 uer og 1 skate (Raja sp.).

Resultatene gir en signifikanssannsynlighet på 0,02 for at multifilamentlina med monofilamentforsen og snuere (type 8) fisker mer torsk enn den vanlige multifilamentlina (type 5).

Wholly Trawl

Tabell 17. Torske- og hysefangster pr. 200 krok.

Hal. dato	Mono		Multi		Mono		Multi		Mono		Multi		Mono		Multi		S U M			
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	Mono		Multi	
																	T	H	T	H
26/5	30	3	5		47	2	1		58	5	8		17	2			152	10	16	
27/5	5				8	1			5		1						18	1	1	
1/6	97	1	12		7	1	19										168	2	31	
3/6	86	2	24	1													86	2	24	1
7/6	37	1	15	5													37	1	15	5
8/6	60		32	1													60		32	1
10/6	9	1	4	1	76		26										167	1	30	1
12/6	6																6			
14/6	78	8	12	3													78	8	12	3
16/6	37		1														37		1	
17/6	10	14	2	4													10	14	2	4
Sum	537	31	107	15	202	4	46		63	5	8	1	17	2			819	40	163	16

Wanna symbolisk skilling tabell

Tabell 18. Torske- og hysefangster pr. 200 krok.

Hal. dato	Mono forsen		Multi		Mono forsen		Multi		Mono forsen		Multi		Mono forsen		Multi		S U M			
																	Mono forsen		Multi	
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
26/5	5	2	5	0	7	7	1	0	3	5	2	0	8	2	8	0	23	6	16	0
1/6	31	0	46	1	57	0	47	0								88	0	93	1	
2/6	50	0	29	0	24	0	29	0								74	0	58	0	
3/6	46	0	20	0	36	0	12	0								82	0	32	0	
7/6	25	2	4	3	10	1	9	0	13	2	8	1				48	5	21	4	
8/6	17	0	12	0	21	0	23	0	62	0	26	0				100	0	61	0	
9/6	26	0	32	3	43	2	40	2								69	2	72	5	
Sum	200	4	148	7	198	10	16	2	78	7	36	1	8	2	8	0	484	23	353	10

Kumulativt fangstforhold for torsk blir:

$$\frac{484}{353} = \underline{1,37}$$

Dette innebærer en 37% økning av torskefangstene ved å bruke snuere og lange monofilamentforsen på multifilament linerygg, sammenlignet med vanlig multifilamentline (type 5).

Hysefangstene viser ikke signifikant fangstøkning ($p=0,12$) til tross for at den relative fangstøkningen er stor (130%). Dette skyldes at fangstene er små og ujevne samt at hyse forekommer i fangstene i bare 10 av sammenligningene.

I sammenligning nr. 3 i første fiskeforsøk var det lagt opp til å teste effekten av snueren alene. Av praktiske grunner måtte dette utføres på multifilamentline. Resultatene er gitt i Tabell 19. Tabellen omfatter torske- og hysefangstene. Fangsten besto forøvrig av 2 gapeflyndrer, 1 steinbit og 1 brosme. Fangstene er små og få og indikerer at en eventuell forskjell er liten.

Det ble også utført en sammenligning av monofilamentliner med lange og korte forsen (linetype 1 og 3). Resultatene er gitt i Tabell 20. Tabellen angir torske- og hysefangstene. Fangsten forøvrig besto av 5 brosmes, 2 skater og 1 steinbit. Torskematerialet gir en signifikanssannsynlighet på 0,02 for at lina med de lange forsenene fanger mest torsk. Det kumulative fangstforholdet blir:

$$\frac{\text{Torskefangst lange forsen}}{\text{Torskefangst korte forsen}} = \frac{1533}{1328} = \underline{1,15}$$

*spesialtrellset
 fra skip line*

Tabell 19. Torske- og hysefangster pr. 200 krok. Med og uten snuer.

Hal. dato	Med		Uten		Med		Uten		Med		Uten		S U M			
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
	9/6	37	1	27	2									37	1	27
10/6	25		13		36		38		22	3	32	2	83	3	83	2
14/6	17	3	25	2	14	7	18	4					31	10	43	6
15/6	0		1												1	
16/6	0	1	0		0		0		0		0			1		
17/6	6	4	2	4									6	4	2	4
Sum	85	9	68	8	50	7	56	4	22	3	32	2	157	19	156	14

Utsat

Tabell 20.

Hal. dato	Lange		Korte		Lange		Korte		Lange		Korte		Lange		Korte		S U M			
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
	1/6	90	1	38	1	82		92		118	1	125	1					290	2	255
2/6	44		18	2	104	1	78		81		115		110		87	3	339	1	298	5
3/6	89		107		70		66	1	107	1	79	2					266	1	252	3
7/6	62	6	53	7	56	7	55	8	44	10	22	6	42	8	23	2	204	31	153	23
8/6	34	4	31		20	1	35		9	1	4						63	6	70	
9/6	94		81		38		42	1	70		56	1					202		179	2
10/6	82	4	60	1	87	2	61	3									169	6	121	4
Sum	495	15	388	11	457	11	429	13	429	13	401	10	152	8	110	5	1533	47	1328	39

- 98 -

Dette innebærer en fangstøkning på 15% for de lange forsenene. Hysefangstene er små og mege/ujevnt fordelt. Kumulativt fangstforhold er på 1,21 til fordel for de lange forsenene ($p=0,38$).

Fiskeforsøk nr. 3 (vinter)

For å undersøke monofilamentmaterialenes betydning i den mørke årstiden ble det i fiskeforsøk nr. 3 (21.-25.november) foretatt 2 sammenligninger:

1. Monofilamentline (type 2) mot multifilamentline (type 5).
2. Monofilamentline (type 1) mot multifilamentline med lange monofilament forsen (type 8).

Resultatene fra sammenligning nr. 1 er gitt i Tabell 21.

Tabell 21. Torske- og hysefangster pr. 200 krok.

Hal . dato	Mono.		Poly.		Mono.		Poly.		Sum			
									Mono.		Poly.	
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
22/11	12	20	1	4	34	20	1	7	46	40	2	11
23/11	27	4	10	2	8	3	13	6	25	7	23	8
24/11	9	1	13	4	13	10	10	2	22	11	23	6
25/11	9	2	16	2	1		15	1	10	2	31	3
Sum	47	27	40	12	56	33	39	16	103	60	79	28

Tabellen omfatter torske- og hysefangster. Andre arter utgjorde i alt 3 fisk. Torskematerialet gir en signifikanssannsynlighet på 0,44 for at monofilamentlina fisker bedre enn polyfilamentlina. Kumulativt fangstforhold er:

$$\frac{\text{Torskefangst monofilamentlina}}{\text{Torskefangst polyfilamentlina}} = \frac{103}{79} = \underline{1,30}$$

Hysematerialet gir heller ikke signifikant fangstøkning for monofilamentlina (p=0,18). Kumulativt fangstforhold er:

$$\frac{\text{Hysefangst monofilamentlina}}{\text{Hysefangst multifilamentlina}} = \frac{60}{28} = \underline{2,14}$$

Resultatene fra ovennevnte sammenligning nr. 2 er gitt i Tabell 22.

Tabell 22. Torske- og hysefangster pr. 200 krok.

Hal. dato	Mono.		Poly.		Mono.		Poly.		Sum			
									Mono.		Poly.	
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
22/11	20	39	9	9	13	34	1	7	33	73	10	16
23/11	12	12	5	6	21	7	9	3	33	19	14	9
24/11	40	6	29	8	39	3	31	9	79	9	60	17
25/11	38	6	33	12					38	6	33	12
Sum	110	63	76	35	73	44	41	19	183	107	117	54

Tabellen omfatter torske- og hysefangstene. Andre arter utgjorde i alt 12 fisk. Torskematerialet gir signifikans på 1% nivået for at monofilamentlina fanger mer torsk enn multifilamentlina med monofilament forsen. Kumulativt fangstforhold er:

$$\frac{\text{Torskefangst monofilamentlina}}{\text{Torskefangst multifilamentlina}} = \frac{183}{117} = \underline{1,56}$$

Dette innebærer en 56% fangstøkning. Hysematerialet gir ikke signifikant fangstøkning ($p=0,22$). Kumulativt fangstforhold blir her:

$$\frac{\text{Hysefangst på monofilamentlina}}{\text{Hysefangst på multifilamentlina}} = \frac{107}{54} = \underline{1,98}$$

Hyseline

I fiskeforsøk nr. 1 ble det mot slutten drevet fløytlinefiske etter hyse. Det ble her foretatt sammenligninger mellom tradisjonelt hyselinebruk (type 6) og tilsvarende monofilamentlinebruk (type 2). Det ble foretatt parvis sammenligning av hosliggende stamper, hver med 400 krok. Resultatene er gitt i Tabell 23.

Tabell 23. Hysefangster pr. 400 krok.

Hal. dato	Mono.		Poly.		Mono.		Poly.		Sum	
28/6	123	87	182	75	164	48	130	41	599	251
30/6	104	68	152	98	190	98	141	129	587	393
1/7	202	91	135	91	206	107	172	93	715	382
6/7	111	42	116	36	135	76	104	55	466	209
8/7	139	82	164	108	178	94			481	284
Sum	676	370	749	408	873	423	547	318	2848	1519

Tabellen angir hysefangstene. Fangsten forøvrig besto av 38 torsk. Alle de 19 sammenligningene ga en merfangst av hyse på monofilamentlina. Den er dermed signifikant bedre på 0,1% nivået. Kumulativt fangstforhold blir:

$$\frac{\text{Hysefangst på monofilamentlina}}{\text{Hysefangst på polyesterlina}} = \frac{2848}{1519} = \underline{1,87}$$

Monofilamentlina fisket dermed 87% mer hyse enn polyesterlina i dette forsøket.

Lysmålinger

Den høye relative fangstevnen til monofilamentlina kan ha flere årsaker. Den mest nærliggende er vel den relativt lave synligheten dette redskapet har i vann. For å kunne vurdere betydningen av synligheten ble det under fiskeforsøk nr. 6 foretatt 4 undervanns belysningsmåleserier. Resultatene er gitt i Fig. 25. De utplottede målepunktene er medianverdien av de 7 enkeltmålingene på hvert dyp. Medianverdien ble valgt fordi det av og til forekom verdier som avvek svært mye fra de øvrige enkeltmålingene på et dyp. Dette kan forskyve middelveien bort fra det tilsynelatende naturlige leie og gjør denne uegnet til utplotting. De heltrukne linjene er observerte verdier mens de stiplede linjene er ekstrapolert ved å forlenge den siste lineære del av absorpsjonskurven (STICKLAND 1958, EYVIND AAS, pers.medd.). Det forutsettes at absorpsjonen er konstant i det ekstrapolerte område og lik absorpsjonen i det området som danner grunnlaget for ekstrapolasjonen.

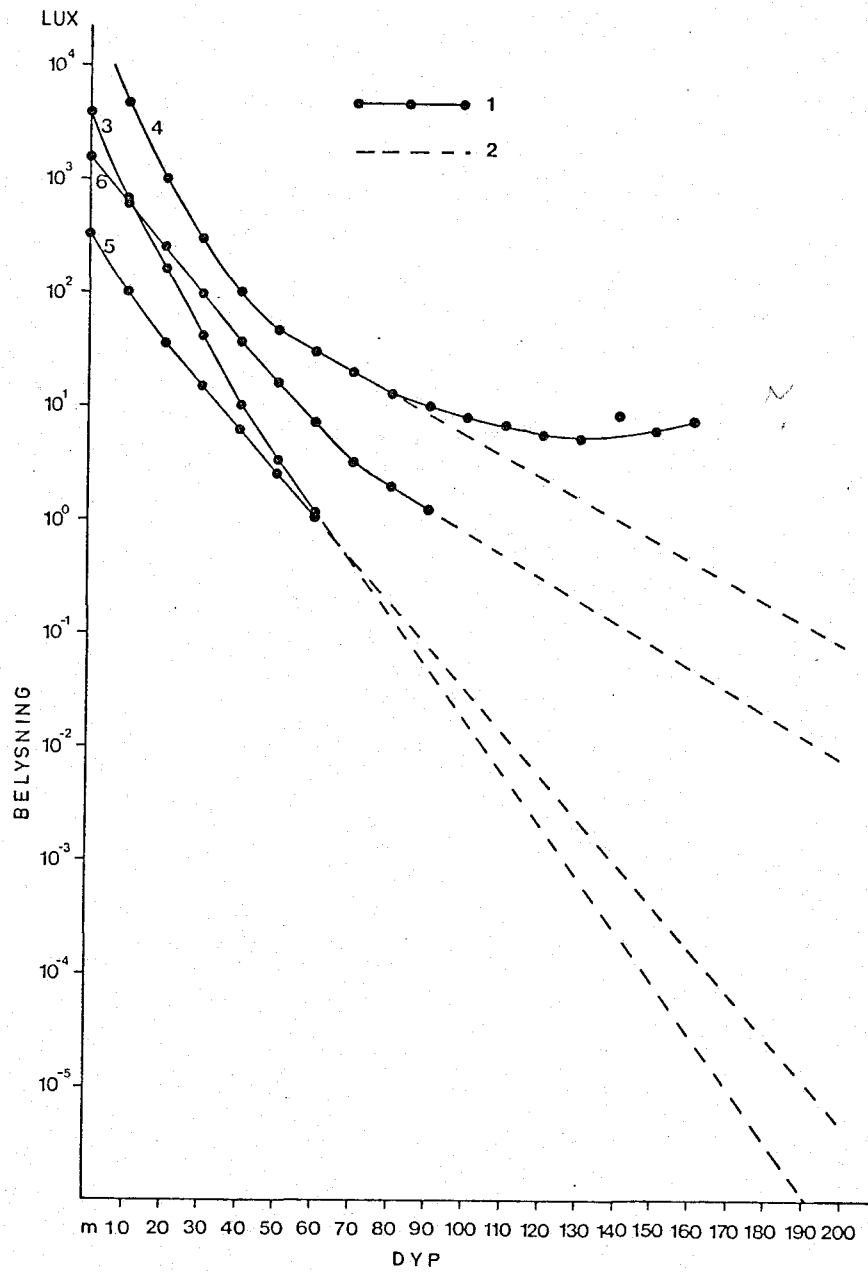


Fig. 25. Belysningsmålinger. 1) Målt kurveintervall med målepunkter. 2) Ekstrapolert kurveintervall. 3) Måling foretatt 6/7-78 kl. 2045 (klart). 4) Måling foretatt 7/7-78 kl. 1150 (klart). 5) Måling foretatt 10/7-78 kl. 2355 (overskyet). 6) Måling foretatt 12/7-78 kl. 0315 (overskyet).

DISKUSJON AV SAMMENLIGNENDE FISKEFORSØK MED
MONOFILAMENT OG MULTIFILAMENT LINE

Innledning

Monofilamentline har vært brukt under Lofotfisket helt siden 1948 (FINN NILSEN, pers.medd.), den første tiden på innersida, men senere også på yttersida og i Vesterålen. Sin endelige utforming fikk den imidlertid først i 1968/69 da den ble utstyrt med snuere. Denne forbedringen ble adoptert fra den danske lakselina og bød på en vesentlig arbeidsbesparelse ved at man slapp å ta av snurr under egning.

Monofilamentlina ble forsøkt av KARLSEN (1976) i Øst-Finnmark våren 1976. Han fant en gjennomsnittlig fangstøkning på 313% for torsk og 39% for hyse på monofilamentline som hadde line-rygg med diameter 1,6 mm. For en 2 mm monofilamentline var tallene 176% for torsk og 19% for hyse. Formålet med denne undersøkelsen er å fordele den store fangstøkningen på de elementene som til sammen utgjør forskjellen mellom vanlig multifilament kystline (type 5) og monofilamentline (type 1), samt å forsøke å begrunne denne forskjellen.

Torsk

Etablering av total differanse

En reproduksjon av Karlsens forsøk ble foretatt for å etablere den totale forskjellen som gjaldt mellom monofilament og multifilamentline for den perioden forsøket med fordeling av fangstøkningen varte. Dette ble gjort ved at en eller flere sammenligninger av monofilament-og multifilamentline var inkludert i de fleste stubbene under forsøket. Tabell 17 viser at alle disse sammenligningene ga en merfangst av torsk for monofilament med en kumulativ fangstøkning på 403%.

Fordeling av total differanse

Som nevnt utgjøres forskjellene i redskapsparametre av materiale i linerygg og forsen, forsenlengde samt at monofilamentlina har snuere. Lineryggen til multifilamentlina var dessuten ca. 3,5 mm mot 2 mm for monofilamentlina. Da 3,5 mm monofilamentline var upraktisk, og utilgjengelig på det aktuelle tidspunkt, og 2 mm multifilamentline ville ha for liten bruddstyrke i slike forsøk må denne differansen knyttes til totalegenskapene for lineryggen.

De andre forskjellene ble forsøkt estimert ved to sammenligninger:

- Multifilament linerygg med snuere og lange monofilament forsyn mot vanlig multifilamentline for å gi effekten av lange monofilamentfor- sen og snuere. Denne sammenligningen ga en signifikant ($p=0,02$) fangstøkning på 37% for lina med snuere og monofilamentfor- sen.
- Multifilamentliner med og uten snuere for å gi effekten av snuene alene. Ingen effekt ble påvist.

Den gjenværende forskjellen må være knyttet til lineryggen og blir i dette forsøket 366%. Settes totaldifferansen til 100% vil effekten av lange monofilamentfor- sen og snuere ut- gjøre ca. 9%. Følgelig må en kunne anta at egenskaper knyt- tet til de forskjellige lineryggene, utgjorde ca. 90% av totaldifferansen i dette fiskeforsøket.

Det ble ikke påvist noen fangstøkende effekt av snueren. Dette kan ha sammenheng med at den ikke fungerte tilstrekke- lig godt på en multifilament linerygg. Den vil her ha større

friksjon enn på en monofilamentline, og vil følgelig ikke kunne løpe fritt rundt lineryggen. En fangstøkende effekt ved snueren er at den forhindrer fisken fra å slite seg løs ved å snurre forsenet rundt lineryggen. Denne effekten ble altså ikke registrert i forsøket, noe som kan skyldes det ovenfornevnte, samt at forsøksvolumet var for lite og ga for få fangster.

Forsenslengde og krokavstand

En innkorting av krokavstanden på monofilamentlina til vanlig finnmarksnivå (100-110 cm) vil også kreve en innkorting av forsenslengden for å unngå at hosliggende forsener vaser seg sammen. For å undersøke om en slik innkorting av forsenet ville ha noen betydning for fangstevnen til lina ble det utført en sammenligning mellom monofilamentliner med lange og korte forsen (linetype 1 og 3). Resultatet ble en signifikant ($p=0,02$) fangstøkning av torsk for de lange forsenene på 15%.

Det er dermed rimelig å anta at en innkorting av krokavstanden vil måtte medføre en reduksjon av fangst pr. krok (KARLSEN 1977, SKUD 1978). Dette må imidlertid avveies mot reduserte brukskostnader og mindre arbeid med egning pr. krok.

En innkorting av krokavstanden er i alle fall ikke hensiktsmessig dersom fangstraten pr. krok går vesentlig ned som en følge av kortere krokavstand alene. Denne fangstraten som funksjon av krokavstand vil være avhengig av de forekomster av fisk som til enhver tid er tilgjengelig for fangst med line. Med de store variasjoner i fiskeforekomstene som er vanlig under vår- og sommerfisket i Øst-Finnmark er det derfor vanskelig å utføre forsøk med forskjellig krokavstand som kan ha generell verdi.

Vinterforsøk

For å få et bredere vurderingsgrunnlag ble det også utført en sammenligning mellom monofilamentline og multifilamentline om vinteren (21. - 25. november). Forsøket ga en ikke signifikant ($p=0,44$) fangstøkning på 30%. I samme forsøk ble det imidlertid også utført en sammenligning mellom monofilamentline (type 1) og multifilamentline med snuere og lange monofilamentforsen (type 8). Denne sammenligningen ga en signifikant ($p=0,01$) merfangst til monofilamentlina på 50%.

Grunnen til dette noe selvmotsigende resultatet må ligge i at forsøksvolumene er for små, med henholdsvis 8 og 7 sammenligninger.

Resultatene gir imidlertid klar beskjed om at forskjellene er mye mindre i dette forsøket enn i sommerforsøket.

Hvis begge forsøkene slås sammen resulterer det i en signifikant ($p=0,03$) fangstforskjell på 46%. Man kan med andre ord muligens tale om en total merfangst på monofilamentline i dette forsøket på ca. 50%.

Hyse

Bifangster

Forsøket for å etablere totalforskjellen mellom mono-og multifilamentlina ga en signifikant ($p=0,04$) fangstøkning av hyse på 150%. Fangstene besto imidlertid bare av i alt 56 hyser. I forsøket for å klargjøre effekten av lange monofilamentforsen og snuere ble det bare fanget 33 hyser, og fangstøkningen var heller ikke signifikant.

I forsøket for å separere effekten av snueren ble det også bare fanget 33 hyser uten signifikant resultat. Lange forsen medførte heller ikke signifikant større fangst av hyse enn korte forsen til tross for brukbar fangst (86 hyser).

I vinterforsøket ble det ikke oppnådd signifikant fangstøkning av hyse i noen av delforsøkene. Hvis delforsøkene slås sammen resulterer det imidlertid i en signifikanssannsynlighet på 0,07 for en merfangst på monofilamentlina. Fangstøkningen prosentvis blir på hele 104%, men på bakgrunn av den høye signifikanssannsynligheten kan ikke dette tallet tillegges særlig vekt.

Fløytlineforsøk etter hyse

Fiskeforsøket etter hyse med fløytline ga merfangst av hyse på monofilamentlina (type 2) i forhold til multifilamentlina (type 6) i alle de 19 sammenligningene. Den kumulative fangstøkningen utgjorde 87%. Hysefangstene var i dette forsøket meget jevne og ganske høye, noe som fremgår av Tabell 23. Gjennomsnittlig fangst pr. krok var 0,37 for monofilamentlina og 0,20 for multifilamentlina. Dersom vi tar middelverdien av fangstøkningene i enkeltsammenligningene blir denne 103%. Det er derfor god grunn til å anta at fangstforskjellen mellom de 2 sammenlignede linetypene, under forhold som tilsvarer forholdene under forsøket, er av størrelsesorden 100%. Høyere fangstrater vil sannsynligvis minske denne forskjellen på grunn av redskapsmetning på den mest effektive lina (MURPHY 1960).

Begrunnelse for monofilamentlinas høye fangstevne

KARLSEN 1976 foreslår at både visuelle og olfaktoriske effekter kan medvirke til den store forskjellen i fangstevne mellom monofilament- og multifilamentlina. Den olfaktoriske effekten skulle kunne bestå i at multifilamentlina lettere

tilgrises av gammelt agn som etter hvert surner og motvirker agnenes tiltrekkende lukt.

En annen mulig effekt kan begrunnes med forskjellen i hydrodynamiske egenskaper mellom de to lineryggene. Den ujevne multifilamentlineryggen vil omgis av et mer turbulent strømmingsmønster enn den glatte monofilamentryggen. Dette kan føre til at det genereres bioluminescens i den turbulente strømmen rundt multifilamentlineryggen, noe som kan føre til at fisken unngår lina.

Linene har også forskjellige mekaniske egenskaper. Fleksibiliteten i monofilamentlina er større enn i multifilamentlina. Spesielt gjelder dette forsenene. Lineryggen til monofilamentlina har også minst diameter og vil følgelig bremses mindre av vannet når fisken spurter. Høy vannmotstand og liten fleksibilitet (multifilamentlina) fører til at fisken stoppes fort og hardt i en spurt. Liten vannmotstand og stor fleksibilitet (monofilamentlina) fører til at fisken oppnår høyere hastighet i spurten før den stoppes. Fjæringseffekten av den fleksible lina vil også dra fisken tilbake, noe som kan føre til at fisken blir vridd sideveis slik at kroken trenger inn.

Den mest sannsynlige og generelt aksepterte hovedbegrunnelse for forskjellen er knyttet til synligheten av lina. I denne undersøkelsen er det lagt opp til en nærmere vurdering av denne begrunnelsen.

Fisks synsevne er undersøkt av blandt andre NICOL (1963), DENTON (1959), CLARKE & DENTON (1962) og WOODHEAD (1966). NICOL (1963) hevder at mange fisker har en synsterskel som er lavere enn menneskets, og at fiskens retina kan absorbere opptil 75% av blå-grønt lys, mens menneskeretinaen bare kan absorbere ca. 30%. BLAXTER (1965) hevder at dypvannsfisk kan detektere dagslys i klart oseanisk vann ned til ca. 1000 m, mens tilsvarende dyp for kystvann vil være ca. 250 m.

Flere forfattere har også forsøkt å estimere torskens synsevne. GIRSA (1961) observerte at torsk beitet på polartorsk (Boreogadus saida) i belysning ned til 10^{-2} lux, mens den fortsatte å beite på sild (Clupea harengus) også i mørke ($<10^{-5}$ lux). PROTASOV (1964) fant fra torskeretinæns histologi at torskeøyet kan adapteres ned til 10^{-3} lux. Dette innebærer imidlertid bare at øyet når sin begrensning når det gjelder å kompensere for lave lysverdier ved dette nivået.

ANTHONY (1977) har i tankforsøk studert torskens evne til å oppfatte kontraster mellom belysningsnivåene til et testobjekt og bakgrunnen ved forskjellige belysningsnivåer. Han fant at ved 10^{-3} lux måtte denne kontrasten være ca. 7% for at torsk skulle oppfatte den. Ved 10^{-4} lux måtte kontrasten være ca. 8% og ved 10^{-5} lux måtte kontrasten være ca. 10%. Derfra steg kravene til kontrast raskt. Ved 10^{-6} lux måtte den være ca. 25%, og ved 10^{-7} lux måtte den være mer enn 50%. Anthony konkluderer med at det ikke finnes noe enkelt og generelt svar på hvor godt en fisk kan se forskjellige objekter. Dette begrunner han bl.a. med at objekt/bakgrunnskontrasten har en dynamisk sammenheng. Et objekt kan ved høy lysintensitet oppfattes som lysere enn bakgrunnen mens det ved lav lysintensitet oppfattes som mørkere. Følgelig vil det ved ett eller annet intermediært lysnivå ha sin minimale kontrastverdi.

Belysningsmålingene som ble foretatt under fiskeforsøk nr. 6 (Fig. 25) var bare ment som en veiledning til størrelsesordenen av belysningen i de aktuelle dyp og tidsrom. Kurven for måleserien foretatt 7. juli viser et noe underlig forløp. Dette var den eneste av måleseriene som ble utført helt til bunns. Det økende kurveintervallet mot bunnen kan derfor muligens tilskrives reflektert lys fra bunnen som igjen blir reflektert til måleokularet fra partikler i vannet. Andre forklaringer kan være en økning i innstrålingen under målingen, eller feil med måleapparatet.

Normalt settedyp under fiskeforsøkene har vært mellom 100 og 150 m. Fig. 25 indikerer at fisken i overskyet vær midt på natten på 150 m vil ha en belysning på mellom 10^{-3} og 10^{-4} lux mens belysningen om dagen vil være opptil mellom 1 og 10 lux på dette dypet. Sammenholdes dette med resultatene til ANTHONY (1977) er det grunn til å tro at torskene i hele fiskeforsøk nr. 1 og 6 har kunnet skille ut objekter med en kontrastdifferanse på mer enn ca. 8% både dag og natt.

Det foreligger ikke målinger av kontrastdifferanseintervallene til de aktuelle linetyperne innenfor det aktuelle belysningsintervallet. Slike målinger vil også være meget vanskelige å utføre. En relatering av resultatene fra fiskeforsøkene til de ovenfornevnte dataene vil derfor måtte bygge på antagelser. Det må være rimelig å anta at kontrastdifferansen til multifilamentlina vil ligge langt over 8% i en stor del av det aktuelle belysningsintervallet. Monofilamentlina er det vanskeligere å bedømme, men kontrastdifferansen vil i alle fall generelt ligge langt lavere enn for multifilamentlina.

Man kan tenke seg flere forklaringer på at fisk unngår å spise et agn som henger på en lett synlig line. Undersøkelser foretatt av bl.a. BEUKEMA (1968), COPPINGER (1969), HOGAN (1965), POLSKY (1977) og WARE (1971) har vist at vertebrate predatorer generelt, også fisk, gjennomgår en latensperiode før de angriper ukjente eller uvanlige bytter. GODIN (1978) observerte responser som tydet på både tiltrekning og frastøtning i latensperioden hos naive yngel av pukkellaks (Oncorhynchus gorboscha) konfrontert med Artemia salina. BEUKEMA (1968) konkluderte med at latensperioden, og atferdsmodifiseringen til predatoren overfor byttet i denne perioden, forklarer dannelsen av et såkalt søkebilde (searching image) hos bl.a. fisk. Et mønster av slike søkebilder danner utgangspunktet for fiskens beiteatferd. Agn-

biten kombinert med den lett synlige lina vil kanskje for fisken fremstå som et ukjent bytte, mens agnet som henger på den nesten usynlige monofilamentlina faller godt nok sammen med et søkebilde fisken har etablert til å bli akseptert.

En beslektet forklaring er knyttet til læringseffekten ved krokerfaring som ble påvist under atferdsforsøkene. En slik læring vil være avhengig av hvor godt situasjonen som medfører læringen er spesifisert. Dette vil her avgjøres av synligheten til lina. Dersom fisken ser den tilstrekkelig godt vil krokerfaringen være knyttet til lina. Det er ikke mulig ut fra det foreliggende materiale å vurdere den relative betydningen av disse forklaringene.

Størrelsesorden på differansen i fangstene mellom mono-og multifilamentlina kan være sterkt påvirket av at allerede krocket fisk eksiterer andre fisk til å bite (FERNØ et al. 1977). Rykkingen av krocket fisk i lina vil også føre til at agnene beveger seg, noe som også kan stimulere bitelysten (jfr. juksa).

Når synlighetshypotesen skal vurderes på bakgrun av materialet i denne undersøkelsen er det naturlig å ta utgangspunkt i en sammenligning av sommer- og vinterfangstene. Merfangsten av torsk var i sommerforsøket av størrelsesorden 400% mens den i vinterforsøket var av størrelsesorden 50%. Overflateverdiene for belysning kan i vinterforsøket ha ligget mellom 1 og 10 lux midt på dagen. Med en reduksjon på ca. 7 dekadere ned til 150 m blir belysningen ved bunnen som følge av innstråling 10^{-6} - 10^{-7} lux, verdier som sannsynligvis er mindre enn den reelle verdien som følge av bioluminescens (CLARKE & WERTHEIM 1956, CLARKE 1961, CLARKE & DENTON 1962). Sammenholdes dette med resultatene til ANTHONY (1977) er det grunn til å anta at forskjellen mellom kontrastdiffe-

ransene til monofilament- og multifilamentline ikke vil ha særlig betydning i det aktuelle belysningsintervallet.

Man kan derfor si at fiskeforsøkene understøtter synlighetshypotesen.

Den signifikante merfangst man tross alt oppnår i vinterforsøket kan da delvis skyldes frastøtende lukt fra multifilamentlina samt en eventuell effekt av forskjellige mekaniske egenskaper. I tillegg kan bioluminescens gjøre multifilamentlina mer synlig enn monofilamentlina, enten ved den tidligere omtalte turbulensvirkningen, eller ved at belysningen som følge av bioluminescens generelt er tilstrekkelig til å skape en forskjell mellom fangstevnen til de to linetyperne ut fra synlighetshypotesen.

SAMMENDRAG

Atferden til torsk og hyse er undersøkt i laboratorie- forsøk og feltforsøk med undervanns-TV med sikte på å klarlegge krokingsprosessen ved linefiske. Atferden til fisken er delt opp i atferdsmønstre som i sekvenser beskriver fiskens atferd.

Et atferdsmønster ("spurt") som består i at fisken ak- selerer hurtig med krok og agn i munnen er funnet best egnet til å danne utgangspunktet for formulering av en linekrok til torsk og hyse.

Krokformer valgt utfra denne forutsetning er prøvet i fiskeforsøk. En av disse krokene, Mustad Wide Gap, ga fangstøkninger på opptil 34% for torsk og 14% for hyse.

Monofilamentline fanget gjennomsnittlig 403% mer torsk og 87% mer hyse enn multifilamentline i juni/juli. I november var fangstøkningen bare ca. 50% for torsk. For- skjellen i synlighet mellom de to linetypene antas derfor å forklare det meste av fangstforskjellen.

Av den totale fangstøkningen på monofilamentlina skyldes ca. 90% egenskaper ved lineryggen mens bare ca. 10% skyldes de lange monofilamentforsenene og snuerne.

TAKK

Min takk går først og fremst til mine to veiledere, Steinar Olsen og Anders Fernø.

Steinar har vist en enestående imøtekommenhet når det gjelder å stille fartøyer, midler og andre fasiliteter til rådighet for denne undersøkelsen. Han har også deltatt aktivt i utformingen av opplegget for fiskeforsøkene, og ikke minst har han alltid vært lett å engasjere til samtale og konstruktiv kritikk.

Anders har i særlig grad bidratt både med råd og dåd under laboratorieforsøkene og i skrivefasen. De mange, lange og klargjørende samtalene vi har hatt gjennom hele undersøkelsesperioden har i avgjørende grad påvirket både opplegg og konklusjoner, og hans løpende korrektiv i skrivefasen har vært uvurderlig både for tempo og kvalitet.

Det er mange andre jeg skylder takk, spesielt skipre og mannskaper på "Fjellsegga" og "Singsholmen" samt de som har deltatt i gjennomføringen av forsøkene. Ingen nevnt - ingen glemt.

Svein Floen må imidlertid nevnes da han både har deltatt under fiskeforsøkene og har databehandlet deler av atferdsmaterialet.

Ludvik Karlsen skal ha takk for mange gode råd og vink under oppstartingen av fiskeforsøkene.

Gunn Nilsen har maskinskrevet manuskriptet aldeles utmerket. Det må bero på egyptisk avstamning siden hun har kunnet tyde mine hieroglyfer.

Sist, men ikke minst en takk til Hilde - for tålmodighet, overbærenhet og trøst i tunge stunder.

L I T T E R A T U R

- ✓ AASEN, O. 1965. Angelseleksjon ved pigghåfiske.
Fiskets Gang, 51:31-33.
- ALEXANDER, R.McN. 1970. Mechanics of the feeding action
of various teleost fishes. J.Zool. 162:
145-156.
- ✓ ALLEN, K.R. 1963. The Influence of Behaviour on the
Capture of Fish with Baits. Spec. Publs
int. Commn NW. Atlant. Fish. 1963(5):5-7.
- ✓ ANTHONY, P. 1977. Progress of fish vision research at
the Marine Laboratory Aberdeen. Int.
Coun. Explor. Sea, Gear and Behav. Wk.
Group Meet. Hull:1-5. Mimeo. (Unpublished).
- ✓ BATESON, W. 1889. The Sense Organs and Perceptions of
Fishes. J. mar. biol. Ass. UK 1:225-256.
- ✓ BEUKEMA, J.J. 1968. Predation by the three-spined stickle-
back (Gasterosteus aculeatus L.): The influ-
ence of hunger and experience. Behaviour
30:1-26.
- BEUKEMA, J.J. 1970. Acquired hook-avoidance in the pike
Esox lucius L. fished with artificial and
natural baits. J. fish biol. (1970) 2:
155-160.
- ✓ BLAXTER, J.H.S. 1965. Effect of change of light intensity
on fish. Spec. Publs int. Commn NW. Atlant.
Fish. 1965(6):648-661.

- ✓ BRAWN, V.M. 1961. Aggressive behaviour in the cod (Gadus callarias L.). Behaviour 18:107-147.
- ✓ BRAWN, V.M. 1969. Feeding Behaviour of Cod (Gadus morhua). J. Fish. Res. Bd Can. 26:583-596.
- CAMPBELL, R.C. 1974. Statistics for biologists. Cambridge University Press. 385 pp.
- ✓ CLARKE, G.L. 1961. The conditions of light in the sea with special reference to bioluminescence. Monogr. int. Un. Geod. Geophys. 10:101-103.
- ✓ CLARKE, G.L. & DENTON, E.J. 1962. Light and animal life. In M.N Hill (Ed.), The Sea. Vol. I. Wiley, New York:456-468.
- ✓ CLARKE, G.L. & WERTHEIM, G.K. 1956. Measurements of illumination at great depths and at night in the Atlantic Ocean by means of a new bathyphotometer. Deep Sea Res. 3:189-205.
- ✓ COPPINGER, R.P. 1969. The effect of experience and novelty on avian feeding behavior with references to the evolution of warning coloration in butterflies. Part I: Reactions of wild caught adult blue jays to novel insects. Behaviour 35: 45-60.
- ✓ FABRICIUS, E. 1961. Etologi. Scandinavian universtiy books. Läromedelsförlagen, Stockholm 189 s.
- ✓ FERNALD, R.D. 1977. Quantitative behavioural observations of Haplokromis burtoni under semi-natural conditions. Anim. Behav. 25:643-653.

- ✓ FERNØ, A., JOHANNESSEN, A., OLSEN, K.L., SOLEMDAL, P.,
TILSETH, S. & VALDEMARSEN, J. 1976.
Fish behaviour in relation to long lines
observed by TV. Coun. Meet. int. Coun.
Explor. Sea, 1976(B:38):1-7. [Mimeo.]
- FERNØ, A. & HUSE, I. 1978. The effect of experience on
the behaviour of cod towards a hook. Int.
Coun. Explor. Sea, Gear and Behav. Wk.
Group Meet. Bergen:1-3. [Mimeo.] (Unpublished).
- ✓ FERNØ, A., TILSETH, S. & SOLEMDAL, P. 1977. The behaviour
of whiting (Gadus merlangus) in relation
to long lines. Coun. Meet. int. Coun. Explor.
Sea, 1977(B:44):1-11. [Mimeo.]
- ✓ FORSTER, G.R. 1973. Line fishing on the continental slope.
The selective effect of different hook pat-
terns. J. mar. biol. Ass. U.K. 53:749-751.
- ✓ FULTON, T.W. 1904. The Rate of Growth of Fishes. Rept.
Fish. Bd Scot. 22:141-241.
- ✓ GIRSA, I.I. 1959. Effect of differences in illumination
on the Availability of food organisms to
certain fishes. Trudy Inst. Morfologii
Zhivotnykh Acad.Nauk. SSSR, 13:118-128.
(Fish. Res. Bd Can. Transl. Ser. No. 492.)
- ✓ GIRSA, I.I. 1961. Availability of food animals to some
fishes at different conditions of illumi-
nation. Trudy Soveshch. ikhtiol. kom. 13:
355-359. (Transl. Mar. lab. Aberdeen, 717.)

- ✓ GODIN, J.J-G. 1978. Behavior of juvenile pink salmon (Oncorhynchus gorbuscha Wallbaum) toward novel prey: influence of ontogeny and experience. Env. Biol. Fish. 3(3):261-266.
- ✓ HACKNEY, P.A. & LINKOUS, T.E. 1978. Striking Behavior of the Largemouth Bass and Use of the Binomial Distribution for its Analysis. Trans. Am. Fish. Soc. 107(5):682-688.
- ✓ HAMRE, J. 1968. Relativ fangstevne av ny fiskekrok for pigghå. Fiskets Gang, 46:793-796.
- ✓ HODGES, J.L. & LEHMAN, E.L. 1970. Basic concepts of probability and statistics. Holden - Day, inc., San Fransisco. 441 pp.
- ✓ HOGAN, J.A. 1965. An experimental study of conflict and fear: An analysis of behavior of chicks toward a mealworm I. The behavior of chicks which do not eat the mealworm. Behaviour. 25:45-97.
- ✓ HURUM, H.J. 1976. Med allverden på kroken. Grøndahl & Søn Forlag A/S, Oslo. 144 s.
- ✓ HØYLAND, A. 1973. Sannsynlighetsregning og matematisk statistikk. Del II. Statistisk metodelære. Tapir Forlag, Oslo. 222 s.
- ✓ KARLSEN, L. 1976. Basic studies of Norwegian longline gear. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1976 (B:27):1-9. [Mimeo.]

- KARLSEN, L. 1977. Undersøkelse av forskjellige redskapsparametres innvirkning på fangsteffektiviteten for line. FTFI-rapport nr. 661.1.-1-1: 1-76.
- ✓ LEMON, R.E. & CHATFIELD, C. 1971. Organization of song in cardinals. Anim. Behav. 19:1-17.
- ✓ MAGNAN, A. 1929. Les caractéristiques géométriques et physiques des poissons. Ann. Sci. nat. Zool. 10 (12):1-5.
- ✓ McKenzie, R.A. 1935. Codfish in captivity. Fish. Res. Bd Can. Prog. Rept Atlantic Biol. Sta. 16 (47): 7-10.
- ✓ McKENZIE, R.A. 1938. Cod take smaller bites in ice-cold water. Fish. Res. Bd Can. Prog. Rept Atlantic Biol. Sta. 22(61):12-14.
- ✓ McCracken, F.D. 1963. Selection by codend meshes and hooks on cod, haddock, flatfish, and redfish. Spec. Publs int. Commn NW. Atlant. Fish. 1963(5):131-155.
- MURPHY, G.I. 1960. Estimating abundance from Longline catches. J. Fish. Res. Bd Can. 17(1): 33-40.
- ✓ NICOL, J.A.C. 1963. Some aspects of photoreception and vision in fishes. Adv. mar. Biol. 1: 171-208.
- OSHIMA, Y. 1953. On the Pull of Fish Caught by Fish-hook. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 19(4):233-238.

- ✓ PARRISH, B.B. 1963. Some remarks on selection processes in fishing operations. Spec. Publs int. Commn NW. Atlant. Fish. 1963(5):166-170.
- ✓ POLSKY, R.H. 1977. The ontogeny of predatory behaviour in the golden hamster (Mesocricetus a. auratus). I. The influence of age and experience. Behaviour 61:26-57.
- ✓ PROTASOV, V.R. 1964. Some features of the vision of fishes. Inst. Morfologii Zhivotnykh, Acad. Nauk. SSSR, 5:29-48. (Transl. Mar. lab. Aberdeen, 717).
- ✓ SKUD, B.E. & HAMLEY, J.M. 1978. Factors Affecting Longline Catch and Effort. Int. Pac. Halib. Commn, Sci. Rep. 64:1-50.
- ✓ SLATER, P.J.B. 1973. Describing sequences of behavior. In Perspectives in Ethology. Plenum Press, New York:131-153.
- ✓ SOLEMDAL, P. & TILSETH, S. 1974. Reactions of cod (Gadus morhua L.) to smell stimuli from bait. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1974(F:40): 1-20. [Mimeo.]
- ✓ STRICKLAND, J.D.H. 1958. Solar Radiation Penetrating. The Ocean. A Review of Requirements, Data and Methods of Measurement, with Particular Reference to Photosynthetic Productivity. J. Fish. Res. Bd Can. 15(3):453-493.
- ✓ SÆTERSDAL, G. 1963. Selectivity of Long Lines. Spec. Publs int. Commn NW. Atlant. Fish. 1963(5):189-192.

- ✓ TILSETH, S., SOLEMDAL, P. & FERNØ, A. 1978. Behaviour studies of fish reaction to long lines. Coun. Meet.int. Coun. Explor. Sea, 1978 (B:22):1-9. [Mimeo.]
- † WARDLE, C.S. & ANTHONY, P.D. 1973. Experimental methods used for the study of fish behaviour in large tanks. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1973(B:22):1-6. [Mimeo.]
- WARE, D.M. 1971. Predation by rainbow trout (Salmo gairdneri): The effect of experience. J. Fish. Res. Bd Can. 28:1847-1852.
- WOODHEAD, P.M.J. 1966. The behaviour of fish in relation to light in the sea. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 1966(4):337-403.