

97j

Mes. 2

~~Afrikken~~

Fiskeridirektoratets
Bibliotek

Beiting på egg av norsk vårgytende sild (Clupea harengus
Linné) på Buagrunnen utenfor Møre i 1980 og 1981.

Hovedoppgave i fiskeribiologi

av

Reidar Toresen

Høsten 1982

Institutt for Fiskeribiologi
Universitet i Bergen

Denne hovedoppgaven kom i stand i samråd med ledelsen ved Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI) og den går inn som en del av NFFR prosjektet, Samspill mellom kystnære bestander på Mørekysten. Ansvarlig for dette prosjektet er professor dr. philos. Olav Dragesund

Arbeidet med oppgaven er i vesentlig grad utført ved Institutt for Fiskeribiologi (IFB) Universitet i Bergen. Uten god støtte fra FHI når det gjaldt den praktiske gjennomføringen i felt, hadde det imidlertid ikke vært mulig å gjennomføre undersøkelsen slik det ble gjort.

En rekke personer har på forskjellig måte medvirket til at oppgaven er blitt praktisk gjennomførbar. Blant dem som spesielt bør takkes i den anledning er:

Professor dr. philos. Olav Dragesund for god veiledning under hele arbeidet.

Direktør Gunnar Sætersdal ved FHI for gjennomlesning og diskusjon av manuskriptet.

Forsker John Dalen ved FHI for gjennomlesning og diskusjon av de deler av oppgaven som omhandler akustisk metode.

Forsker Einar Lied ved Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt, for veiledning under gjennomføring av fordøyelseshastighetsforsøket.

Aage Takvam og Gunnar Bakke ved IFB for god hjelp under arbeid i felt og opparbeiding av biologisk materiale.

Jessie Pereira som har maskinskrevet oppgaven.

Jeg vil til slutt rette en takk til øvrige ansatte og medstudenter ved IFB hvis positive holdning har vært til uvurderlig støtte gjennom hele studietiden.

INNHOOLD:

	Side
1. Innledning	1
2. Beskrivelse av biotop	3
3. Materiale og metoder	6
3.1. Prøvetaking	6
3.2. Opparbeiding av prøver	7
3.3. Magetømmingshastighet	8
3.3.1. Forsøksoppsett	10
3.3.2. Gjennomføring av forsøk	11
3.4. Akustisk mengdemåling	12
3.4.1. Instrumentering	14
3.4.2. Toktopplegg	14
4. Resultater og diskusjoner	16
4.1. Artsspesifikk eggbeiting	16
4.1.1. Hyse	16
4.1.2. Torsk og sei	18
4.2. Lengdespesifikk eggbeiting	19
4.3. Magetømmingshastighet	24
4.3.1. Magetømmingskvotient	24
4.3.2. Tømmingshastighet av mageinnhold relatert til fiskelengde	26
4.3.3. Tømmingshastighet av mageinnhold relatert til mengde egg i magen	28
4.4. Mengdeestimat av torsk, hyse og sei på Buagrunden.	30
4.4.1. Akustiske observasjoner 1980	30
4.4.2. Mengdeberegningen, 1980	34
4.4.3. Akustiske observasjoner 1981	37
4.4.4. Mengdeberegning, 1981	43
4.5. Total eggbeiting på Buagrunden i 1981	48
4.5.1. Andel eggbeitere av den totale hyse- bestanden på Buagrunden	49
4.5.2. Eggenes eksponeringstid	52
4.5.3. Estimat over total eggbeiting i 1981	54
5. Sammendrag	58
6. Litteratur	60
7. Symbolliste	66

1. Innledning.

Bestanden av norsk vårgytende sild kan deles i to komponenter, en nordlig og en sydlig (Hamre og Røttingen 1980). Den nordlige komponenten som er klart den største, gyter på strekningen Buagrunden - Lofoten og beiter i samme området. Den overvintrer i fjordene i Lofoten. Den sydlige komponenten gyter og beiter på Sunnmøre. Dette utbredelsesmønsteret har vært karakteristisk for denne bestanden etter at den nesten ble utfisket i slutten av 60-årene. Det naturlige utbredelsesmønster er annerledes (Devold 1961, Dragesund, Hamre, Ulltang 1980).

Selve gytingen foregår på 70 - 180 meters dyp og strekker seg over et tidsrom på 1 - 1½ måned. Midtpunktet for gytingen har de senere årene vært fra begynnelsen av mars til rundt 20. mars. Eggene legges på fjell, stein eller grus, og har en inkubasjonstid på 18 - 24 dager avhengig av temperaturen på gytefeltet (Blaxter og Hempel 1963).

Under inkubasjonstiden er eggene utsatt for beiting. Beiting på egg til demersalgytere har vært gjenstand for ulike undersøkelser. Så tidlig som i 1923 ble fenomenet hysebeiting på sildeegg ("spawny haddocks"), studert av Bowman utenfor østkysten av Skottland (Bowman 1922). Undersøkelsene i dette arbeidet gikk hovedsakelig ut på lokalisering av gytefelt, og de økologiske aspekter kom mer i bakgrunnen. I 1965 ble fenomenet belyst igjen, denne gangen ved Templeman's studier av beiting på loddeegg utenfor kysten av Newfoundland (Grand Banks), og igjen var det hyse som var hovedpredator (Templeman 1965). Studier av torskens mageinnhold i de samme områdene viste at den beiter på andre organismer. Ti år senere ble det gjort økologiske studier på gytefeltene til lodda i Barentshaver og man fant bl.a. at også her beiter hysa på egg som ligger på bunnen (Sætre og Gjørseter 1975). Det har imidlertid vært vanskelig å få kvalitative mål for slik beiting.

I 1978 gjorde Johannessen studier av beiting på sildeegg i Lindåspollene utenfor Bergen. Her var småtorsk hovedpredator (Johannessen 1980). Johannessens studier er kvantitative og

bringer inn aspekter som fordøyelseshastighet og mengde/utbredelse av predatoren.

At hyse beiter på sildeegg på gytefelt på Møre har lenge vært kjent (Dragesund og Nakken 1973), og sildeegg i hysemager har vært et godt tegn på at silda har gytt.

I denne oppgaven ble torsk, hyse og sei valgt som mulige beitere på sildeegg fordi de alle er fisk med stor grad av næringsøk i tilknytning til bunnen. Dette gjelder særlig torsk og hyse. På Mørkysten finner en dessuten viktige gytefelt for torsk, hyse og sei. Foruten de lokale bestandene er det et stort tilsig fra andre områder. Dette medfører at konsentrasjonen av de nevnte arter er forholdsvis høy i de aktuelle områdene. Tilsig av torsk, hyse og sei faller også sammen i tid med gytetida for silda (Godø og Toresen 1981).

Målsettingen med denne oppgaven er å beregne den totale beitingen på sildeegg i et område utenfor kysten av Møre der silda gyter (Buagrunnen). Dette blir gjort ved å:

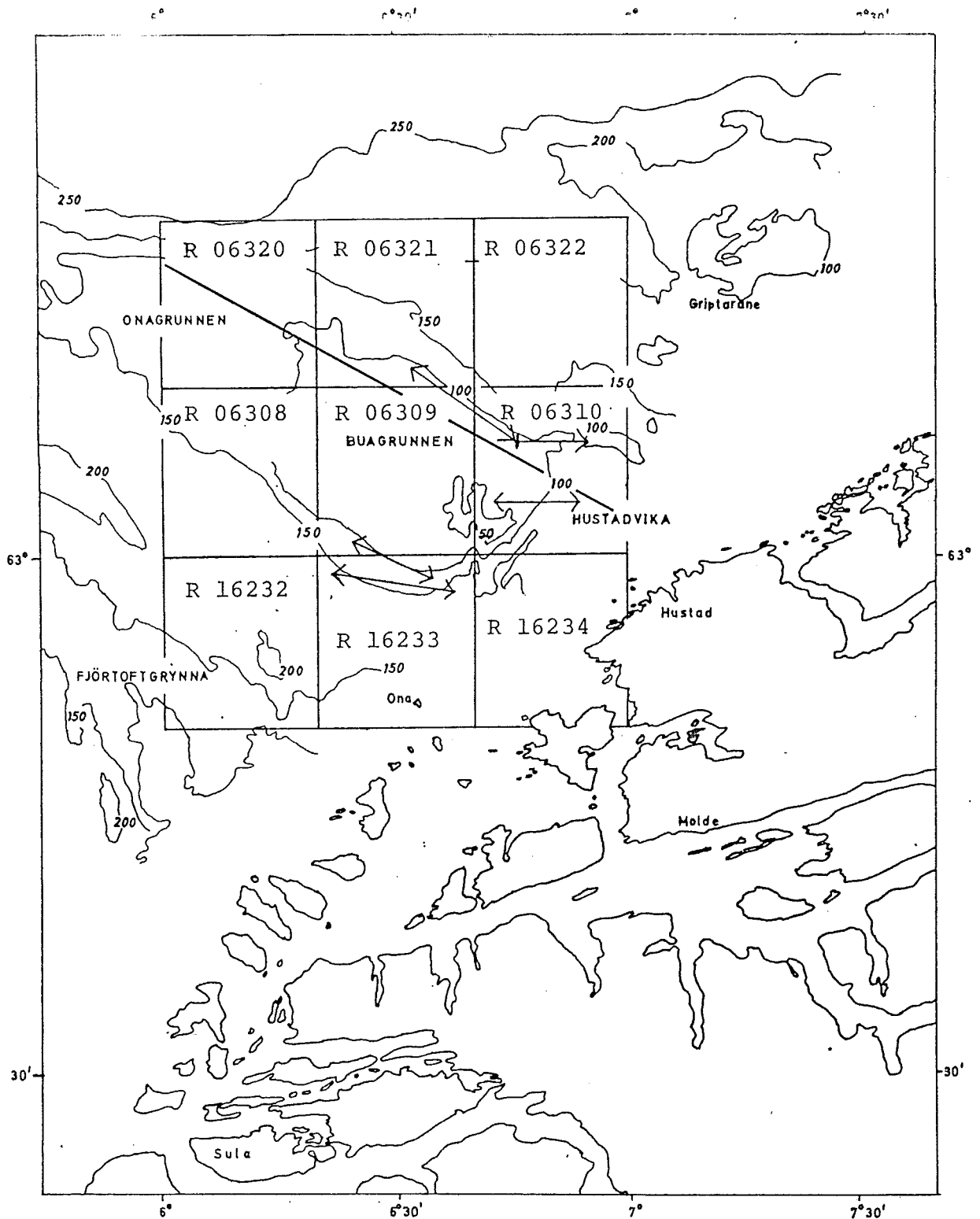
- klargjøre hvor mye sildeegg enkeltindivider av torsk, hyse og sei tar til seg på gytefeltet.
- komme frem til et mål for hvor fort ~~eventuelle~~ predatorer tømmer magen for sildeegg for derved å kunne beregne hvor stort beitetrykk de kan utgjøre i løpet av den tiden det tar før eggene klekker.
- estimere eventuelle predatorers mengde og studere deres utbredelse.

2. Beskrivelse av biotop.

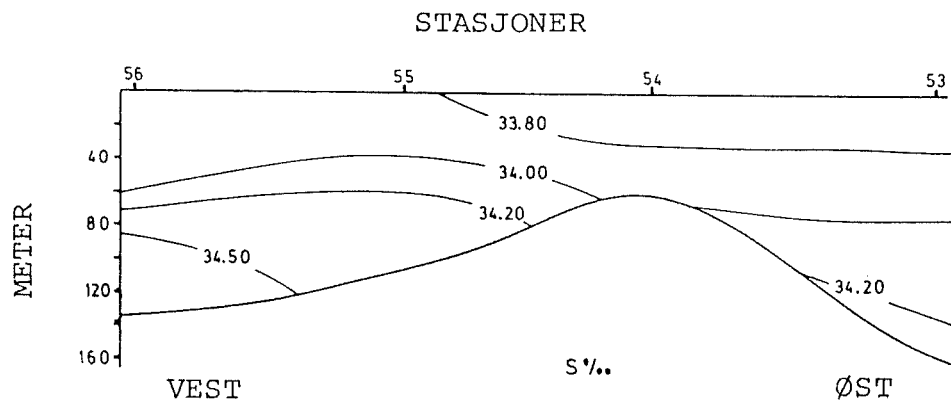
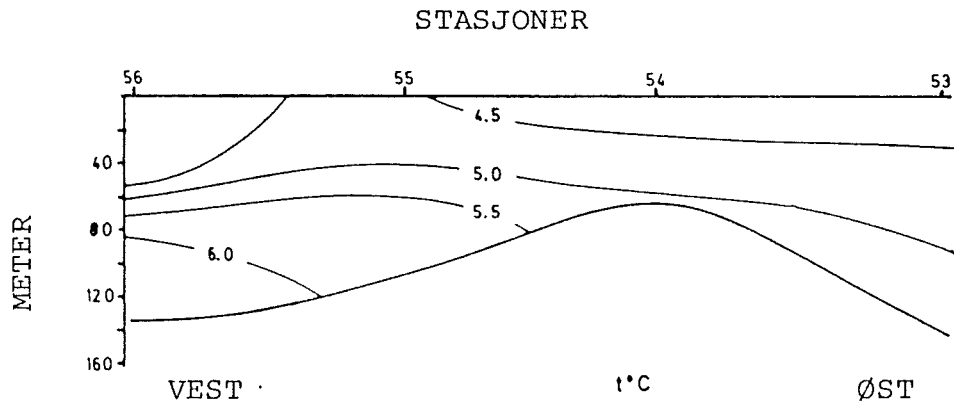
Buagrunnen er et bankplatå som strekker seg fra 7 til 25 nautiske mil fra land, nordvest for Hustadvika på Møre (figur 2.1.). Omlag 180 nm^2 av banken er grunnere enn 100 meter og det grunneste punktet har en dybde på 48 m.

Substratet på Buagrunnen består for det meste av stein og grus med fjellnabber på de grunneste partiene. På nordøstsiden og sydsiden, fra 80 til 140 meters dyp består bunnen av noe finere materiale. Disse områdene er om vinteren og våren regnet for å være blant de beste trålfeltene på Møre (pers. kom. trålskipper Solheim, S. 1980). Det er forøvrig gode garnfelt over hele grunnen.

Figur 2.2. viser et hydrografisk snitt over Buagrunnen i mars 1980. Snittet beskriver den typiske vårsituasjonen i området. Vannmassene over Buagrunnen består hovedsakelig av to komponenter (Sundby og Sætre 1977). Nærmest kysten finner vi kystvann som er en blanding av vann fra tre opprinnelser; Østersjøen, Nordsjøen og elveutløp fra Norge. Dette vannet er karakterisert ved lav saltholdighet. Lengre ute går det saltere Atlanterhavsvannet med en saltholdighet på over 34,5 promille. Kystvannet ligger som en kile innenfor og over det tyngre Atlanterhavsvannet. Langs hele kysten er den midlere bevegelse nord og østover langs kysten. De sterkeste strømmene er vanligvis langs eggakanten (Sundby og Sætre 1977).



Figur 2.1. Kart over deler av Møre og Romsdal med tilstøtende fiskefelt. Trålfelt. Trålfelt på Buagrunnen er angitt med piler. Rutenummer (R) er angitt innenfor hver rute. Den heltrukne linje er det hydrografiske snittet (Fig. 2.2.)



Figur 2.2. Hydrografisk snitt over Buagrunnen, 16-20 mars 1981. Øverst temperatur, nederst saltholdighet.

3. Materiale og metoder.

Materiale^{er} samlet inn i 1980 og 1981. I 1980 foregikk prøvetakingen i tiden fra 27. februar til 30. mars. Prøvene ble tatt fra trålfangster landet på ulike fiskemottak langs Hustadvika. Alle prøver er tatt fra trålfangster på Buagrunden (Fig. 2.1.). Mannskapet på noen få trålere som fisket i området ble orientert om problemstillingen og avtaler ble inngått for å få rund fisk til prøver. Det ble overfor mannskapet presisert at fisk som ble lagt til siden for prøvetaking måtte være tilfeldig utplukk fra fangsten. Jeg var selv med på feltet noen ganger for å påse at det ble samlet riktig. Vi la opp til et system der det ble lagt til side 100 hyse annenhver dag og 50 torsk + 50 sei annenhver dag. Dette fungerte bra når været var godt nok til å fiske.

I den siste uka av prøvetakingsperioden i 1980 ble F/F "Johan Hjort" nyttet. Formålet med toktet var å estimere mengden av torsk, hyse og sei i området (Godø og Toresen 1981).

I 1981 foregikk prøvetakingen i tiden fra 25. februar til 15. april. I motsetning til prøvetakingen i 1980 ble prøvene dette året i langt større grad tatt på feltet med forskningsfartøyer, da både F/F "Håkon Mosby" og F/F "G.O. Sars" ble nyttet i undersøkelsene. Prøvetakingen på forskningsfartøyene ble enten gjort ved å ta prøver av hele fangsten eller, etter å ha sortert fisken, ved å ta prøver av deler av fangsten.

3.1. Prøvetaking.

Følgende² (parametre) ble tatt med under prøvetakingen i felt. Det ble brukt samme prosedyre og metode for separatprøveinnsamling som er vanlig ved innsalming av materiale ved Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt. En kort beskrivelse av metodikken følger hver parameter.

Lengdemåling. Alle lengder ble målt i cm og (avrundet til nærmeste hele cm). Den er målt fra fremste snute

med munnen igjen til bakre ende av helefinnen når fisken ligger naturlig utstrakt.

Alder. Otolittene ble dissekert ut fra fiskens hode/ved å lage et snitt på skrå inn i hjernen like bak fiskens øye. Resultatene av aldersbestemmelsene er ikke tatt med i denne oppgaven.

Kjønn og modenhet. Gonadene ble undersøkt og kjønn og modenhet ble bestemt etter tabeller brukt ved F.H.I. Resultatene er ikke med i denne oppgaven.

Mageprøver. Hvis magen ikke var tom ble oesophagus og pylorus snørt sammen med hyssing og hele magen med innhold ble tatt ut og konservert på glass i 10% formalin. I 1980 ble magene samlet i tre hovedgrupper etter lengden på fisken, 30-39 cm, 40-49 cm og 50-59 cm. I 1981 ble hver av disse tre gruppene delt i to slik at jeg fikk seks grupper, hver på 4 cm intervall. I tillegg fikk jeg en gruppe med lengde 60-64 cm. Hvis magen syntes tydelig å inneholde andre ting enn sildeegg ble den sprettet på stedet og innholdet ble notert.

Alle (parametre)² ble notert på standardiserte prøvetakingskonvolutter, og otolittene ble lagt i disse. I tillegg fikk hver konvolutt et nummer som også ble notert på en lapp som ble festet til hver enkelt mage. På den måten var det mulig å sammenligne de ulike parametrene med fiskens mageinnhold.

3.2. Opparbeiding av prøver.

Følgende prosedyre ble fulgt for opparbeiding av mageprøver av torsk, hyse og sei.

Magens volum. Hele magen m/innhold ble senket i et målebeger med vann og volumet avlest. Det ble avrundet til nærmeste femte ml.

Våtvekt. Mageinnholdets ulike bestanddeler ble veid hver for seg.

Eggenes alder. Karakteristiske trekk ved de ulike bestanddeler av mageinnholder kan best studeres i prøver fra magens fremre del fordi innholdet er mindre fordøyd her (Hempel og Hempel 1968). Endel egg ble plukket ut herfra og deres alder i antall dager ble bestemt ved gjennomlysning under binocular. ✓

Totalantall egg. Magens innhold ble spredt utover en glassplate og store partikler ble fjernet. Glassplaten ble lagt på et millimeterpapir. Eggene ble strøket jevnt utover platen så de dannet et tynt lag. Arealet som eggene og eventuelle småpartikler som sand og smådyr dekket ble notert. Omlag 10 ruter á 1 cm^2 ble tilfeldig tatt ut og eggene innenfor disse ble talt. Et midlere antall egg i rutene ble beregnet og ganget opp med totalarealet som mageinnholdet dekket (Bowman 1922).

Kvantifisering av andre næringsorganismer. Alle fisk ble artsbestemt, veid og lengdemålt hvis mulig. Krypdyr ble sortert på ordensnivå og veid. Andre næringsorganismer ble sortert og veid som egen gruppe.

Dataene fra kvantifiseringen av andre næringsorganismer enn sildeegg foreligger, men resultatene ligger utenfor rammen til denne oppgaven.

3.3. Magetømmingshastighet.

Når en skal beregne hvor mye en gitt fiskeart (predaterer) på et bytte gjennom en viss tid må en ha kjenskap til hvor fort fisken fordøyer det den har spist. Begrepet, "fordøyelseshastighet" blir i denne sammenhengen brukt i ordets videste betydning. ✓

ning, nemlig den tiden det tar for mageinnholdet å forlate magesekken. Det er først og fremst dette som har betydning rent økologisk og ikke hvor fort de oppspaltede stoffene blir absorbert i tarmene, selvom også denne prosessen har noe å si for hvor fort magens innhold tømmes (pers.kom. Lied Einar, Vitamininst.).

Informasjon om magetømmingshastigheten kan en ^{oppnå} ikke få ved å samle inn mageprøver ^{med} ~~mindre~~ fisken vi studerer har tydelige daglige sykluser i matinntak. Man kunne da måle lengden på syklusen og få et rimelig mål for magetømmingshastighet ved å se på hvor mye mat fisken hadde i gjennomsnitt gjennom syklusen, (Jones 1974). Hyse har ikke matinntakssyklus som er praktisk målelig med dagens redskap. Den beste måten å få kjenskap til magetømmings^{hastighet}(~~rater~~) er derfor ved kontrollerte eksperimenter.

Det har vært gjort endel forsøk med ulike fiskearter og ulike typer fôr for å finne ut hvor fort fisk fordøyer ulike næringsorganismer (Hunt 1960, Windell 1966, Tyler 1970, Jones 1974, El-Shamy 1976, Doble & Eggers 1978, Jones 1976, Jobling & Davies 1979 og Jobling 1980). I disse arbeidene blir det lagt vekt på følgende hovedfaktorer som bestemmende for fordøyelseshastigheten; temperaturen, størrelsen på predatoren, måltidsstørrelsen og type mat. Man har videre satt opp matematiske modeller for å beskrive fordøyelsesforløp hos ulike fiskearter. Det synes imidlertid vanskelig å sette opp noen generell modell for fordøyelseshastighet da denne varierer sterkt mellom de ulike arter og ulike fôrtyper (Jobling 1981). Jones (1974) gjorde imidlertid forsøk med hyse og fant at magetømmingsraten kunne uttrykkes ved følgende relasjon:

$$r = Q \cdot \left(\frac{L}{I}\right)^{k_1} \cdot \left(\frac{W}{W}\right)^{k_2}$$

hvor r = tømmingshastigheten av mageinnhold

Q = fordøyelseshastighetskvotient. Denne angir den gjennomsnittlige tømmingshastigheten til fiskene i

forsøket. Verdien til Q avhenger av temperaturen, type fôr og foringsmetode (ett eller flere måltider).

L = fiskelengde (cm).

l = gjennomsnittlig lengde til fiskene i forsøket.

W = vekt av mageinnhold (gram våtvekt).

w = gjennomsnittlig fôrmengde pr. kg fisk for alle fiskene i forsøket.

k_1 og k_2 er konstanter som er avhengige av type fôr temperaturen og foringsmetode (ett eller flere måltider).

Jeg valgte å gå ut fra den samme generelle formelen og ved å kjøre et eget forsøk, beregne verdiene av Q , k_1 og k_2 .

3.3.1. Forsøksoppsett. Det ble nyttet et 25 m^3 stort basseng som skulle tjene til oppbevaringsplass for fiskene. Gjennom dette bassenget fløt det sjøvann på 34,0 promille og med en konstant temperatur på $7,0^\circ\text{C}$. Over bassenget var det et telt og i taket var det to lyskilder som hadde døgnvariasjon i lysintensiteten. I tillegg til bassenget ble det brukt et mindre kar på ca. 1 m^3 hvor fiskene ble oppbevart umiddelbart før foring. Fiskene ble bragt fra det ene karet til det andre ved hjelp av en finmasket hov.

For å få et fôr som i størst mulig grad ligner på det som fiskene tar til seg i naturen, ble det brukt befruktede sildeegg. Befruktede sildeegg har en mye sterkere chorion enn ubefruktede egg, noe som kunne ha en del å si for nedbrytnings-
hastigheten av eggene i magen. Det ble derfor under toktet med F/F "Håkon Mosby" strøket et stort antall sild. Eggene ble oppbevart i en pøs med sjøvann og melke fra hanner ble tilsatt. Ytterligere mer vann ble tilsatt og etter ca. $\frac{1}{2}$ time ble de befruktede eggene dypfryst. Dna!

Det ble brukt hyse som forsøksdyr. Fiskene ble fanget med finmasket not ved Sotra utenfor Bergen. De ble brakt til forsøksstedet i et omlag 1 m^3 stort kar. Fiskene fikk oksygen underveis og ble lite skadet. De ble sluppet ut i bassenget og ble oppbevart der i to uker for aklimatisering før forsøket startet. I denne tiden ble de foret to ganger med opphakkert brisling for å holde fordøyelsessystemet i gang. 49 fisk med lengder fra 42 til 62 cm var med i forsøket.

3.3.2. Gjennomføring av forsøk. Fóret ble tint i sjøvann til det hadde konsistens som en tynn grøt. Eggene ble fylt i en kakesprøyte som på forhånd var kalibrert til å gi porsjoner á 10 g sildeegg i våtvekt. I forkant var sprøyten forsynt med en 15 cm lang slange. Grupper på 10 fisk ble hovet over i det mindre karet. Etter lengdemåling av fisken ble slangen på sprøyten ført innenfor eosophagus på fisken og en viss mengde sildeegg ble gitt avhengig av fiskens lengde (tab. 3.1.). Fisk med lengde 42-49 cm fikk 10 g fó, fisk med lengde 50-59 cm fikk 20 g fó og fisk med lengde over 60 cm fikk 30 g fó. Denne fórmengden ble beregnet ut fra fiskens teoretiske vekt med det utgangspunkt at ingen individer skulle få mer enn 1,6 % av sin vekt i fórmengde, (pers. kom. Lied, E. og Braaten, B.). Denne grensen ble satt for å unngå oppgulp av fó fra individer som hadde tom mage før foring. Innenfor hver av de tre gruppene varierte fórmengde pr. kg fisk fra ca. 9,0 til ca. 16,0 g. Gjennomsnittlig fórmengde pr. kg fisk for de tre gruppene var ca. 12,0 g eller 1,2 % av deres egen kroppsvekt.

Fiskene ble etter fóring sluppet ut i en avlukket del av bassenget. 49 fisk ble foret på $2\frac{1}{2}$ timer.

Hver 12. time ble fem fisk tilfeldig plukket ut fra bassenget. De ble lengdemålt og eggene som var igjen i mage^m ble veid. ✓

Tabell 3.1. Tabellen viser antall fisk (n) pr. sentimetergruppe (L), fôr i antall gram (E) de ulike gruppene fikk, den teoretiske fiskevekt i gram ($fw=1/100 L^3$) for hver gruppe og hvor mye fôr ($F=E/fw^{-3}$) de ulike lengdegruppene fikk i forhold til sin egen vekt.

L	n	E	fw	F
42	4	10	740,9	13,49
44	2	10	851,8	11,73
45	3	10	911,3	10,95
46	4	10	973,4	10,27
47	5	10	1038,2	9,63
48	5	10	1103,9	9,04
49	1	10	1176,5	8,49
50	2	20	1250,0	16,00
51	2	20	1326,5	15,07
52	1	20	1406,0	14,22
53	2	20	1488,7	13,43
54	5	20	1574,6	12,70
55	1	20	1663,7	12,02
56	1	20	1756,2	11,38
57	2	20	1851,9	10,80
58	2	20	1951,1	10,25
59	1	20	2053,8	9,73
60	3	30	2160,0	13,88
61	1	30	2269,8	13,21
62	2	30	2383,3	12,58

3.4 Akustisk mengdemåling.

For å beregne mengden av bunnfisk i området ble akustisk mengdemåling benyttet.

Akustisk kartlegging av bunnfisk startet i Barentshavet i 1970 (Hysten et al. 1972). Med økende erfaring har en forsøkt å mengdemåle bunnfiskartene (Dalen, Hysten og Smedstad 1977, Dalen og Smedstad 1979a), og undersøkelsene i Barentshavet er etterhvert kommet inn i faste rutiner. Dalen og Smedstad (1979b) har

skissert metodikken som også er grunnlaget for mengdeestimatene i denne oppgaven.

På tross av en rivende utvikling på instrumentsiden og en stadig økende erfaring innen fagområdet, undervannsakustikk, er mengdemåling av fiskebestander med akustiske instrumenter stadig heftet med feil som man i sterkt varierende grad har kontroll over. Man har sjelden optimale forhold å arbeide under i felt og feilkilder som gjør seg gjeldende i forbindelse med sjøgang, bunnforhold og de registererte arters posisjon i vannsøylen må fremdeles vurderes etter skjønn i større eller mindre grad. Tetthetskoeffisienter (C-verdier), for omregning fra ekkomengde til fisketettheter for ulike arter har vært i søkelyset i forbindelse med feilkilder ved akustiske målinger og nye momenter blir stadig belyst omkring de ulike arters målstyrke i felt (Olsen 1979, Olsen 1980, Olsen 1981, Dalen og Løvik 1981, Foote 1979, Ona unpubl.).

Akustisk metoder viser seg allikevel i mange tilfeller å være den eneste brukbare mengdemålingsmetode, og ved gjentatte undersøkelser får man i alle tilfeller relative mål for bestandsstørrelsen.

Det ble gjennomført ett tokt i 1980 (med F/F "Johan Hjort"), og to tokt i 1981, et med F/F "Håkon Mosby" og et med F/F "G.O. Sars". Formålet med disse toktene var å estimere mengde og studere utbredelse av bunnfisk fra Stadt til nord av Buagrunnen i mars-april. Undersøkelsene på Buagrunnen går inn som en del av denne oppgaven. Buagrunnen er i denne sammenheng definert å omfatte det området som dekkes av rutene 16232-16234, 06308-06310 og 06320-06322 (fig. 2.1.).

3.4.1. Instrumentering. Tabell 3.2. viser instrumenteringen til de tre båtene. Alle fartøyene har skrogmonterte svingere. Ekkoloddene er koblet til digitale integratorsystemer og det ble nyttet seks dybdekanaler. Første kanal var fra 10-50 m og påfølgende var alle 50 m. ?

Tabell 3.2. Instrumenteringsdata for F/F "Johan Hjort" (1980), F/F "G.O. Sars" (1981) og F/F "Håkon Mosby" (1981). Kildnivå + mottakerfølsomhet er målt mot en kule med målstyrke (MS) = -29,0 dB for J. Hjort og G.O. Sars, og mot en kule med MS = -26,6 dB for H. Mosby. (Referanser for dB-verdiene for kildnivå og mottakerfølsomhet er forskjellige, henholdsvis 1 μ Pa ref. 1 m og 1 V pr. μ Pa.)

Instrumentering	"J. Hjort"	"G.O. Sars"	"H. Mosby"
Ekkoloddtype	EK S	EK S	EK 400
Frekvens	38 kHz	38 kHz	38 kHz
Kildnivå + Mottakerfølsomhet	144,4 dB	143,6 dB	138,2 dB
Pulslengde	0,6 ms	0,6 ms	1,0 ms
Båndbredde	3,0 kHz	3,0 kHz	3,3 kHz

3.4.2. Toktopplegg. I 1980 ble toktet gjennomført i tiden 25-30 mars. Undersøkelsesområdet var fra Stadt til nord av Buagrunnen. Kurslinjene ble lagt opp på grunnlag av erfaring fra tidligere undersøkelser i området og på grunnlag av observasjoner av fiskeforekomster under veis. Kursmønsteret kan beskrives som en blanding av sikk-sakk kurser og parallelle kurser. Ulike måter å legge opp kursnettet på er undersøkt av flere forskere (Yates 1965, Nicherson og Dowd 1975, Shotton og Dowd 1975 og Aglen 1982) og man har kommet frem til at en kombinasjon av parallelle kurslinjer og sikk-sakk kurser gir det beste resultat hvis man passer på å gå litt tettere kurser i de fiskerikeste områdene.

Integrert ekkomenngde fra bunnfisk ble registrert for hver nautisk mil i områdene med størst fisketetthet. De tetteste kurslinjene ble også lagt opp i disse områdene. Ellers ble

midlere integratorverdi for hver femte nautiske mil notert. Integrert ekkomengde av bunnfisk ble fordelt mellom torsk og hyse som en kategori og sei og annen bunnfisk som en annen kategori etter type registrering på ekkoloddpapiret.

I 1981 ble toktene gjennomført i tiden 16-27 mars og 6-15 april. Undersøkelsesområdet var det samme som for toktet i 1980. Kurslinjer ble lagt opp etter de samme prinsipper som i 1980.

Følgende tetthetskoeffisienter (C-verdier) for omregning fra ekkomengde til fisketettheter (antall fisk/nautisk mil²) for de forskjellige artene ble brukt:

$$C_{\text{torsk}} = 5,25 \times 10^6 \times L^{-2,18}$$

$$C_{\text{hyse}} = 1,72 \times 10^6 \times L^{-1,69}$$

$$C_{\text{sei}} = 3,64 \times 10^6 \times L^{-2,09}$$

*Det er dette H1 har
brukt.*

Omregnet etter Foote (1980).[?]

der L er fiskens lengde.

C-verdien for torsk er basert på 2 ^etellekalibreringer (Dalen og Smedstad 1982) sammen med numerisk behandling av kontrollerte målstyrkeobservasjoner (Foote og Nakken 1978) og atferdsobservasjoner (Olsen 1971). C-verdien for hyse er basert på en tellekalibrering i Barentshavet i 1976 (Dalen og Smedstad 1982) sammen med numerisk behandling av kontrollerte målstyrkeobservasjoner (Foote og Nakken 1978) og atferdsobservasjoner. C-verdien for sei er omregnet fra C-verdien for torsk på grunnlag av forskjell mellom de midlere spredetverrsnittene (scattering cross-section) til de to artene.

Fra Foote

C-verdiene som ble nyttet i 1980 ble også brukt i 1981, da ytelsen av de ulike ekkolodd og integratorer var uforandret fra år til år.

4. Resultater og diskusjoner.

Av praktiske grunner er rådata utelatt. Om ønskelig kan disse stilles til disposisjon ved henvendelse til Institutt for Fiskeribiologi, Universitet i Bergen.

4.1. Artsspesifikk eggbeiting.

Tabell 4.1. viser antall mager undersøkt av torsk, hyse og sei i 1980 og i 1981. Tabellen viser også hvor mange av disse magene som inneholdt sildeegg. Mageprøvene stammer fra ulike lokaliteter på Buagrunnen.

Tabell 4.1. Antall mageprøver i 1980 og i 1981 og hvor mange av disse som inneholdt sildeegg. Prøvene gjelder fisk som er større enn 30 cm. Alle prøvene er tatt i gytetida for sild.

Art	År					
	1980			1981		
	Antall prøver	Antall m/egg	% m/egg	Antall prøver	Antall m/egg	% m/egg
Torsk	269	0	0	488	1	0
Hyse	501	205	40,9	623	293	47,0
Sei	123	3	1,5	169	2	1,2

4.1.1. Hyse:

Det foreliggende materiale viser at hysa har liten konkurranse om sildeegg fra torsk og sei. Tabell 4.2. viser resultater av mageprøvene på trålstasjoner hvor det ble funnet eggbeitere i 1981. Trålstasjoner hvor det ikke ble funnet eggbeitere er utelatt i disse beregningene fordi mageinnholdet tyder på at man ikke har trålt i et gytetfelt for sild. På trålstasjoner hvor det ble funnet eggbeitere hadde 47,8% av hysa (hyse >30 cm) sildeegg i magene i 1981. På to stasjoner hadde 70% av hysa sildeegg i magene. Det var ingen korrelasjon mellom antall hyse i fangstene og andel hyse med sildeegg i magene. Av mager med sildeegg hadde 24% andre næringspartikler eller sand blandet med eggene. Av disse inneholdt 2/3 krill sammen med egg, mens ca 1/3 hadde sand blandet med eggene. På trålstasjonene med

Tabell 4.2. Resultater av mageundersøkelser av hyse på trålsta-
sjoner hvor det ble funnet eggbeitere, 16/3 - 12/4
1981. Hyse >30 cm.

H.M. = F/F "Håkon Mosby" og G.O.S. = "F/F "G.O. Sars".

Dato	Skip	St.nr	Ant.mager	% m/egg	% m/egg + sand	% m/egg + krill	% m/annet
16/3	H.M.	7	170	62	0	12	18
18/3	H.M.	12	104	68	20	3	14
22/3	H.M.	19	22	9	0	100	63
25/3	H.M.	22	28	71	10	35	28
9/4	G.O.S.	131	48	19	0	33	48
10/4	G.O.S.	133	30	70	0	14	13
11/4	G.O.S.	135	11	18	0	0	18
11/4	G.O.S.	136	99	19	0	29	30
12/4	G.O.S.	137	101	44	5	23	32

eggbeitere inneholdt ca 26% av hysemagene helt andre nærings-
organismer enn egg. Dette var krill, slangestjerner og forskjel-
lige bunnlevende krepsdyr. På de samme stasjonene var omlag 26%
av magene helt tomme.

Tabell 4.3. viser datoene for fangst av sildeeggbeitende hyse i
1981. Tabellen viser også antall dager fra første fangst av
eggbeitere og hvor ^{mange} (stor andel) av magene som inneholdt sildeegg,
sildeegg blandet med andre næringsorganismer eller sand, og
hvor ^{mange} (stor andel) av magene som var tomme. Datagrunnlaget vari-
erer en god del fra stasjon til stasjon, da det på noen sta-
sjoner var lite hyse, men allikevel eggbeitere. Det er derfor
ikke statistisk holdbart å korrelere mageinnholdskategoriene
med antall dager etter første fangst med eggbeitere. Dersom en
allikevel betrakter de ulike fangstene som representative for
andel eggbeitere, får man en negativ korrelasjon ($R=-0,33$)
mellom andel (%) eggbeitere i fangstene og antall dager fra
første fangst med eggbeitere. Det ser derfor ut til at det kan
være en større andel eggbeitere tidlig i perioden enn senere.
Tendensen er imidlertid ikke tydelig. Det ser heller ikke ut
til at det er sammenheng mellom andel mager med sildeegg+sand,

Tabell 4.3. Datoene for fangst av sildeeggbeitende hyse i 1981 med opplysninger om antall dager fra første fangst av sildeeggbeitere, prosentandel sildeeggbeitere for de ulike dagene, prosentandel hysemager som inneholdt sand og/eller krill sammen med sildeegg, og hvor stor andel av magene som var tomme i fangstene med eggbeitere.

Dato	16/3	18/3	22/3	25/3	9/4	10/4	11/4	12/4
Døgn	0	2	6	9	24	25	26	27
% m/egg	62	70	10	71	19	70	19	44
% m/sa/kr	12	23	100	45	33	14	29	27
% tomme	26	28	82	0	75	17	72	54

og antall dager, da det under hele perioden er funnet mager med egg og sand.

Materialet fra 1980 er ikke systematisert på samme måte.

Hysemagene med sildeegg var ofte svært tettpakket og innholdet hadde en hard konsistens. Et praktisk mål for pakningsgraden av sildeegg er antall egg pr. ml magevolum. Det bør kunne antas at antall egg som hyse av ulik størrelse inntar, relativt til sitt eget magevolum, er forholdsvis konstant. Når en mage er full er antallet egg i forhold til magens volum omlag det samme uansatt størrelsen av fisken. De hysene som hadde egg i magene hadde i gjennomsnitt 283 egg pr. ml i 1980 og i 1981 var tallet 208 egg pr. ml. Maksimumsantallet for de to årene var henholdsvis 466 og 344 egg pr. ml magevolum.

4.1.2. Torsk og sei

Hverken torsk eller sei ser ut til å beite på sildeegg i nevneverdig grad (tabell 4.1.).

Mageprøvene av torsk og sei ble tatt på de samme lokalitetene som prøvene av hyse.

*hvor
selle
arbeid?
Hva
viser
arbeid?*

Prøvene av torsk og sei viser at disse artene har større grad av næringssøk i de frie vannmasser, og magene inneholdt i de fleste tilfeller sild og/eller krill.

Magene til torsk og sei er kvantifisert, men bearbeidelsen av resultatene ligger utenfor rammen til denne oppgaven. Det er imidlertid interessant å merke seg at det ser ut for at alle disse tre artene konkurrerer om krill som næringskilde før sildegytingen finner sted. Tabell 4.4. viser antall prøver tatt utenfor gytetiden for sild i 1980 og hva som rent kvalitativt ble funnet i magene for henholdsvis torsk, hyse og sei. Når silda begynner å gyte har torsken en tendens til å skifte til sild som næringskilde, mens hysa beiter på sildeegg og seien fortsetter å beite på krill.

Tabell 4.4. Antall mageprøver i 1980 (25/2-5/3) som ble tatt utenfor gytetida for sild. Hovednæringskilden er angitt.

Art	Antall prøver	Hovednæringskilde
Torsk	246	krill/øyepål
Hyse	223	krill/bunndyr
Sei	79	krill

4.2 Lengdespesifikk eggbeiting

I dette avsnittet kommer jeg utelukkende til å konsentrere meg om hyse som predator da beitingen på sildeegg av torsk og sei er neglisjerbar i forhold til hysens beiting.

Jeg kommer også i vesentlig grad til å trekke frem dataene fra 1981, da disse pga prøvetakingsmetodene er vesentlig mer detaljert og uttrykker langt mer enn dataene fra 1980. Jeg kommer imidlertid til å trekke inn data fra 1980 der det er nødvendig for å underbygge og eventuelt forsøke å forklare de forskjeller som foreligger.

Figur 4.1. viser hvor stor andel av de undersøkte magene i 1981 som enten inneholdt egg, noe annet enn egg eller var tomme. Alle lengdegrupper mellom 30 og 65 cm beiter på sildeegg. Det er ikke funnet eggbeitere med lengde mindre enn 30 cm eller større enn 65 cm. Fisk med lengde mellom 35 og 65 cm beiter hyppigere på egg enn fisk i de mindre lengdegruppene. Blandt fisk i de mindre lengdegruppene finnes også en større andel mager med andre næringsorganismer enn egg og en større andel av magene er tomme. Det kan tyde på at enten har sildeegg større betydning som næringskilde for fisk med lengde mellom 35 og 65 cm enn mindre fisk eller så blir den mindre fisken konkurrert ut under matsøk. Som det fremgår av figur 4.1 er imidlertid ikke de ulike lengdegruppene direkte sammenlignbare fordi antallet fisk i gruppene varierer en god del.

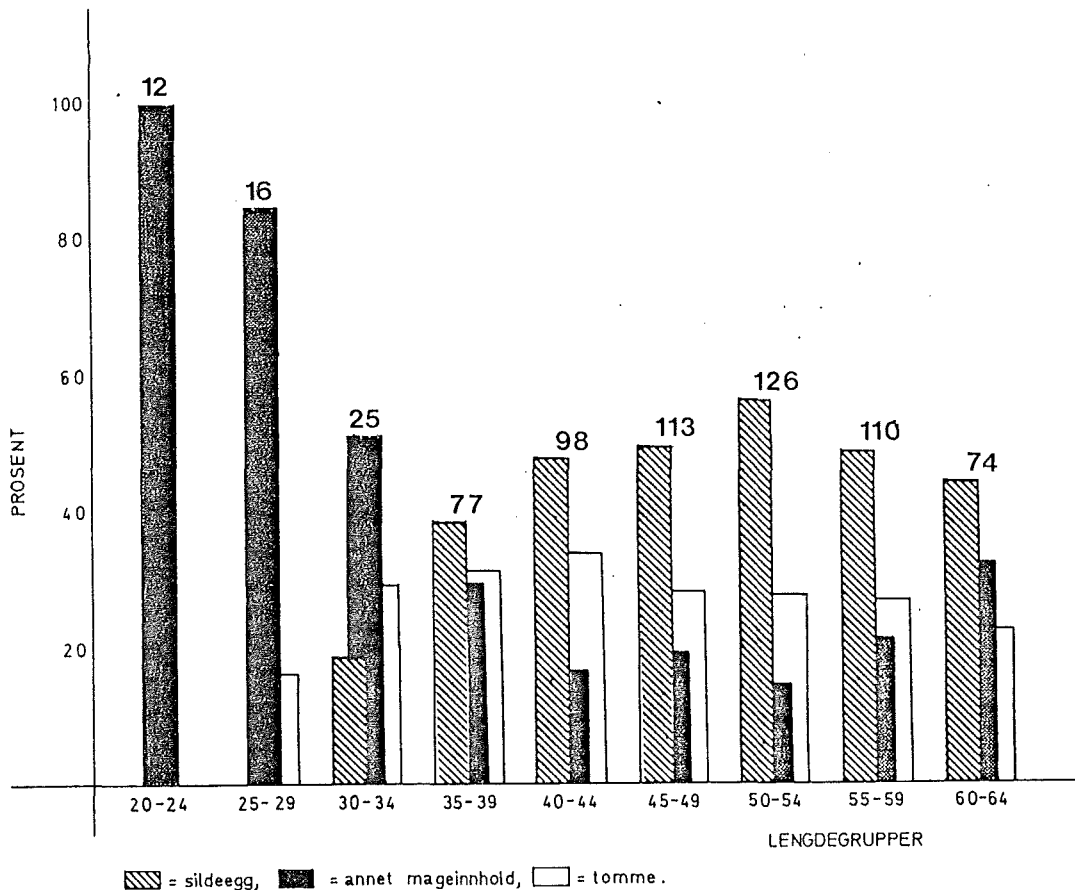


Fig. 4.1. Andel (%) av de undersøkte hyse magene i 1981 som enten inneholdt egg, inneholdt noe annet enn egg eller var tomme. Antall mager innenfor hvert intervall er angitt over hver kolonne.

Tabell 4.5. viser gjennomsnittlig antall egg i magene innenfor 7 lengdeintervaller for året 1981. Tomme mager inngår ikke i disse beregningene. Tabellen viser også standardavvik, maksimum- og minimums-verdier og antall fisk som verdiene er beregnet ut fra innen hver gruppe. Gjennomsnittlig antall egg varierer fra 2411 i gruppen 30-35 cm til 35878 i gruppen 60-65 cm.

Tabell 4.5. Midlere antall egg, standardavvik, maksimums- og minimums-verdier, og antall fisk fordelt på lengdegrupper (å 5 cm). Tabellen er satt opp på grunnlag av 251 hysemager som inneholdt sildeegg i 1981.

Lgrp = lengdegruppe, \bar{N} = midlere antall egg, s = standardavvik, max = maksimumsverdier, min = minimumsverdier, n = antall fisk i hver gruppe.

Lgrp	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64
\bar{N}	2411	4123	7007	13625	21009	24579	35878
s	2070	3201	5815	8234	12778	18041	21337
max	5310	12630	23655	29700	67050	69821	75784
min	640	70	136	390	335	1940	2309
n	4	30	37	40	72	43	25

Standardavviket for estimatet av gjennomsnittlig antall egg i magene øker med størrelsen på fiskene. Stor fisk med stort magevolum har større variasjon i magefyllingsgrader enn små fisk med et lite magevolum. Det faktum at også mange store fisk hadde forholdsvis få egg i magene kan tyde på at når hysa beiter venter den til magen er forholdsvis tom før den fyller den på nytt. Hvis derimot fisken hadde etterfylt magen på et tidligere tidspunkt, ville et større antall fisk ha en eggmengde nær det maksimale antall som de kan innta, og variasjonen i antall egg innenfor hver lengdegruppe ville være vesentlig mindre. Det kan imidlertid være flere grunner til at en kun finner ubetydelige mengder med egg hos et større antall fisk, bl.a. oppgulping av mageinnhold i trålposen, så for bestemte slutninger skal man ikke trekke om dette.

Maksimumsverdiene av antall egg i magene viser tilnærmet det antall egg som maksimalt kan inntas av noen få fisk i lengdegruppene. Det må antas at det er en naturlig variasjon i fiskenes evne til å strekke mucosa og at noen fisk har en større kapasitet når det gjelder magevolum enn de fleste andre fisk innenfor samme lengdegruppe.

Minimumsverdiene av antall egg i magene viser bare en svak økning med størrelsen av fiskene. I alle gruppene er det funnet fisk med et fåtall egg i magene.

Som en arbeidshypotese, antok jeg at den mengde egg som en fisk av en gitt art kan innta er proporsjonal med dens egen vekt. Siden jeg ikke hadde data over individuell fiskevekt for fisk som beitet på sildeegg, beregnet jeg den teoretiske vekten via lengdefordelingen ved lengde-vekt relasjonen

$$fw = a L^b$$

hvor b er en eksponent som vanligvis ligger mellom 2 og 4 (Vasnetsov 1953a). a kalles kondisjonsfaktoren og kan variere sterkt fra art til art. Den varierer også med alder og modenhetsgrad for individer av samme art. [For "voksen" fisk er b temmelig konstant gjennom hele året. I mine beregninger valgte jeg $a = 1$ og $b = 3$. fw må ganges med $1/100$ for å få vekt i antall gram.]

Figur 4.2. viser antall egg plottet mot teoretisk fiskevekt for dataene fra 1980 og 1981. Verdiene for antall egg viser gjennomsnittsansallet i tre vektintervaller i 1980 og 7 vektintervaller i 1981. De tilsvarende verdiene for teoretisk vekt viser gjennomsnittsvekten innenfor de samme intervallene. Gjennomsnittsvekten innenfor hvert intervall er beregnet ut fra lengdefordelingen til hyse på Buagrunden i mars 1980 og i april 1981. Økningen av antall egg i magene med økende fiskestørrelse er signifikant på 1,0% nivå (Kruskal-Wallis ikke parametriske test, Zar 1974). Middelsverdiene for antall egg i magene innenfor hver gruppe er her testet mot hverandre. Det er derfor sannsynlighet for å finne en

12

mindre antall egg i magen enn en liten fisk pga den store variasjonen i antall egg i magene, spesielt blant de større fiskene.

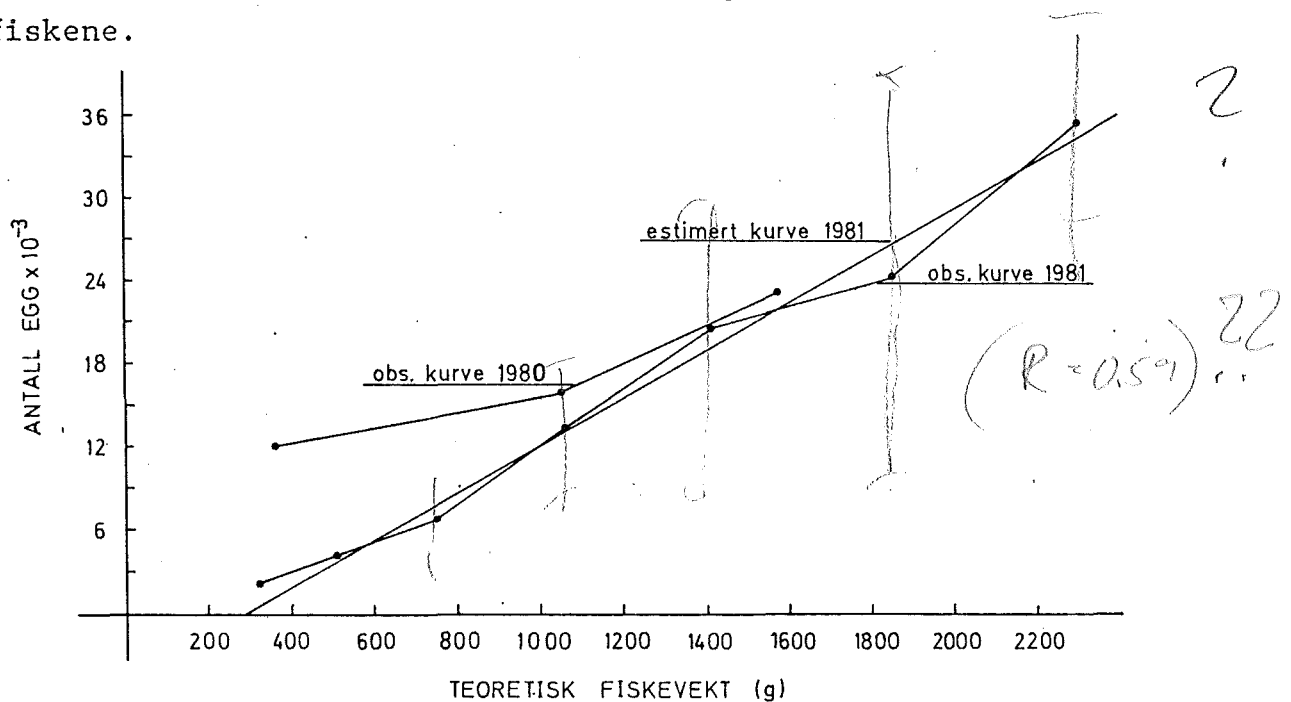


Fig. 4.2. Antall egg $\times 10^{-3}$ mot teoretisk fiskevekt. observerte kurver for 1980 og 1981, og estimert kurve for 1981.

Forskjellen mellom de to kurvene (Fig. 4.2.) som beskriver eggmengde i forhold til teoretisk fiskevekt for 1980 og 1981 er ikke reell. Forskjellen er trolig framkommet pga stor forskjell i prøvetakingsmetode for de to årene. I 1980 ble innsamlingen av mageprøver i stor utstrekning foretatt på fiskemottak. Grunnet stort arbeidspress ble derfor kun de magene som tydelig hadde innhold dissekert ut fra fiskene og tatt med til instituttet for telling og kvantifisering av innhold. Et betydelig antall mager som ikke var helt tomme ble derfor forkastet i den tro at de var tomme. I 1981 ble imidlertid alle mager undersøkt, enten ved å åpne dem på stedet eller ved å konservere dem og bringe dem til instituttet. Dataene som beskriver situasjonen i 1981 gir derfor et mer korrekt bilde av den reelle situasjonen enn dataene fra 1980.

Det ble foretatt en lineær regresjon på dataene over antall egg mot teoretisk fiskevekt som uavhengig variabel.

Relasjonen mellom antall egg i magene og teoretisk fiskevekt ble estimert til

$$\text{antall egg } 10^{-3} = 0,017 \text{ fw} - 4,70$$

Grunnet den store variasjonen i antall egg blandt de større gruppene av fisk, er korrelasjonen mellom antall egg og teoretisk fiskevekt forholdsvis lav, ($R = 0,59$). Siden variasjonen i antall egg også varierer sterkt fra gruppe til gruppe er det egentlig ikke teoretisk grunnlag for å foreta en lineær regresjon, men den estimerte linjen er allikevel godt tilpasset middelveidene av antall egg innenfor hver størrelsesgruppe av fisk. Den estimerte linjen er vist i Fig. 4.2. sammen med de observerte verdiene av antall egg i 1981.

4.3. Magetømmingshastighet.

4.3.1. Magetømmingskvotient. For hver fisk som ble slaktet ble følgende notert:

L = fiskelengde.

F = mengde fôr gitt pr. kg fisk.

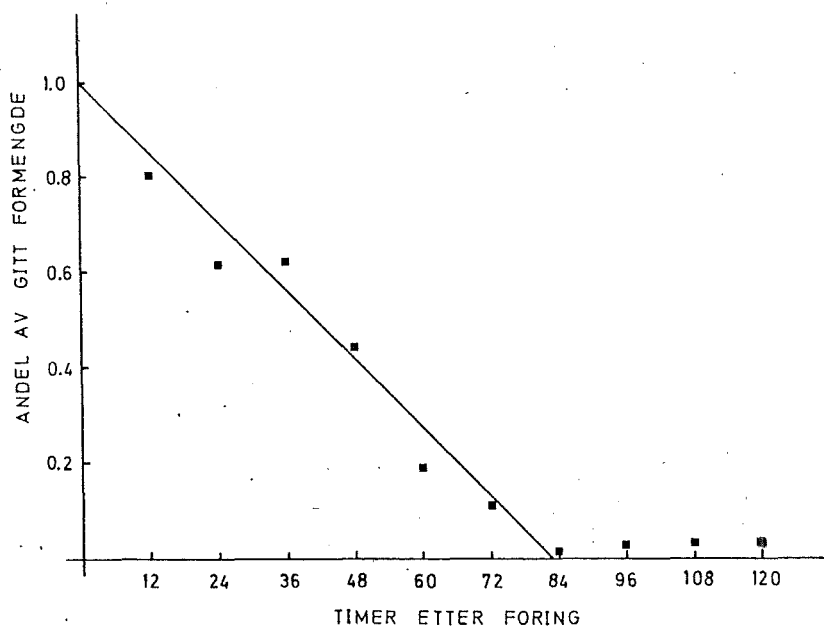
x = mengde fôr igjen i magen ved slakting pr. kg fisk.

h = antall timer mellom foring og slakting.

Figur 4.4. viser hvordan mageinnholdet minker ettersom tiden øker. Uttrykket

$$\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \frac{x}{F}$$

er plottet mot antall timer etter foring. Hvert punkt på figuren representerer 5 fisk, (4 ved 120 timer). Etter 84 timer er det ubetydelig mengde mageinnhold igjen hos fiskene.



Figur 4.4. Andel av gitt formengde som funksjon av tiden (timer) etter fôring.

De observerte verdiene ble ved lineær regresjon tilpasset den rette linjen

$$\frac{x}{F} = a + b(h)z$$

der b angir stigningskoeffisienten. b er ekvivalent med den gjennomsnittlige fordøyelsesraten til fiskene i forsøket. Den ble estimert til $-0,14$ g/h og angir magetømmingshastigheten av sildeegg for hyse med gjennomsnittslengde på 51 cm og en gjennomsnittlig fôrmengde på 11,87 g pr. kg fisk, gitt i et måltid.

Beregningene av koeffisienten (eller Q som jeg heretter vil kalle den) er foretatt uten å ta med verdiene for mageinnhold etter 84 timer. Jeg valgte å utelate disse da det etter all sannsynlighet er fisk i disse gruppene som har tømt magen på et langt tidligere tidspunkt enn det observerte.

Den generelle formelen til R. Jones som uttrykker tømmingshastigheten for mageinnhold kan med innsatte verdier etter beregning av Q skrives som

$$r = -0.14 \cdot \left(\frac{51}{51}\right)^{k_1} \cdot \left(\frac{11.87}{11.87}\right)^{k_2}$$

som gir $r = -0.14$ g/h.

Dette er et mål for tømmingsraten av sildeegg fra hysemager uten korreksjon for fiskelengde eller mengde mat i magen.

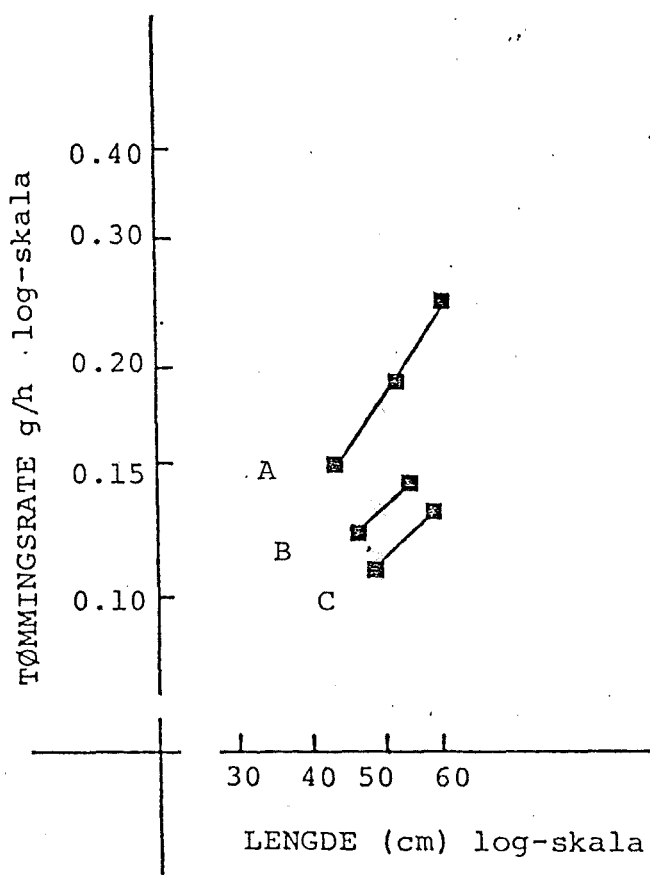
4.3.2. Tømmingshastighet av mageinnhold relatert til fiskelengde. For å finne frem til relasjonen mellom magetømmingshastighet og fiskelengde, sammenlignet jeg magetømmingshastigheten til fisk i de tre foringsgruppene som hadde fått tilnærmet like mye fôr i forhold til sin egen kroppsvekt.

De tre gruppene (10, 20 og 30 g fôr) ble delt i tre nye grupper ettersom de hadde fått lite, middels eller mye fôr i forhold til sin egen kroppsvekt. De som hadde fått lite fôr ble kalt for C, de som hadde fått middels mengde ble kalt for B og de som hadde fått mye fôr ble kalt for A. Tabell 4.6. viser

Tabell 4.6. Tabellen viser middellengden (\bar{L}), midlere førmengde pr kg fisk (\bar{F}), midlere tømmingshastighet ($(\bar{F}-\bar{x})/h$), midlere mageinnhold under forsøket ($(\bar{F}+\bar{x})/2$), midlere korreksjonsfaktor for lengde (\bar{K}) og midlere korrigerede magetømmingshastighet ($\bar{K}(\bar{F}-\bar{x})/h$) for fisk i de ulike gruppene A, B og C.

Gruppe	\bar{L}	\bar{F}	$(\bar{F}-\bar{x})/h$	$(\bar{F}+\bar{x})/2$	\bar{K}	$\bar{K}(\bar{F}-\bar{x})/h$
A 1	42,0	13,49	0,15	8,83	1,21	0,18
B 1	45,2	10,82	0,12	6,19	1,13	0,14
C 1	47,6	9,25	0,11	6,35	1,07	0,12
A 2	51,4	14,74	0,19	8,88	0,99	0,19
B 2	54,4	12,41	0,14	8,25	0,94	0,13
C 2	57,8	10,36	0,13	5,72	0,88	0,11
A 3	60,8	13,34	0,25	8,27	0,84	0,21

inndelingen i grupper og hvor mye fôr fisken i de ulike gruppene fikk i gjennomsnitt i forhold til sin egen kroppsvekt. Tabellen viser også den gjennomsnittlige magetømmingsrate innenfor hver gruppe. Som det fremgår av tabellen (endte) jeg opp med tre A-grupper, to B-grupper og to C-grupper. Jones (1974) viste at magetømmingsraten er proporsjonal med en viss potens av lengden på fisken. Jeg plottet, i et log-log plott, magetømmingsraten mot fiskelengde for henholdsvis A, B og C gruppene som det fremgår av figur 4.5. Stigningskoeffisienten til linjene som forbinder punktene innenfor hver gruppe angir potensen som fiskelengden må opphøyes i for å gi proporsjonalitet. Figuren viser at stor fisk tømmer magen med fôr av en viss mengde hurtigere enn mindre fisk ved konstant temperatur.



Figur 4.5. Magetømmingsrate mot lengde for tre fôrgrupper fisk.

- A = 13,0 - 15,0 g/kg fisk
- B = 10,5 - 12,5 g/kg fisk
- C = 9,0 - 10,4 g/kg fisk.

Figuren viser også at for hyse av en viss størrelse blir større fórmengder tømt fra magen hurtigere enn mindre fórmengder ved konstant temperatur. Disse resultatene er i samsvar med andre forskeres resultater, (Jones 1974, Hopkins 1966). Figuren viser at stigningskoeffisientene til de tre linjene er svært like og den midlere stigningskoeffisienten til de tre linjene er 1,02. Magetømmingshastigheten er altså proporsjonal med $L^{1,02}$. Dette gir et uttrykk for magetømmingshastighet med korreksjon for fiskelengde

$$r = -0,14 \left(\frac{L}{51}\right)^{1,02} \text{ g/h}$$

*How much can be stored
mm³.*

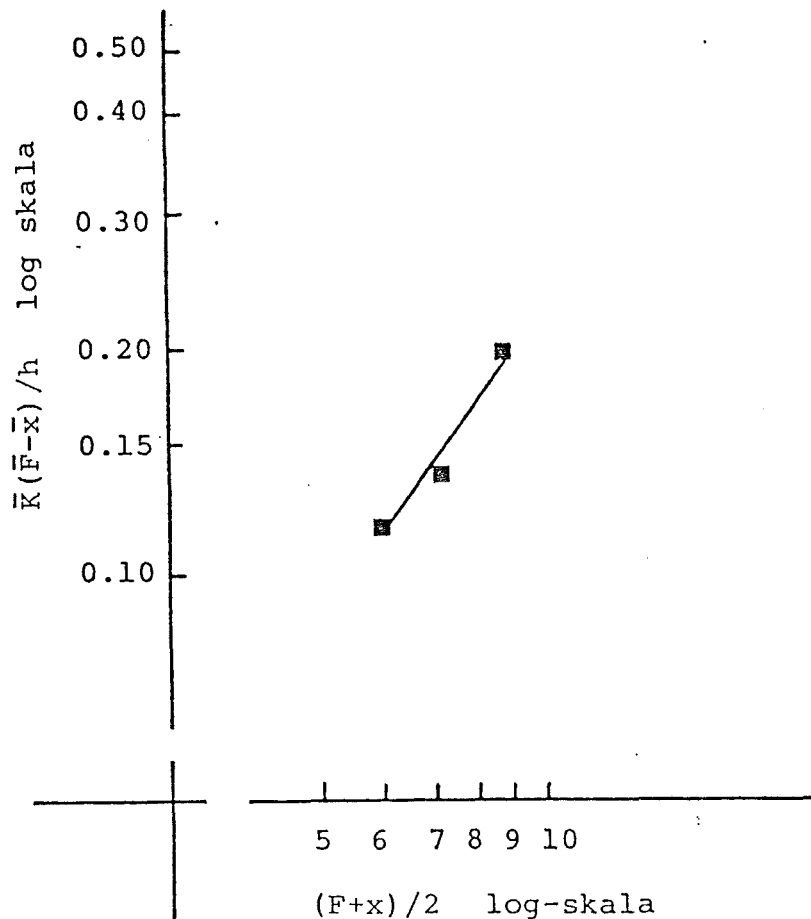
4.3.3. Tømmingshastighet av mageinnhold relatert til mengde

egg i magen. Variasjon i magetømmingshastighet som skyldtes fiskelengde ble holdt konstant ved å multiplisere tømmingsratene med en faktor K.

$$K = \left(\frac{51}{L}\right)^{1,02}$$

Tabell 4.6. viser K og den korrigerte magetømmingshastigheten for de ulike gruppene. Den korrigerte magetømmingshastigheten viser den tømmingsraten som bare varierer med mengde fór gitt da de andre faktorene som innvirker på tømmingsraten i forsøket er holdt konstante. Det ble beregnet en midlere korrigert tømmingsrate og et midlere mageinnhold for hver fisk under forsøket, $(F+x)/2$. For hver av de tre gruppene A, B og C ble det beregnet en middelferd for korrigert tømmingsrate og en middelferd for midlere mengde mageinnhold under forsøket. Figur 4.6. viser midlere korrigert tømmingshastighet mot midlere mageinnhold for de tre gruppene A, B og C under forsøket. Stigningskoeffisienten til linjen er 1,44. Tømmingshastigheten av sildeegg i hysemager ved en temperatur på 7° C kan således uttrykkes:

$$r = -0,14 \left(\frac{L}{51}\right)^{1,02} \left(\frac{W}{12}\right)^{1,44} \text{ g/h}$$



Figur. 4.6. Korrigert magetømmingsrate $\bar{K}(\bar{F}-\bar{x})/h$ mot midlere mageinnhold $(\bar{F}+\bar{x})/2$ under forsøket.

Det er vanskelig å si hvor godt denne ligningen beskriver tømmingsraten av sildeegg fra hysemager i naturen. Q er trolig underestimert da beregningen av denne kun baserer seg fra data fra en enkelt fôring. I naturen fyller antageligvis fiskene magen mer eller mindre kontinuerlig og enzymaktiviteten holdes på et høyere nivå bl.a. fordi en større overflate av mucosa skiller ut fordøyelsesenzymmer, (Smit 1967, Western & Jennings 1970, Norris *et al.* 1973). Korreksjonene for lengde og mengde egg i magene vil trolig også bli influert av dette forhold. Resultatene fra mageundersøkelsene viste imidlertid at en stor andel av de undersøkte fiskene som var eggbeitere også hadde små mengder med egg i magene (tab. 4.2.). Dette kan tyde på at fiskene venter en tid før de fyller magene på nytt. Datamaterialet er imidlertid for dårlig til at det kan observeres noen

klar matinntakssyklus. Til tross for disse observasjonene må det beregnete uttrykket for magetømmingshastighet betraktes som et minimumsestimat.

4.4. Mengdeestimat av torsk, hyse og sei på Buagrunnen.

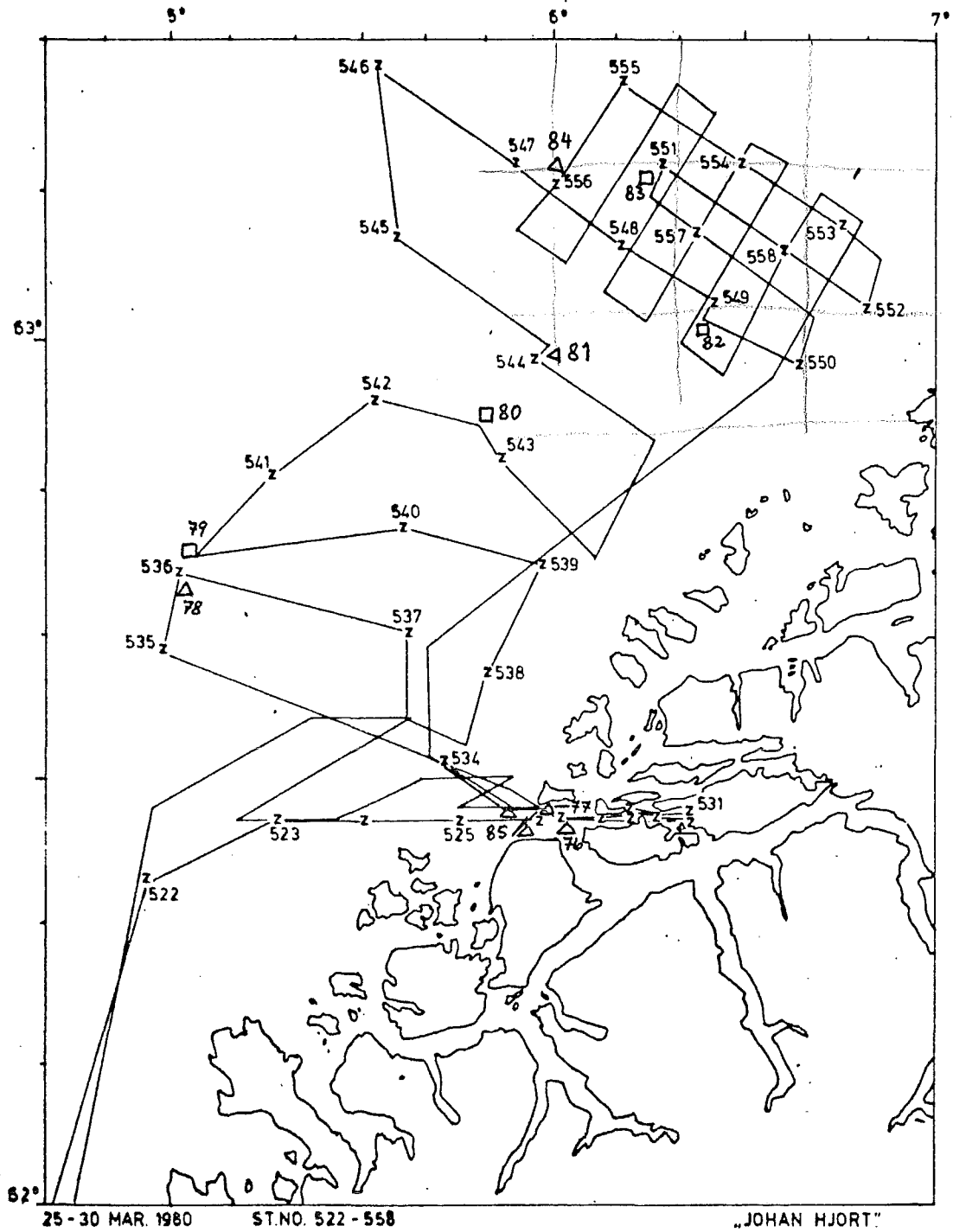
Det foreligger tre uavhengige estimat av torsk, hyse og sei fra området. Det ble foretatt ett tokt i 1980 (Godø og Toresen 1981), og to tokt i 1981.

4.4.1. Akustiske observasjoner 1980. Kurser og stasjoner er vist på figur 4.7. Temperatur og saltholdighet ble målt med en CTD-sonde på 37 stasjoner og det ble tatt 12 trålhal.

Figurene 4.8 og 4.9 viser gjennomsnittlig integrert ekkointensitet (M) for torsk og hyse som en gruppe og sei og annen bunnfisk som en annen gruppe på Buagrunnen i 1980.

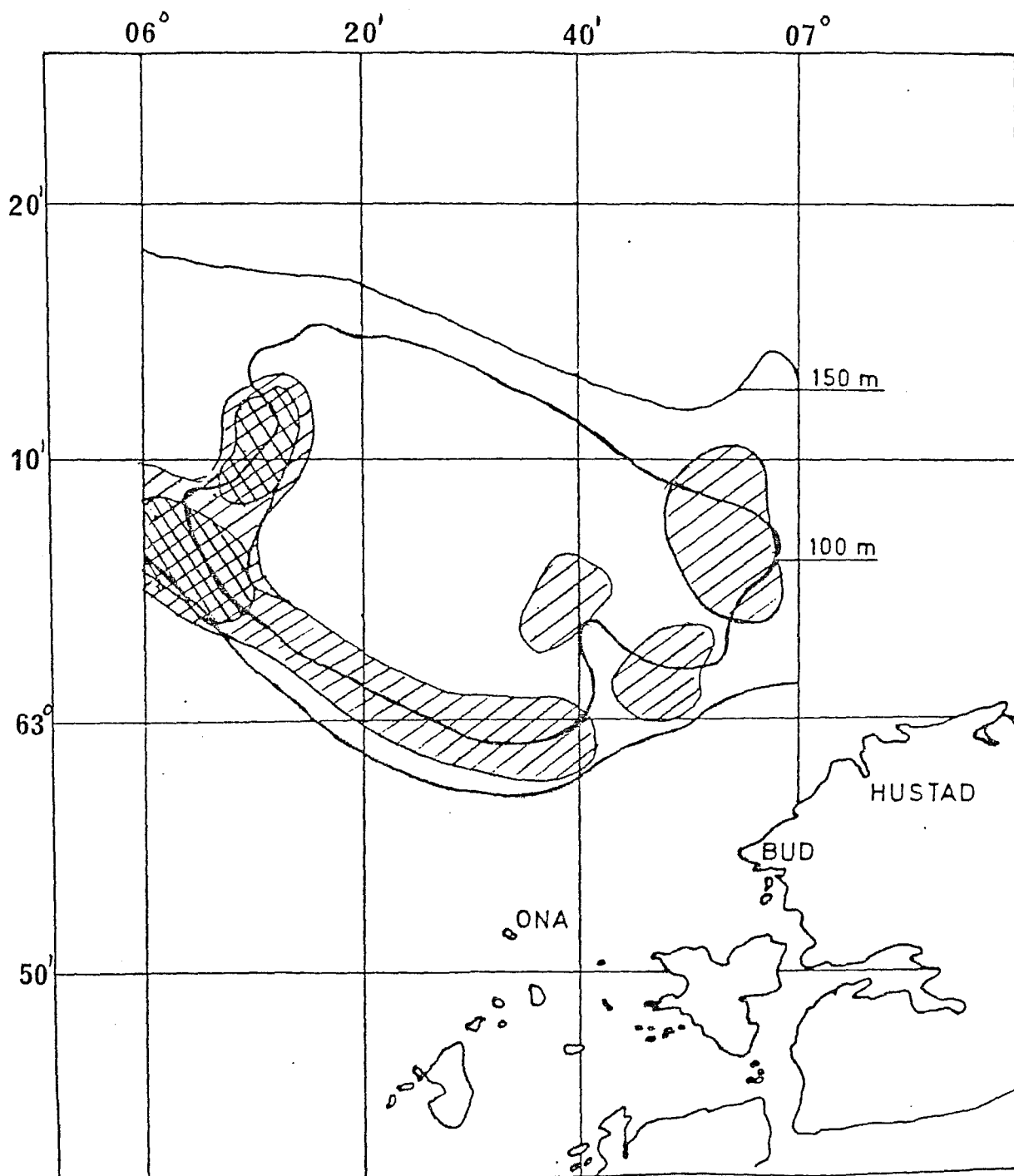
De beste torskeregistreringene ble observert ved bunnen, i 70-110 m dyp, på syd- og vestsiden av Buagrunnen. Det ble ellers registrert torsk i mindre mengder langs hele kanten av Buagrunnen på de nevnte dyp. De største konsentrasjonene av torsk ble funnet på garnfeltene med en gjennomsnittlig integrert ekkointensitet på 20,3 mm/nm. På trålfeltene på sydsiden og på nordøstsiden av grunnen var den tilsvarende gjennomsnittsmengde 4,6 mm/nm.

Registreringene av hyse var forholdsvis sparsomme, men jevne langs hele kanten (70-120 m dyp) av Buagrunnen. Hyse var forøvrig den arten som stod mest ugunstig til for registrering med akustiske instrumenter. Akustisk mengdeberegning av fisk nær bunnen er blant andre diskutert av Mitson (1970) som poengterte vanlige akustiske systemers svakhet. I den aktuelle situasjonen der hysa står kloss ved bunnen og beiter på sildeegg, må en regne med at hysa i betydelig grad ikke blir registrert. Dette vil medføre for lave estimat både av torske- og hyse- bestanden. Problemet er imidlertid ikke like betydelig





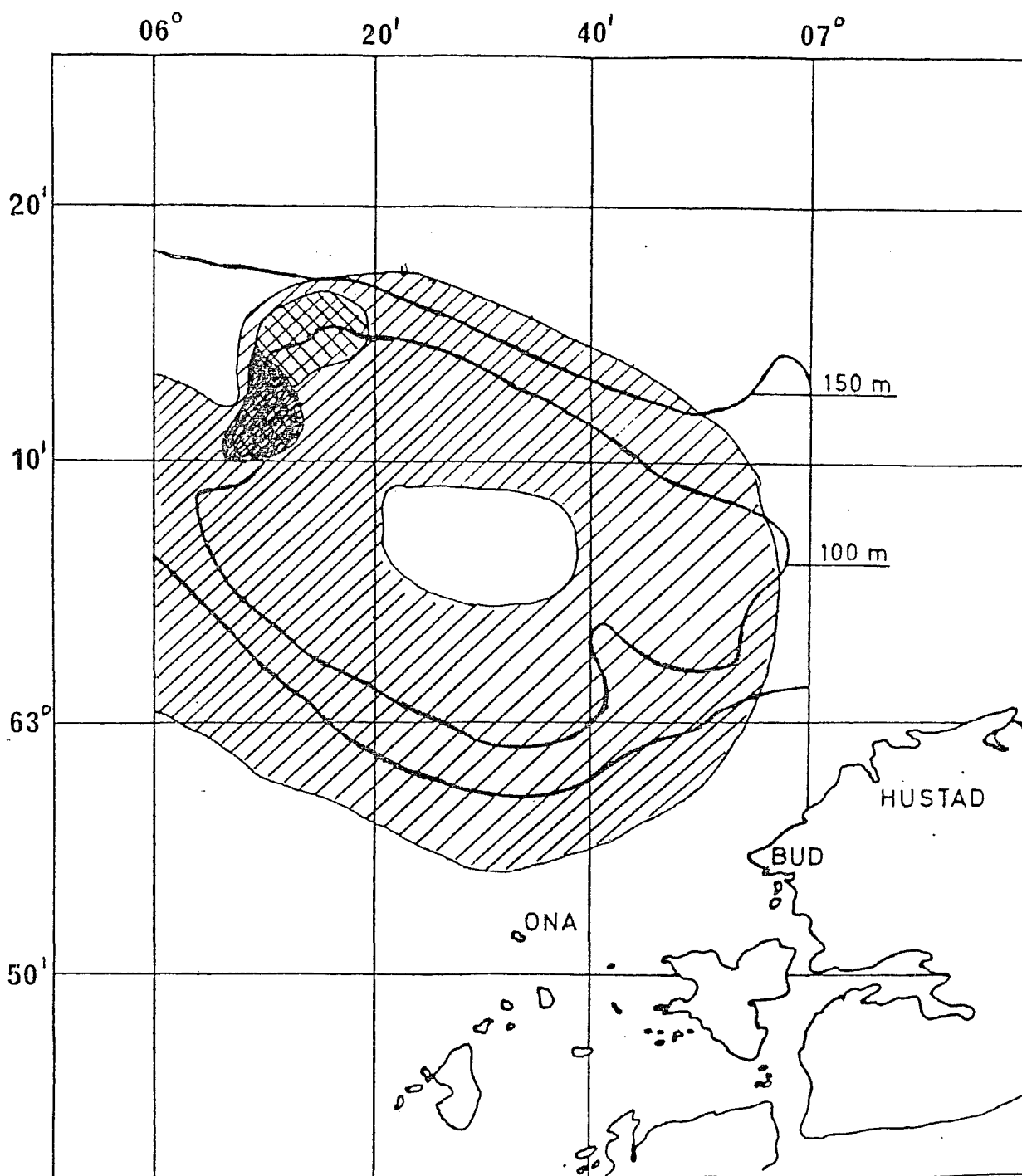
Figur 4.7. Kurser og stasjoner for F/F "Johan Hjort",
25-30 mars 1980.

- z - CTD (sonde) stasjoner
- - bunntål
- △ - pelagisk trål






Figur 4.8. Integrert ekkointensitet (M) for torsk og hyse, 25-30 mars 1980.

-  - M mellom 10 og 50 (mm/nm)
-  - M mellom 50 og 100 (mm/nm).



Figur 4.9. Integrert ekkointensitet (M) for sei og annen bunnfisk, 25-30 mars 1980.

-  - M mellom 10 og 50 (mm/nm)
-  - M mellom 50 og 100 (mm/nm)
-  - M større enn 100 (mm/nm).

for torsk og sei da de ikke er knyttet til bunnen på samme måte som hysa.

Hovedgytingen for sei var over da toktet i 1980 startet. Det ble imidlertid observert gode skalleseiforekomster på nordvestsiden av grunnen. Mindre registreringer av skallesei ble forøvrig observert over mestedelen av Buagrunnen. Skalleseiregistreringene skiller seg vanligvis godt ut fra torsk/hyse-registreringene ved å vise seg som tette, forholdsvis små stimer nær bunnen. Den gjennomsnittlige integrerte ekkointensitet for sei og annen bunnfisk ble beregnet til 38,8 mm/nm. Denne verdien inkluderer annen bunnfisk som brosme og lange. Sei er dog klart den dominerende arten og bidraget fra andre bunnfiskarter er neglisjerbart i dette området.

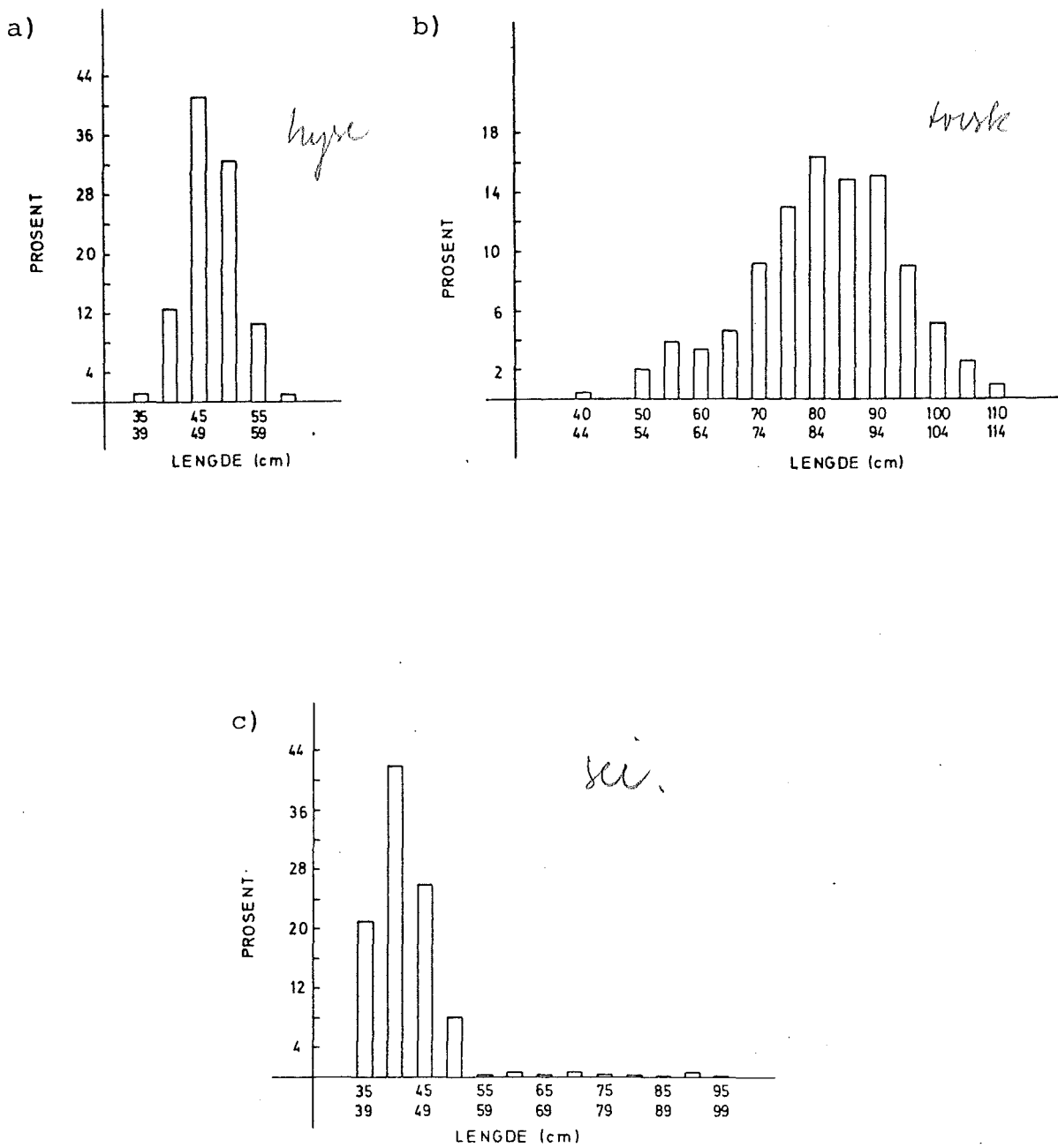
4.4.2. Mengdeberegninger, 1980. Figur 4.10 viser lengdefordelingene av torsk, hyse og sei som danner grunnlaget for mengdeestimatene.

Tabell 4.7 viser midlere integratorverdier fordelt på arter og fiskefelt i 1980.

Tabell 4.7. Midlere ekkointensitet (M) fordelt på arter og fiskefelt, 1980 angitt i mm/nm.

Art	Buagrunnen	
	Garnfelt	Trålfelt
Torsk	20,3	4,6
Hyse	2,0	2,6
Annen bunnfisk	38,8	38,8

Tabell 4.8 viser de beregnede mengder av torsk, hyse og sei på Buagrunnen i siste uken av mars 1980. Da mengdeberegningene dette året for en stor del var basert på lengdefordelinger fra kommersielle fangster, ble det gjort endel forutsetninger som blir diskutert nedenfor.



Figur 4.10. Lengdefordelinger av hyse (a), torsk (b) og sei (c) på Buagrunden, mars 1980.

Tabell 4.8. Mengdeberegninger, 25-30 mars 1980.

Art og felt	Tetthet Antall/nautisk mil ²	Total antall	Tonn
TORSK:			
Buagrunnen trålfelt	$1,5 \times 10^3$	$0,4 \times 10^6$	
Buagrunnen garnfelt	$6,8 \times 10^3$	$1,4 \times 10^6$	
Buagrunnen totalt		$1,8 \times 10^6$	$10,9 \times 10^3$
HYSE:			
Buagrunnen	$4,5 \times 10^3$	$2,2 \times 10^6$	$2,6 \times 10^3$
ANNEN BUNNFISK:			
Buagrunnen	$49,1 \times 10^3$	$23,4 \times 10^6$	$21,3 \times 10^3$

Lengdefordelingene av torsk og hyse på trålfelt er basert på fangster fra kommersielle trålere med en maskevidde på 80 mm. Med 80 mm maskevidde vil 50% seleksjonslengde (l_{50} , den lengden av fisk hvor 50% går gjennom maskene) for torsk være rundt 30 cm (Hysten 1967). For gytetorsk, som fangstene inneholdt, vil derfor seleksjonen gjøre seg lite gjeldende. Tross det betydelige innslag av småhyse i fangstene, indikerer lengdefordelingene likevel ubetydelig seleksjon dersom en regner l_{50} også for hyse på rundt 30 cm (Hysten 1967). Et visst utkast i de kommersielle fangstene må en trolig regne med for de minste lengdegruppene. I bunntrålfangstene fra toktet var der et visst innslag av hyse under 40 cm. Dette vil innvirke på lengdesammensetningen og forholdet mellom torsk og hyse i mengdeberegningene. Det er ikke mulig å beregne feilens størrelse ut fra det eksisterende materiale, men en kan tenke seg at den vil ha størst innvirkning på sammensetningen av hysebestanden og bare gi små utslag på mengdeberegningene av torsk. Faststående bruk på garnfeltene som tildels hindret registreringene i de største konsentrasjonene kan imidlertid ha medført et for lavt overslag av torskebestanden på garnfeltene.

Den mest brukte maskevidden for garn var 186 mm. I følge Hysten og Jakobsen (1969) vil garn med denne maskevidden bare unntaks-

Ja!

vis fange torsk mindre enn 55 cm. Etter den observerte lengdefordelingen for hyse og forutsetningen om samme seleksjon som for torsk, skulle en dermed forvente et svært lite innslag av hyse i garnfangstene. Imidlertid må en forvente at noe hyse var tilstede på garnfeltene ettersom torsken beitet på gytende sild og hysa beitet på sildeegg. Forutsetningen om jevn fordeling av hyse over hele Buagrunnen er gjort da materiale ikke gir grunnlag for bedre anslag. Dessuten er også gytetida for hyse i området etter torskens, og ventelig vil konsentrasjonen av gytehyse først komme på et senere tidspunkt.

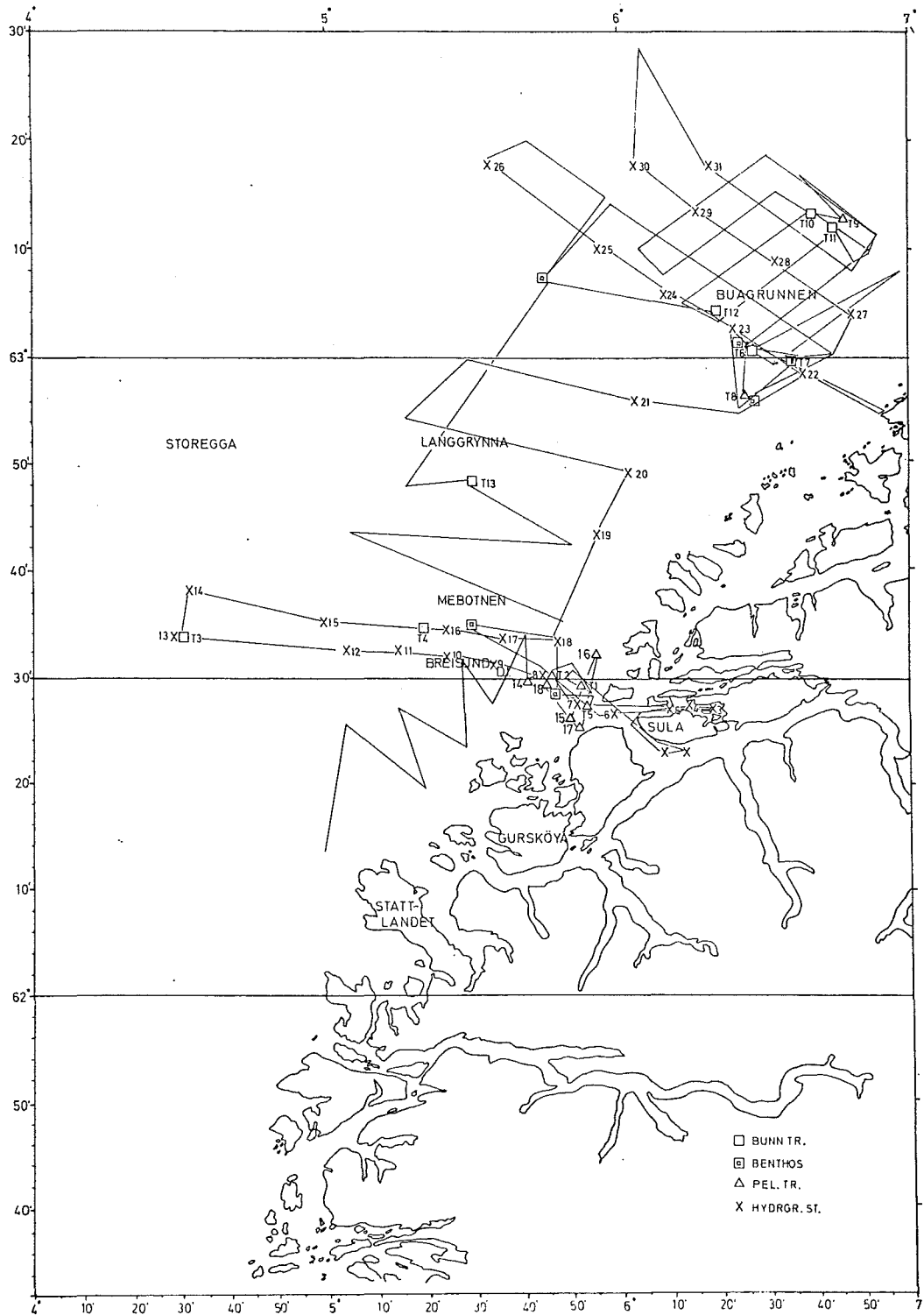
De samme betraktningen som for hyse kan også sies om sei. Gytetida for seien var over og mindre umoden fisk var tilbake. Det er imidlertid svært lite småsei i området, som lengdefordelingen tilsier, og skalleseien, som har en størrelse på 50-60 cm blir lett fanget av de kommersielle trålerne med en maskevidde på 80 mm.

Det faktum at det nesten ikke ble trålt under toktet i 1980 vil innebære en feil når det gjelder artsfordelingen i området. Denne er langt større enn den feilen som eventuelt blir gjort ved å bruke kommersielle fangster som grunnlag for lengdefordelingene. En forutsetning for å kunne beregne en bestandsstørrelse med akustisk metode er at man tråler på registreringene. Når dette ikke blir gjort må det ikke legges for stor vekt på et slikt estimat. } N.B.

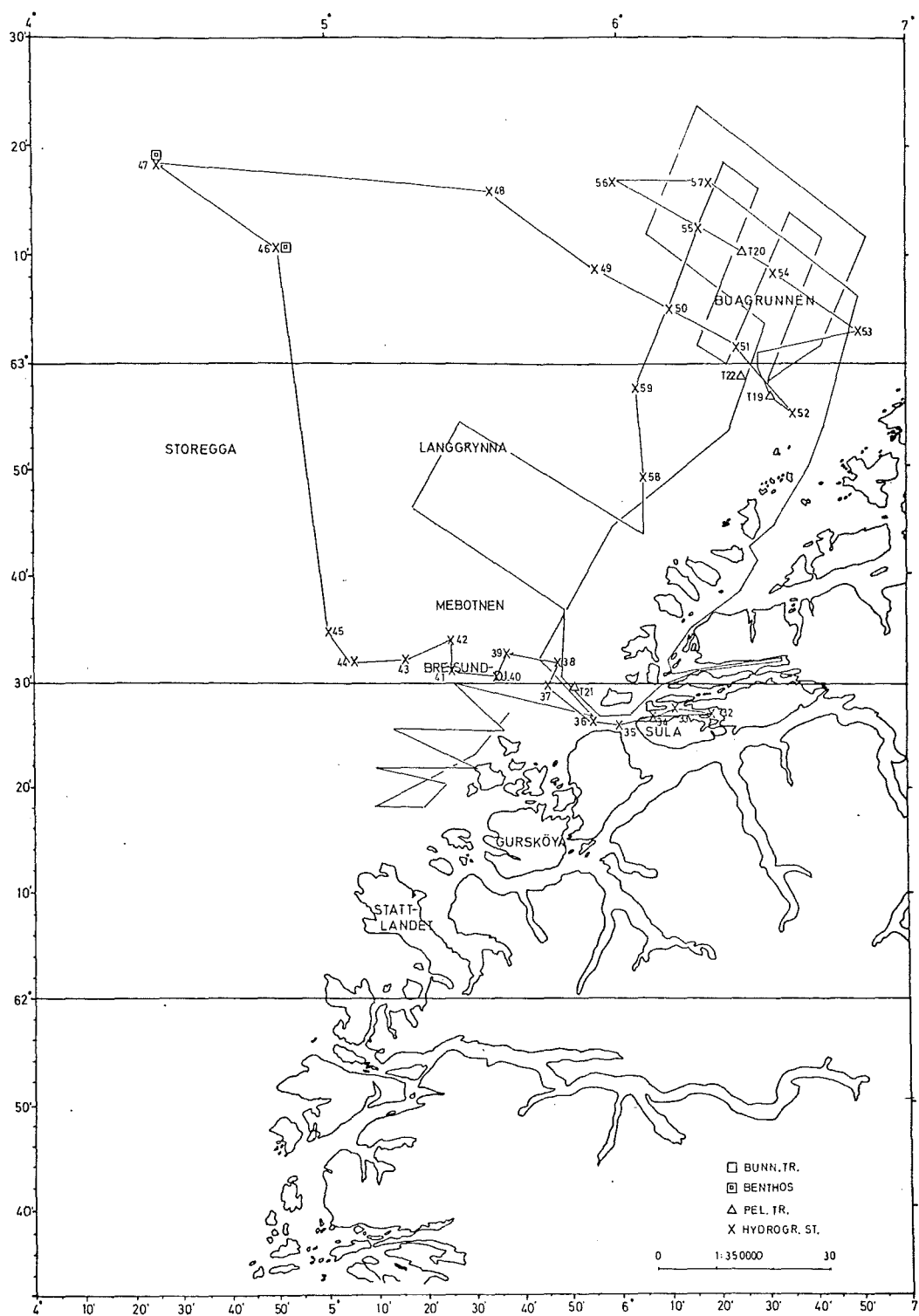
4.4.3. Akustiske observasjoner 1981. Kurser og stasjoner for toktene er vist i figurene 4.11, 4.12 og 4.13.

Temperatur og saltholdighet ble målt med CTD-sonde på henholdsvis 49 og 33 stasjoner og det ble tatt 22 trålhal på det første toktet og 23 trålhal på det andre.

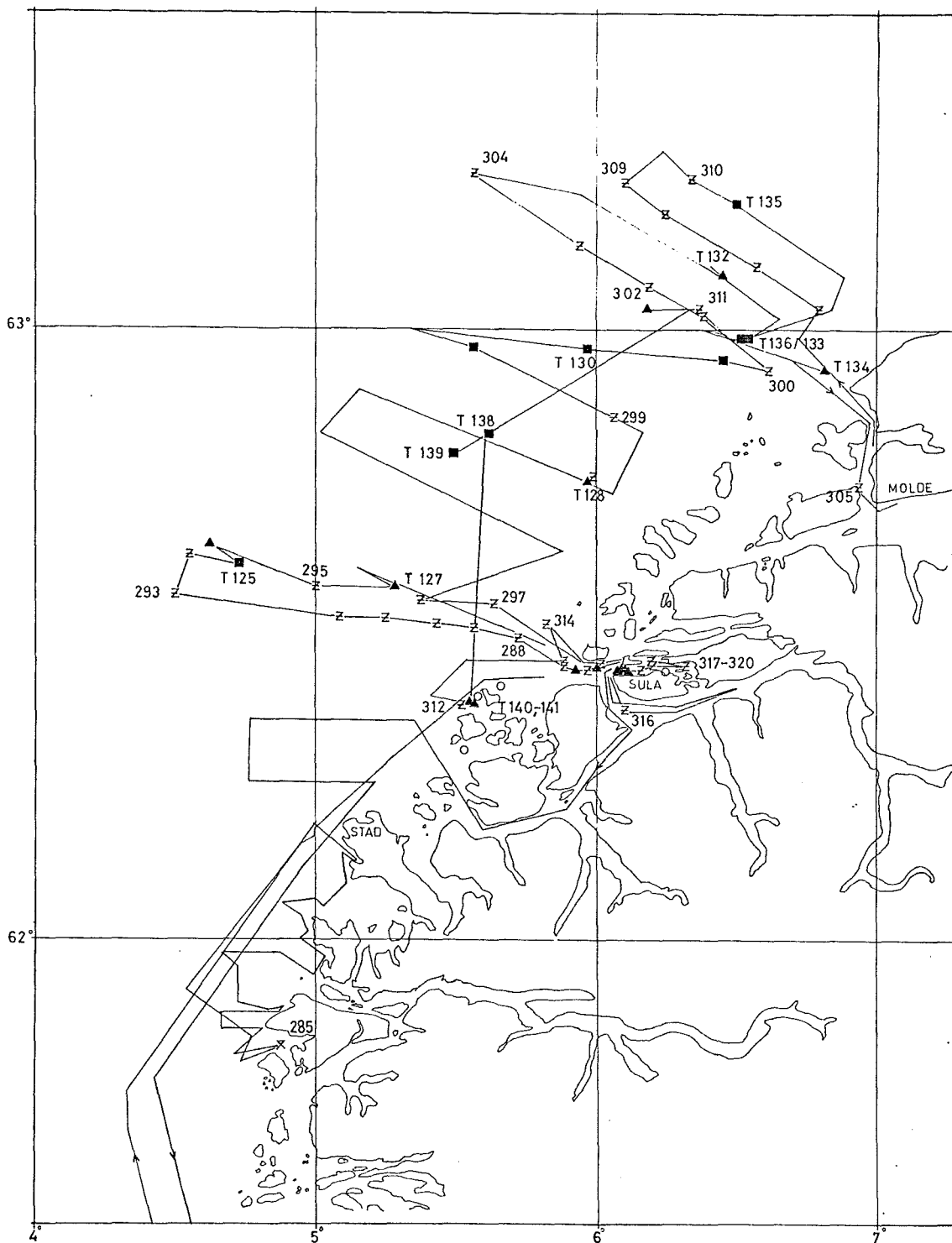
Figur 4.14 og 4.15 viser gjennomsnittlig integrert ekkointensitet i 9 ruter på Buagrunnen fra de to toktene i 1981.



Figur 4.11. Kurser og stasjoner med F/F Håkon Mosby
16-27 mars 1981, første dekning.

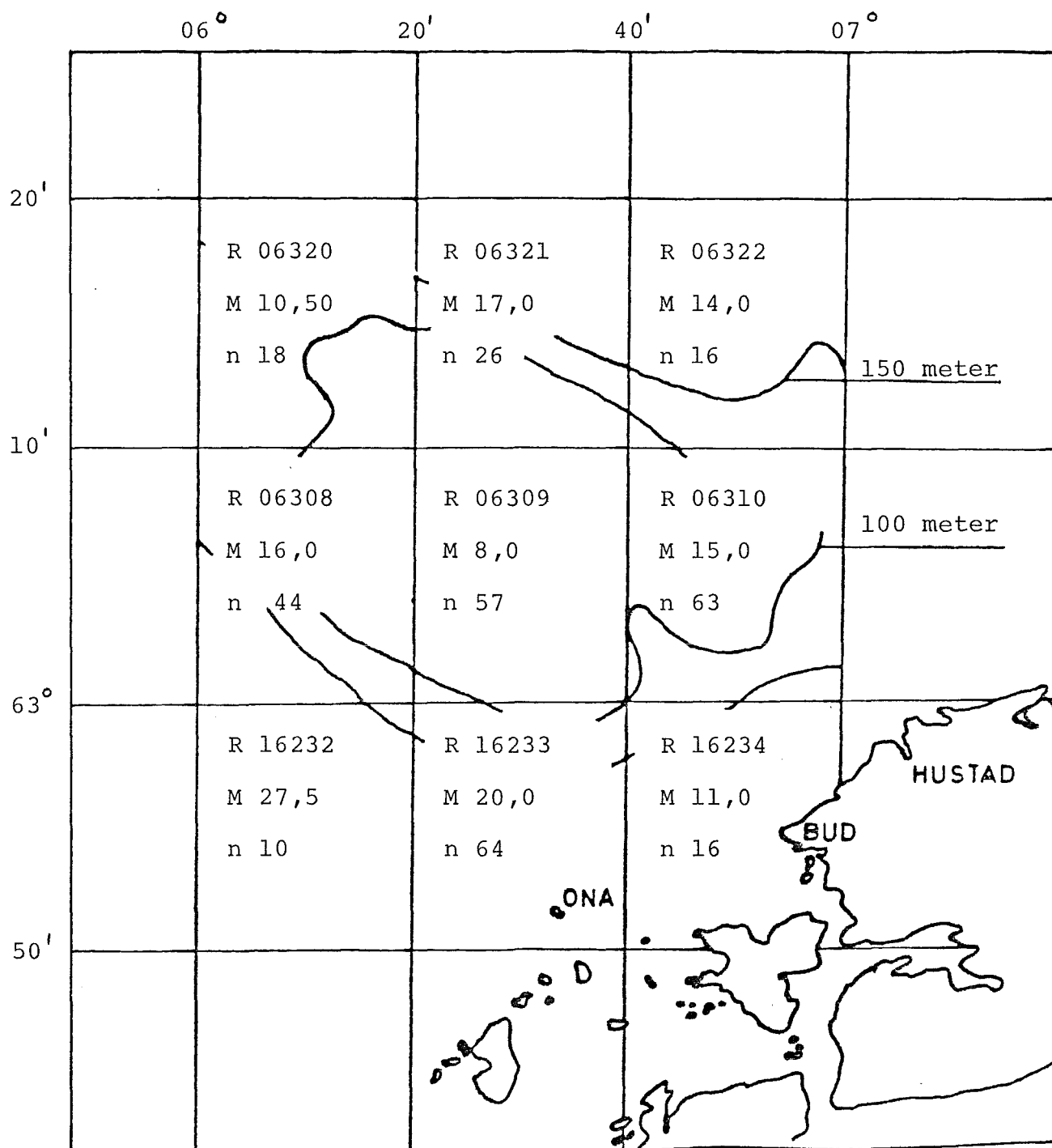


Figur 1.12. Kurser og stasjoner med F/F Håkon Mosby 16-27 mars 1981, andre dekning.

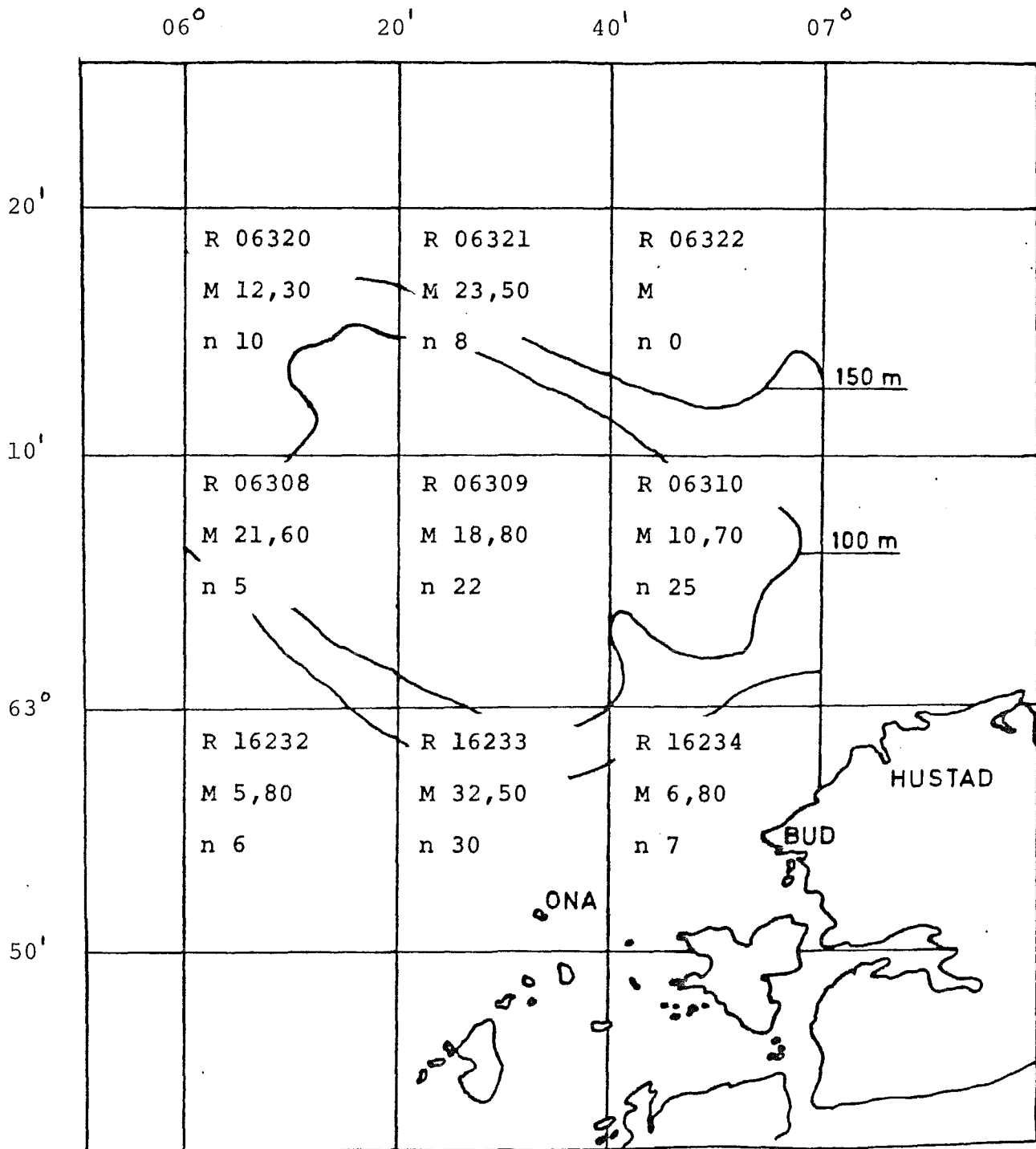


Figur 4.13. Kurser og stasjoner med F/F G.O. Sars 6-14 april 1981.

- Z - hydrografiske stasjoner
- ▲ - Pelagisk trål
- - bunntål.



Figur 4.14. Integrert ekkointensitet for torsk, hyse og sei. F/F Håkon Mosby, 16-20 mars 1981. R = rutenummer, M = midlere integrert ekkointensitet (mm/nm), n = antall nautiske mil seilt i ruten.



Figur 4.15. Integrert ekkointensitet for torsk, hyse og sei. F/F G.O. Sars, 6-14 april 1981. R = rutenummer, M = midlere integrert ekkointensitet (mm/nm), n = antall nautiske mil seilt i ruten.

På det første toktet ble det foretatt to dekninger av området. Under første dekning ble det registrert torsk på syd- og vest-siden av Buagrunnen. Gode registreringer av hyse ble observert i de samme områdene. På nord- og nordøst-siden av grunnen viste trålfangstene at bunnfiskregistreringene for det meste bestod av hyse og skallesei.

På grunn av riving ble det ikke trålt under andre dekning på det første toktet i 1981. Estimater fra F/F "Håkon Mosby" baserer seg derfor på data fra første dekning.

De akustiske registreringene på det andre toktet i 1981 viste det samme generelle bildet som under de tidligere dekningene av området, og de største konsentrasjonene av torsk og hyse ble registrert i de samme områdene som før. Registreringene på dette toktet viste imidlertid en viss økning i integrert ekkointensitet av torsk og hyse mens registreringene av sei var mer sparsomme.

4.4.4. Mengdeberegninger 1981. Det ble foretatt to uavhengige estimat over bestandene av torsk, hyse og sei i 1981, et for hvert tokt.

Et mindre antall trålstasjoner (5 fra hvert tokt) fra Buagrunnen ble valgt ut som representative for arts- og lengdefordelingen i området. Videre ble en midlere integratorverdi for bunnfisk (torsk, hyse og sei) på Buagrunnen beregnet for hvert tokt. Tabell 4.9 viser trålstasjonene og de midlere integratorverdiene som danner grunnlaget for beregningene. De midlere integratorverdiene for Buagrunnen ble fordelt mellom de tre artene utelukkende på grunnlag av data fra de nevnte stasjoner fra de to toktene. Det er i denne sammenhengen gjort en forutsetning om at trålfangstene er representative for artsfordelingen i området. Ekkoregistreringene viste at de tre nevnte arter er konsentrert nær bunnen, om enn i noe forskjellig grad. Mageprøver viser også at torsk og sei til en viss grad beveger seg mer i de frie vannmasser enn hysa gjør. Dette kan medføre at torsk og sei blir underrepresentert i bunntrålfangstene i

forhold til hyse og mengdeberegningene blir ²deretter. Nyere undersøkelser har også vist at de tre nevnte artene trolig har forskjellig unnvikelsesevne overfor trål og det er lite trolig at trål fanger torsk, hyse og sei like effektivt selvom de alle er konsentrert ved bunn (Main and Sangster 1981). Jeg har allikevel måttet anta at trålfangstene representerer arts- og lengde-fordelingen i tilstrekkelig grad på Buagrunnen.

Tabell 4.9. Trålstasjoner og midlere integratorverdier (M) som legges til grunn for mengdeestimeringen av bunnfisk på Buagrunnen i mars og april 1981.

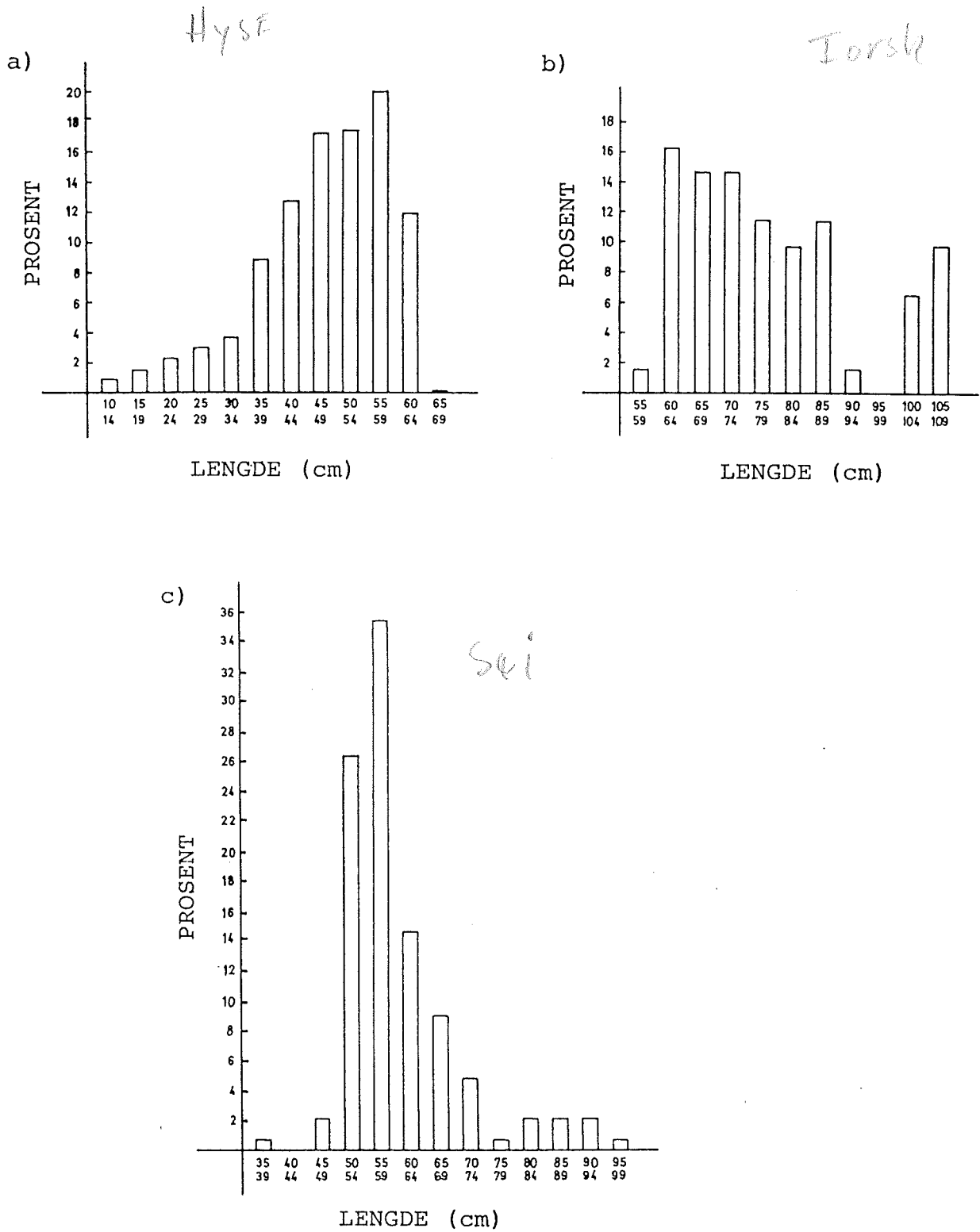
Stasjoner og midlere integratorverdier	Tokt	
	"H. Mosby" 16-27/3	"G.O. Sars" 6-14/4
st	7,10,11,12,19	131,133,135,136,137
\bar{M}	15,0	17,0

Figur 4.16. viser lengdefordelingene av torsk, hyse og sei som danner grunnlaget for mengdeestimatene fra det første toktet i 1981 (F/F "Håkon Mosby").

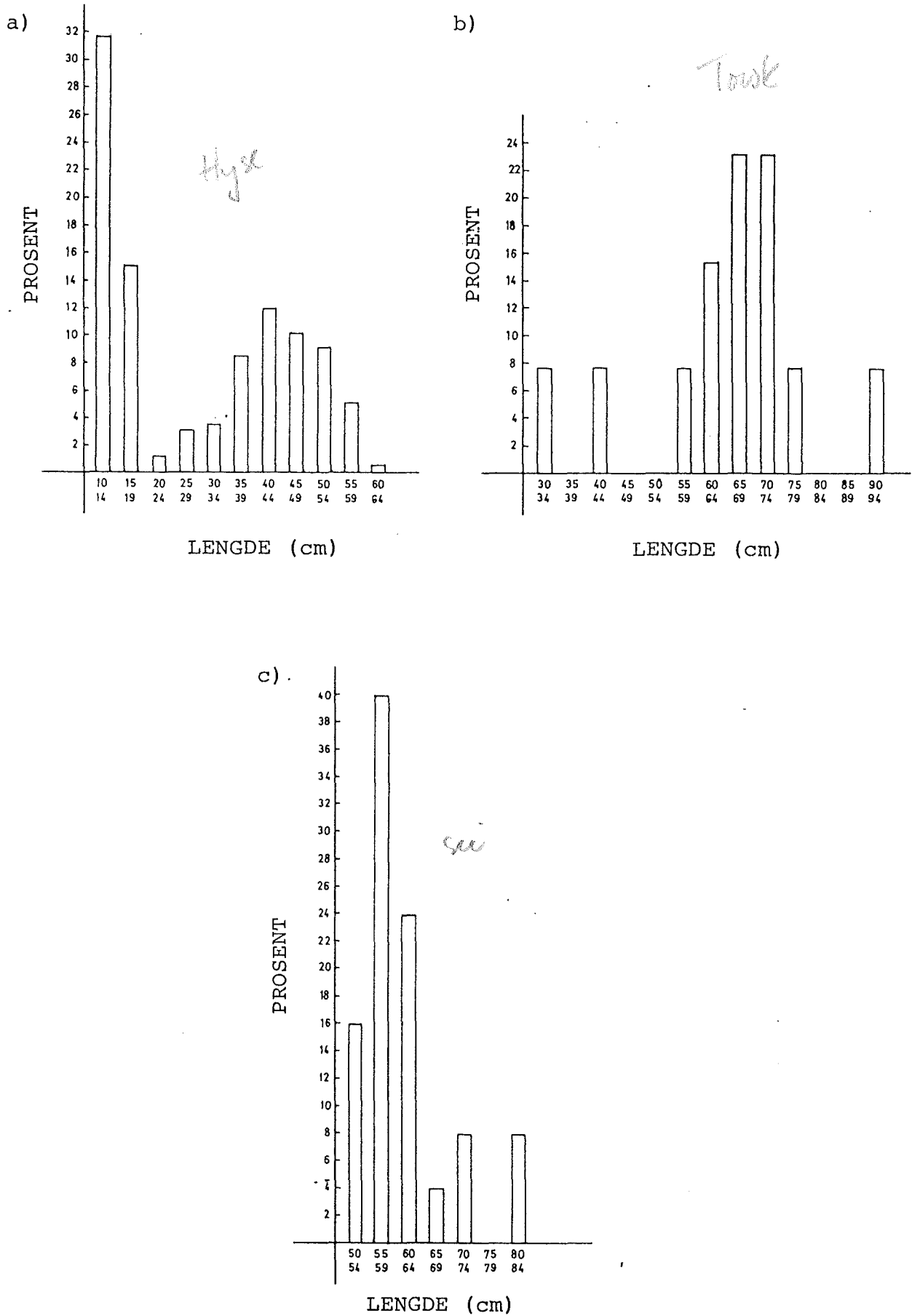
Figur 4.17. viser lengdefordelingene for torsk, hyse og sei som danner grunnlag for mengdeestimatene fra det andre toktet i 1981 (F/F "G.O. Sars").

Tabell 4.10. og 4.11. viser de beregnede mengder av torsk, hyse og sei på Buagrunnen i mars og april 1981.

Som det fremgår av tabellene er det forholdsvis liten forskjell på de to mengdeestimatene i 1981. Antall hyse gikk imidlertid kraftig opp fra mars til april 1981, noe som skyldes den store mengden småhyse (10-20 cm) som ble registrert på Buagrunnen i april. Sammenligner man antall tonn hyse som er estimert i de to periodene i 1981 er det liten forskjell og antall hyse over 30 cm (hysa som beiter på sildeegg) holder seg forholdsvis konstant i mars og april.



Figur 4.16. Lengdefordeling av hyse (a), torsk (b) og sei på Buagrunnen, 16-27 mars 1981.



Figur 4.17. Lengdefordeling av hyse (a), torsk (b) og sei (c) på Buagrunnen, 6-14 april 1981.

Tabell 4.10. Mengdeberegninger av torsk, hyse og sei på Buagrunnen, 16-27/3 1981.

Art	Tetthet Antall/nm	Total Antall	Tonn
Torsk	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6$	$5,4 \times 10^3$
Hyse	$21,0 \times 10^3$	$16,9 \times 10^6$	$21,7 \times 10^3$
Sei	$3,0 \times 10^3$	$2,3 \times 10^6$	$5,6 \times 10^3$

34 · 10³

Tabell 4.11. Mengdeberegninger av torsk, hyse og sei på Buagrunnen, 6-14/4 1981.

Art	Tetthet Antall/nm	Total Antall	Tonn
Torsk	$1,1 \times 10^3$	$0,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^3$
Hyse	$54,7 \times 10^3$	$39,4 \times 10^6$	$20,3 \times 10^3$
Sei	$2,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^6$	$3,7 \times 10^3$

26 · 10³

Mengden torsk og sei gikk, som ventet, noe tilbake fra mars til april 1981. Torsken hadde forflyttet seg lenger syd og det ble registrert lite sei over hele undersøkelsesområdet på det siste toktet.

Som det fremgår av tabellene over mengdeestimatene for 1981 og tabellen over estimatet av torsk, hyse og sei i 1980 (tabell 4.8) er det stor forskjell på disse tallene, spesielt når det gjelder hyse og sei. Fangststatistikk for de to årene (tabell 4.12.) antyder at det antageligvis ikke var så stor forskjell i mengden hyse fra 1980 til 1981 på Buagrunnen. Det ble fisket omlag 200 tonn mer hyse i mars-april 1981 enn i de samme månedene i 1980 i område 07 (Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag). At forskjellen i estimatene er blitt så store kan muligvis forklares under følgende argumentasjon.

Tabell 4.12. Fangststatistikk over område 07 (Møre og Romsdal og Sør Trøndelag), fra Sunnmøre- og Romsdal fiskesalslag. Antall tonn hyse for de ulike redskapene i mars og april 1980 a) og 1981 b).

Måned og år	Garn	Line	Juks.	Bunntr.	Reketr.	Sn.vad
a) Mars 1980	136	86	8	377	5	35
April 1980	124	57	4	242	1	63
Total 1980	260	143	12	619	6	98
b) Mars 1981	271	46	5	353	38	10
April 1981	306	45	8	243	+	32
Total 1981	577	91	13	596	38	42

- større problemer i 1980 enn i 1981 å få skikkelig dekning i områder med mye fisk pga faststående bruk
- tidligere innsig av gytemoden hyse i 1981 enn i 1980.

Det må fastholdes at det var større problemer med den praktiske gjennomføringen av toktet i 1980 enn i 1981, og det må settes større lit til estimatene det siste året fordi de akustiske registreringene i langt større grad ble verifisert ved tråling i 1981.

4.5. Total eggbeiting på Buagrunden i 1980 og 1981.

Innledningsvis ble det lagt vekt på tre hovedforutsetninger for å kunne gi et anslag over hvor mye egg som blir beitet i et område.

- a) Man må ha kjenskap til hvilke arter som beiter på sildeegg og ta mageprøver for å få kjenskap til hvor mye den enkelte fisk tar til seg.
- b) Man må skaffe seg så nøyaktige opplysninger som mulig om hvor fort de beitende fiskearter fordøyer sildeegg.

- c) Man må ha et estimat over mengden eggbeitere i det aktuelle området.

Punktene a) og b) er belyst så godt som råd er i det foregående. ✓

Før et estimat over total eggbeiting kan foreligge må et par spørsmål belyses:

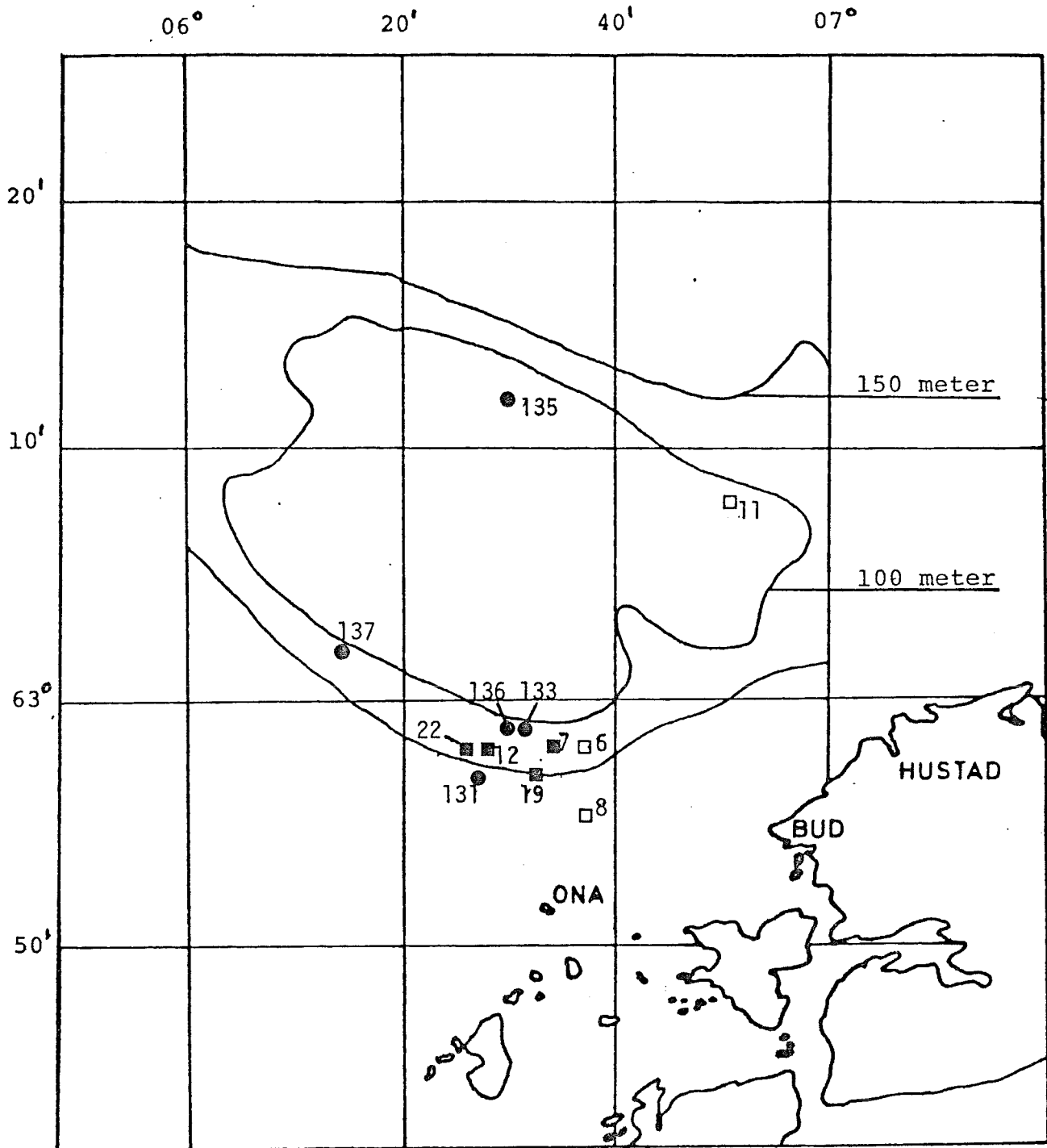
- Hvor stor andel av den beregnete hysebestanden på Buagrunnen beiter på egg?
- Hvor lenge ligger det egg på bunnen utsatt for beiting (eksponeringstiden)?

4.5.1. Andel eggbeitere av den totale hysebestanden på

Buagrunnen. Det kan ikke forutsettes at all hysa innenfor området definert som Buagrunnen beiter på sildeegg. Sildegyttingen foregår ikke over hele grunnen og selv på gytefeltene for sild finnes det hyse som foretrekker andre næringsorganismer enn sildeegg (jevnf. kap 4.2.).

Å lokalisere gytefeltene for sild er meget vanskelig på Buagrunnen da substratet eggene legges på ofte er hardt fjell, noe som vanskeliggjør effektiv grabbing. Tråling etter eggbeitende hyse har vært (Bowman 1922) og er fortsatt en effektiv måte å lokalisere silda's gytefelt på. For å få et godt bilde av gytefeltenes geografiske utbredelse er det ønskelig å få et så stort prøvemateriale av hyse i området som mulig. Det bør tråles ved forskjellige bunndyp og til alle døgnets tider. I praksis kan det være vanskelig å få gjennomført dette, og i vårt tilfelle ble tråling vanskeliggjort av dårlige bunnforhold og faststående bruk i området. Av tidligere erfaring fra Buagrunnen vet man imidlertid at det foregår gyting i bakkekanten på nordsiden av grunnen (pers. komm. Hamre J.). På sydsiden er det også tydelig at det foregår gyting da det ble funnet forholdsvis store mengder eggbeitende hyse der.

Figur 4.18. viser trålstasjonene på Buagrunnen for hvert av de to toktene i 1981. Figurene viser også på hvilke av trålsta-



Figur 4.18. Trålstasjoner på Buagrunden, mars-april 1981, hvor der var hyse i fangstene.

- /□ - trålstasjon med F/F "Håkon Mosby" med/uten sildeeggbeitere i fangsten.
- /○ - trålstasjon med F/F "G.O. Sars" med/uten sildeeggbeitere i fangsten.

sjonene det ble funnet eggbeitende hyse. Som det fremgår av figuren ble det ikke trålt over hele Buagrunnen. Det ble imidlertid trålt på de tradisjonelle trålfeltene (fig. 2.1.) og det var også her at konsentrasjonene av hyse var størst. Siden det eksisterende materiale ikke gir grunnlag for noe bedre anslag har jeg lagt andelen av hyse med egg i magen i fangstene på Buagrunnen til grunn for beregning av hvor stor del av hysen bestanden som beiter på sildeegg på Buagrunnen.

Tabell 4.13 viser trålstasjonene på Buagrunnen og hvor stor andel av hysa i fangstene som var eggbeitere. Disse prosentandelene representerer fisk som er større enn 30 cm. På det første toktet hadde i gjennomsnitt 59,3% av hysa egg i magene. På det andre toktet var det tilsvarende tallet 32,9%.

Tabell 4.13. Trålstasjonene på Buagrunnen, mars-april 1981, hvor der var hyse i fangstene. Stasjonsnummer 6-22 er stasjoner utført med F/F "Håkon Mosby", og stasjonsnummer 131-137 er stasjoner utført med F/F "G.O. Sars". Antall hyse >30 cm, antall hyse m/sildeegg i magene og andel (%) hyse m/sildeegg i magene er gitt for hver stasjon.

Stasjon	Grupper av fisk		
	Hyse >30 cm	Antall m/sildeegg	Andel (%) m/egg
6	2	0	0
7	170	105	61,8
8	2	0	0
11	6	0	0
12	104	71	68,3
19	22	2	9,1
22	28	20	71,4
131	48	9	18,8
133	30	21	70,0
135	11	2	18,2
136	99	19	19,2
137	101	44	43,6

Tabell 4.14 viser antall hyse større enn 30 cm og antall eggbeitere for de to toktene i 1981. Tabell 4.15 viser antall eggbeitere fordelt på lengdegrupper for de samme toktene.

Tabell 4.14. Antall hyse større enn 30 cm $\times 10^{-6}$ og antall eggbeitende hyse $\times 10^{-6}$ beregnet etter data fra to tokt i 1981. Prosentandel eggbeitende hyse er 59,3 for det første toktet og 32,9 for det andre.

Dato	Grupper av fisk	
	Hyse >30 cm	Eggbeitende hyse
16 - 27/3	15,66	9,28
6 - 14/4	19,28	6,34

Tabell 4.15. Antall eggbeitende hyse $\times 10^{-6}$ fordelt på lengdegrupper, beregnet etter data fra to tokt i 1981.

Lengdegruppe	Dato	
	16 - 27/3	6 - 14/4
30 - 34	0,15	0,19
35 - 39	0,69	0,88
40 - 44	1,31	1,62
45 - 49	1,85	1,43
50 - 54	2,08	1,43
55 - 59	2,11	0,71
60 - 64	1,09	0,08

4.5.2. Eggenes eksponeringstid. Under opparbeidingen av mageprøver i 1981 ble det fra hver mage tatt ut en prøve av sildeegg og alderen på disse ble notert. Ved å se på fangst-datoen for de enkelte magene var det mulig å regne tilbake og finne ut når eggene ble befruktet. Fangstene på de ulike datoene viste svært liten variasjon i alderssammensetningen av eggene. Ved å studere alderen til eggene i den første fangsten

med eggbeitere og finne ut hvor gamle de eldste eggene i denne fangsten var, ville det være mulig å finne ut (omtrentlig) når gytingen på Buagrunnen hadde startet. Ved å studere alderen på eggene i den siste fangsten med eggbeitere og finne frem til de yngste eggene her, ville det være mulig å finne ut med sikkerhet hvor lenge silda må ha gytt.

I den tidligste fangsten med eggbeitere, den 16. mars ble det funnet egg som var 9 dager gamle. Gytingen på Buagrunnen har således startet senest 7. mars i 1981. I en av de siste fangstene med eggbeitere ble det funnet egg som bare var tre dager gamle. Denne fangsten ble tatt 11. april, og gytingen har derfor minst vart til 8. april i 1981.

Under de rådende temperaturforhold ($5-6^{\circ}\text{C}$) er utviklingstiden for eggene ca. 21 døgn (Blaxter & Hempel 1963). I 1981 lå det derfor egg på bunnen fra 7. mars til 29. april, dvs 54 døgn. En kan imidlertid ikke gå ut fra at konsentrasjonen av sildeegg på bunnen er like stor gjennom hele denne perioden. Gytingen er ikke like intens hele tiden og mot slutten vil en stor del av eggene som har overlevd være klekket. Ved å studere den midlere alderen til eggene fra de ulike fangstene med eggbeitere vil en finne ut når gytingen har vært mest intens og hvor lenge den har vært intens. Tabell 4.16 viser den midlere alderen til eggene fra de ulike fangstdatoene i 1981 på Buagrunnen. Tabellen viser også etter tilbakeberegning når disse eggene ble gytt. det fremgår av tabellen at hovedgytingen har vart fra 14/3 - 26/3 i 1981 på Buagrunnen. Med en inkubasjonstid på 21 døgn har det mao vært forholdsvis store konsentrasjoner av sildeegg på bunnen fra 14/3 - 15/4, dvs ca 30 døgn.

Tabell 4.16. Den midlere alder for eggene fra de ulike fangsdatoene i 1981. Gytedatoen er beregnet ut fra den midlere alderen til eggene.

Fangst Dato	Midlere alder	Gyte dato
16/3	2	14/3
17/3	3	14/3
18/3	2	16/3
22/3	6	16/3
25/3	8	17/3
9/4	12	27/3
10/4	18	23/3
11/4	16	26/3
12/4	17	26/3

4.5.3. Estimat over total eggbeiting i 1981. Ved estimering av total eggbeiting vil jeg først og fremst ta for meg året 1981, da et estimat fra dette året trolig er det mest "riktige" som følge av den biologiske prøvetakingen og mengdemålingen av bunnfisk. Som jeg har kommet inn på tidligere var undersøkelsen på endel punkter noe mangelfull i 1980.

Følgende generelle formel kan settes opp for den totale sildeeggbeitingen:

$$P = t \sum_{i=1}^n NP_i \cdot br(g/d)_i$$

der P = den totale sildeeggbeitingen på Buagrunnen (g våtvekt).

t = eksponeringstiden for eggene (antall døgn).

NP_i = antall eggbeitere i lengdegruppe i.

$br(g/d)$ = beiterate for fisk i lengdegruppe i.

Beiteraten for de ulike lengdegruppene fremkommer ved å bruke fordøyelseshastighetsformelen (side 27). Beiteraten er ekvivalent med fordøyelsesraten under den forutsetning at den gjennomsnittlige eggmengden i hysemagene i de ulike lengdegruppene er noenlunde konstant, sålenge der ligger egg på bunnen. Jeg antar mao at den gjennomsnittlige eggmengde i de ulike lengdegruppene fluktuerer rundt det observerte middelet. Den midlere eggmengden (g våtvekt) for hver lengdegruppe kan således settes inn i fordøyelseshastighetsformelen og en beiterate (g sildeegg beitet pr tidsenhet) fremkommer for hver lengdegruppe.

Tabell 4.17 angir den observerte midlere eggmengde (g våtvekt) for de ulike lengdegruppene av hyse, 1981. Tabellen viser videre beiterate pr time og beiterate pr døgn for de ulike gruppene.

Tabell 4.17. Gjennomsnittlig antall gram sildeegg, beiterate pr time og beiterate pr døgn for de ulike lengdegruppene av hyse.

Lengdegruppe	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64
Egg (g våtvekt)	10,2	17,1	27,6	52,2	80,6	92,2	130,0
beiterate (g/t)	0,07	0,68	0,85	1,08	2,23	2,97	5,25
<i>g/d =</i> beiterate (g/d)	1,68	4,04	9,23	25,92	53,5 X	72,2 X	126,0 <i>o.s.v.</i>

signifikante forskjeller

Ved estimering av total eggbeiting i 1981 har jeg valgt å midle det beregnede antall eggbeitere for de to toktene dette året. Det var liten forskjell mellom de to estimatene av antall eggbeitere og et estimat over total eggbeiting blir det samme enten man regner med to like lange perioder med forskjellig antall eggbeitere eller om man midler de to mengdeestimatene.

Tabell 4.18 viser det midlete antall eggbeitere basert på to uavhengige estimat av hyse på Buagrunden i 1981. Tabellen viser også hvor stor mengde sildeegg hver lengdegruppe av hyse beitet (pr. døgn og pr. 30 døgn) i mars-april, 1981.

Tabell 4.18. Midlere antall eggbeitere ($NP \times 10^{-6}$), mengde sildeegg beitet (g pr døgn og g pr 30 døgn), 1981. Det totale antall eggbeitere og mengde sildeegg beitet er angitt nederst.

Lengdegruppe	$NP \times 10^{-6}$	$g/d \times 10^{-6}$	$g \times 10^{-6}$
30 - 34	0,17	0,29	0,009
35 - 39	0,78	3,15	0,095
40 - 44	1,46	13,48	0,404
45 - 49	1,64	42,51	1,275
50 - 54	1,76	94,20	2,826
55 - 59	1,41	100,50	3,015
60 - 64	0,58	73,8	2,192
Total	7,80	327,21	9,820 / <i>10 000 km</i>

Eksponeringstiden for eggene er satt til 30 døgn. Det er imidlertid lite trolig at en like stor andel av hysa beiter på sildeegg i 30 døgn. Beitingen på eggene vil trolig være lavere mot slutten av perioden grunnet klekking. Med det eksisterende materiale er det imidlertid umulig å si hvor stor del av eggene som klekker før denne perioden har utløpt. Den totale eksponeringstiden ble observert til 54 døgn. Ved å bruke en eksponeringstid på 30 døgn i beregningene er det imidlertid allikevel mest sannsynlig at estimatet over total eggbeiting blir noe for høyt.

Ved beregning av fordøyelsesrate ble det lagt til grunn et fordøyelseshastighetsforsøk der fiskene kun ble foret én gang. Som jeg var inne på i diskusjonen av fordøyelseshastigheten, har dette etter all sannsynlighet ført til at de beregnede fordøyelsesrater for de ulike lengdegruppene er blitt for lave. Det er vanskelig å si hvor stor denne feilen er, men beiteraten er som følge av dette trolig noe lav. Ved å operere med en lav beiterate trekkes estimatet av total eggbeiting ned.

Hvilket av de to nevnte feilkilder som har størst effekt på estimatet er det umulig å ha noen formening om. Det faktum at

de trekker estimatet over total eggbeiting i hver sin retning resultater imidlertid i at begge feilkildene blir redusert.

Den estimerte eggmengde som er beitet er selvfølgelig befruktete egg og disse veier vesentlig mer enn egg som kommer direkte fra hunner. Den gjennomsnittlige vekten til befruktete sildeegg funnet i hysemager var 0,004 g/egg. For å kunne beregne hvor mange hunner den beittede eggmengde representerer kan en se på fekunditeten til hunner av norsk vårgytende sild, nordlig komponent og finne ut hvor mye eggene til hver hunn veier i befruktet tilstand. En finner så ut hvor mange hunner det må til for å gyte den totale mengde egg som er beitet.

Fekunditeten til norsk vårgytende sild er blant andre studert av Parrish and Saville (1965). Fekunditeten er for en stor del avhengig av lengden på fisken. Den nordlige komponenten av norsk vårgytende sild domineres av 1972- og 1973-årsklassene (pers. kom. Ingolf Røttingen). Gjennomsnittlengden til disse årsklassene var i 1981 36,4 cm. I følge Parrish and Saville (1965) har norsk vårgytende sild med en lengde på 36,4 cm en fekunditet på $75,0 \times 10^3$ egg. I befruktet tilstand veier disse eggene 300 g. Antall hunner som må til for å gyte en befruktet eggmengde på $9,8 \times 10^9$ g blir da

$$\frac{9,8 \times 10^9}{300} = 32,7 \times 10^6, \text{ dvs hunner.}$$

Et slikt regnestykke er meget usikkert fordi hver faktor som inngår i det er usikker. Det endelige svar kan imidlertid gi en viss pekepinn om en størrelsesorden.

5. Sammendrag

1. Undersøkelsene har vist at hyse er den klart dominerende sildeeggbeiteren. Vel 40% av hysene som ble undersøkt i 1980 inneholdt sildeegg. I 1981 var det tilsvarende tallet 47%. Kun få individer av torsk og sei hadde sildeegg i magene.
2. Det var hyse i lengdeintervallet 30-65 cm som beitet på sildeegg. Mengden egg i magene økte proporsjonalt med vekten til fiskene. Hyse i lengdeintervallet 40-60 cm hadde størst andel eggbeitere.
3. Antall egg i hysemagene varierte fra ca 2000 til ca 85000. Gjennomsnittsansallet for alle hysene som hadde egg i magene var 17000, både i 1980 og i 1981.
4. Fordøyelseshastighetsforsøk viste at stor hyse tømmer magene med sildeegg raskere enn mindre fisk, og de fiskene som hadde fått mest fôr i forhold til sin egen kroppsvekt hadde en raskere tømmingshastighet enn fisk med relativ mindre mengde fôr.
5. På grunnlag av resultater fra fordøyelseshastighetsforsøk, med sildeegg som fôr, og den gjennomsnittlige mengde egg som ble funnet i hysemagene på feltet, ble det beregnet en beiterate for hver lengdegruppe (5 cm intervall) av eggbeitere.
6. I 1980 ble antallet hyse (hyse >30 cm) på Buagrunden estimert til $2,2 \times 10^6$ individer. I 1981 ble det tilsvarende antall estimert til ca $20,0 \times 10^6$.
7. I 1981 ble den totale eksponeringstiden for eggene beregnet til 54 døgn (den tiden eggene er utsatt for beiting). Dette er den tiden det med sikkerhet kan sies at det har ligget egg på bunnen utsatt for beiting. På grunnlag av studier av eggens alder ble tiden for beiting anslått til 30 døgn.

8. Under visse forutsetninger ble den totale mengde sildeegg som ble beitet på Buagrunden i 1981 beregnet. Pr døgn ble det beitet $327,2 \times 10^6$ g sildeegg. Dette tilsvarer en mengde på 9820 tonn i løpet av 30 døgn.

9. Ved å studere fekunditeten til norsk vårgytende sild og beregne hvor mye disse eggene veier i befruktet tilstand, ble mengde sildeegg beitet regnet om i antall hunner. Dette antallet ble $32,7 \times 10^6$ stk.

6. Litteratur.

- AGLEN, A. 1982. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. Contribution No. 33. Symposium on Fisheries Acoustics, Bergen, June 21-24, 1982.
- BLAXTER, J.H.S. and HEMPEL, G. 1963. The influence of egg size on herring larvae (Clupea harengus L.). J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 28: 211-240.
- BOWMAN, A. 1922. The occurrence of "spawny" haddock and the locus and extent of herring spawning grounds. Fishes, Scotland, Sci. Invest. 1922, IV.
- DALEN, J. and LØVIK, A. 1981. The influence of wind-induced bubbles on echo integration surveys. J. Acoust. Soc. Am. 69(6), June 1981.
- DALEN, J. og SMEDSTAD, O.M. 1979a. Bunnfiskundersøkelser i Barentshavet vinteren 1978. Fisken Hav., 1979 (2): 1-13.
- DALEN, J. og SMEDSTAD, O.M. 1979b. Acoustic method for estimating absolute abundance of young cod and haddock in the Barents Sea. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1979 (G:51): 1-24 (Mimeo.)
- DALEN, J. and SMEDSTAD, O.M. 1982. Abundance estimation of fish in the Barents sea by an extended acoustic method. Contribution No. 36. Symposium on Fisheries Acoustics, Bergen, June 21-24, 1982.
- DALEN, J., HYLEN, A. og SMEDSTAD, O.M. 1977. Akustisk mengdemåling av torsk og hyse i Barentshavet i februar 1976. Fisken Hav., 1977 (2): 3-15.

- DEVOLD, F. 1961. The life history of the Atlanto-Scandian Herring. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 154: 98-108
- DOBLE, B.D. and EGGERS, D.M. 1978. Daily feeding chronology, rate of gastric evacuation, daily ration and prey selection in Lake Washington juvenile sockeye salmon (Oncorhynchus nerka). Trans. Am. Fish. Soc. 107, 36-45.
- DRAGESUND, O. 1970. Factors influencing year-class strength of Norwegian spring spawning herring (Clupea harengus Linné). FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 15 381-450.
- DRAGESUND, O., HAMRE, J. og ULLTANG, Ø. 1980. Biology and population dynamics of the Norwegian spring-spawning herring. Rapp. et. Proc. Verb, Vol 177, Int. Cons. Explor. Mer. Copenhagen.
- DRAGESUND, O. and NAKKEN, O. 1973. Relationship of parent stock size and year class strength in Norwegian spring spawning herring. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 164: 15-30.
- EL-SHAMY, F.M. 1976. Analysis of gastric emptying in blue-gill (Lepomis macrochirus). J. Fish. Res. BdCan. 33, 1630-1633.
- FOOTE, K.G. 1979. Evidence for the influence of fish behaviour on echo energy. Contr. Meeting on hydroacoust. methods for the estimate of marine fish populations 25-29 June 1979 Cambr.Mass. 27 pp, 9 figs. (Mimeo.)
- FOOTE, K.G. and NAKKEN, O. 1978. Dorsal aspect target strength functions of six fishes at two ultrasonic frequencies. Fisken Hav. Ser. B, 1978 (3): 1-9.
- Footle 1980.
GODØ, O.R. 1981. Vintertorskefisket på Møre - Sør-Trøndelagskysten i 1980. Fisken Hav., 1981 (1): 37-48.

- GODØ, O.R. og TORESEN, R. 1981. Akustisk mengdemåling av bunnfisk på Mørekyten i mars 1980. Fisken Hav., 1981(1): 21-36.
- HAMRE, J. og RØTTINGEN, I. 1980. Ressursoversikt for 1980-1981. 1. Norsk vårgytende sild. Fisken Hav., 1980 (Særnummer 2): 7-14.
- HEMPEL, I. and HEMPEL, G. 1968. An estimate of mortality in herring eggs. The biology of early Stages and Recruitment Mechanisms of Herring. Inc. Coun. Explor. Sea, Symp., Copenh., 1968 (32): 1-5, 1 tab., 2 figs. (Mimeo.)
- HOPKINS, A. 1966. The pattern of gastric emptying: a new view of old results. J. Physiol. 182, 144-149.
- HUNT, B.P. 1960. Digestion rate and food consumption of Florida gar, wormmouth and largemouth bass. Trans. Am. Fish. Soc. 89, 206-211.
- HYLEN, A. 1967. Selectivity experiments with a cod-end made of polypropylene split fibre. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1967 (B:10): 1-5 (Mimeo.)
- HYLEN, A., JAKOBSEN, T., LAHN-JOHANNESSEN, J., SMEDSTAD, O.M. og SÆTRE, R. 1972. Bunnfiskundersøkelser ved Bjørnøya, Spitsbergen og i Barentshavet med F/F "G.O. Sars" 3-20 november 1970. Fisken Hav., 1977 (2): 3-15.
- HYLEN, A. and JAKOBSEN, T. 1979. A fishing experiment with multifilament, monofilament and monotwine gill nets in Lofoten during the spawning season of Arcto-Norwegian cod in 1974. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 16: 531-550.

- JOBLING, M. 1980. Gastric evacuation in plaice, Pleuronectes platessa L.: effects of temperature and fish size. J. Fish. Biol. 17, 547-551.
- JOBLING, M. 1981. Mathematical models of gastric emptying and the estimation of daily rates of food consumption for fish. J. Fish. Biol. 19, 245-257.
- JOBLING, M. and DAVIES, P.S. 1979. Gastric evacuation in plaice, Pleuronectes platessa L.: effects of temperature and meal size. J. Fish. Biol. 14, 539-546.
- JOHANNESSEN, A. 1980. Predation on herring (Clupea harengus L.) eggs and young larvae. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1980 (H:33): 1-12 (Mimeo.)
- JONES, R. 1974. The rate of elimination of food from the stomachs of haddock, cod and whiting. J. Cons. int. Explor. Mer, 35: 225-243.
- JONES, R. 1976. Estimates of the food consumption of haddock (Melanogrammus aeglefinus) and cod (Gadus morhua). J. Cons. int. Explor. Mer, 38(1): 18-27.
- MAIN, J. and SANGSTER, G.I. 1981. A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observations from a towed underwater vehicle. Scottish Fisheries Research Report number 23, 1981.
- MITSON, R.B. 1976. Acoustic estimation of fish near the sea-bed. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1976 (B:15): 1-9. (Mimeo.)
- NICHERSON, T.M. and DOWD, R.G. 1977. Design and operation of survey patterns for demersal fishes using the computerized echo counting system, Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 170: 232-236.

- NORRIS, J.S., NORRIS, D.O. and WINDELL, J.T. 1973. Effect of simulated meal size on gastric acid and pepsin secretory rates in bluegill (Lepomis macrochirus). J. Fish. Res. Bd Can. 30, 201-204.
- OLSEN, K. 1971. Orientation measurements of cod in Lofoten obtained from underwater photography and their relation to target strength. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1971 (B:17): 1-8. (Mimeo.)
- OLSEN, K. 1979. Observed avoidance behaviour in herring in relation to passage of an echo survey vessel. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1979 (B:18): 1-9. (Mimeo.)
- OLSEN, K. 1980. Echo surveying and fish behaviour. ICES's Fish reaction Working group meeting, ICES, Reykjavik ICELAND, May 1980, 20 pp., 9 Figs. (Mimeo.)
- OLSEN, K. 1981. The significance of fish behaviour in evaluation of hydroacoustic survey data. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1981 (B:22): 1-11. (Mimeo.)
- PARRISH, B.B. and SAVILLE, A. 1965. The biology of the North-east Atlantic herring populations. Oceanogr. mar. Biol., 3: 323-373.
- SHOTTON, R. and DOWD, R.G. 1975. Current Research in Acoustic Fish Stock Assessment at the Marine Ecology Laboratory. Serial No. 3468. ICNAF Res. Doc. 75/16.
- SMIT, H. 1967. Influence of temperature on the rate of gastric juice secretion in the brown bull-head, Ictalurus nebulosus. Comp. Biochem. Physiol. 21, 125-132.
- SUNDBY, S. og SÆTRE, R. 1977. Fiskeressursene og deres miljø i farvannene utenfor Møre-Helgeland. Fysiske forhold. Fisken Hav. Ser. B. 1977 (6): 6-11.

- SÆTRE, R. and GJØSÆTER, J. 1975. Ecological investigations on the spawning grounds of the barents sea capelin. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 16: 203-227.
- TEMPLEMAN, W. 1965. Some instances of cod and haddock behaviour and concentrations in the Newfoundland and Labrador Seas in relation to food. Int. Commn NW Atlant. Fish. Spec. Publ. No. 6: 449-461.
- TYLER, A.V. 1970. Rates of Gastric Emptying in Young Cod. J. Fish. Res. Bd. Can.: 27: 1177-1189.
- VASNETSOV, V.V. 1953a. Etapy razvitiya kostistyx ryb. (Developmental stages of young fishes.) Pages 207-217 in Ocherki po obshchim voprosam ikhtiologii. Akademiya Nauk Press, Moscow. 320 p.
- WESTERN, J.H.R. and JENNINGS, J.B. 1970. Histochemical demonstration of hydrochloric acid in the gastric tubules of teleosts using in vivo prussian blue technique. Comp. Biochem. Physiol. 35, 879-884.
- WINDELL, J.T. 1966. Rates of digestion in bluegill sun-fish. Invest. Indiana Lakes Streams 7, 185-214.
- YATES, F. 1965. Sampling methods for censuses and surveys. Griffin 1965, 440 p.
- ZAR, J.H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. 620 pp.

7. Symbolliste.

- A - grupper av fisk som har fått mye fôr i forhold til andre fisk (relativt til deres egen vekt).
- a - konstant brukt i lengde-vekt relasjonen.
- B - grupper av fisk som har fått middels mengde fôr i forhold til andre fisk (relativt til deres egen vekt).
- b - konstant brukt i lengde-vekt relasjonen.
- br - beiterate av sildeegg, dvs den mengde sildeegg som hyse av ulik størrelse tar til seg pr tidsenhet.
- C - grupper av fisk som har fått lite fôr i forhold til andre fisk (relativt til deres egen vekt).
- c - (i akustikkdelen) tetthetskoeffisient for omregning fra ekkomengde til fisketetthet. *(densitet?)*
- CTD - navn på måleinstrument (sonde) brukt på forskningsfartøyer som måler ledningsevne, temperatur og tetthet til saltvann. Herav beregnes vannets saltholdighet.
- d - døgn.
- dB - decibel~~X~~.
- E - fórmengde (g våtvekt).
- F - fórmengde (g våtvekt) relativt til fiskens egen vekt.
- fw - teoretisk fiskevekt.
- G.O.S. - F/F "G.O. Sars".
- g - gram.
- H.M. - F/F "Håkon Mosby".
- h - antall timer mellom fóring og slakting av fisk i fordøyelseshastighetsforsøket.
- K - lengdeavhengig korreksjonsfaktor for fordøyelseshastighet.
- k - konstanter som inngår i fordøyelseshastighetsformel.
- L - fiskelengde (cm).
- l - gjennomsnittslengden til fiskene i fordøyelseshastighetsforsøket.

- M - integrert ekkointensitet.
m - meter.
mm - millimeter.
ms - millisekunder.
N - antall egg.
NP - antall eggbeitere.
nm - nautisk mil.
P - total eggbeiting på Buagrunnen.
Pa - pascal.
Q - fordøyelseshastighetskvotient.
R - korrelasjonskoeffisient.
r - tømmingshastighet av mageinnhold.
s - standardavvik.
t - temperatur (grader Celsius).
V - volt.
W - vekt av mageinnhold (g våtvekt).
w - gjennomsnittlig førmengde pr kg fisk til alle fiskene i forsøket.
x - mengde før igjen i magen, pr. kg fisk, ved slakting.