

Fiskeridirektoratets
Bibliotek

Beskrivelse av atferd i gyte-
perioden og undersøkelser på de
tidlige stadier hos sild (Clupea
harengus Linne) i Lindåspollene.

Hovedoppgave i fiskeribiologi

av

Dag M. Furevik

1976

Norges fiskerihøgskole - Universitetet i Bergen

INNHold

	Side
I. <u>INNLEDNING</u>	4
II. <u>BESKRIVELSE AV OMRÅDET</u>	9
III. <u>MATERIALE OG METODER</u>	10
1. Fartøyer og redskap	10
2. Beregning av gytebestand	14
3. Beregning av predatorer på gytefeltet	15
4. Stasjonsnett	15
5. Metode for bestemmelse av larveantallet	17
6. Konservering	17
7. Sortering - måling	19
IV. <u>RESULTATER - DISKUSJON</u>	20
1. Beskrivelse av sildas atferd før og under gyting i 1974	20
2. <u>Eggstadiet i 1974</u>	22
2.1 Beskrivelse av gyteområdet	22
2.2 Tetthetsfordeling av eggene	25
2.3 Gytebestand	27
2.4 Befruktningsprosent	27
2.5 Dødelighet i inkubasjonstiden	28
2.6 Sopp på gytefeltet	34
3. <u>Larvestadiet i 1974</u>	35
3.1 Klekking	35
3.2 Larvenes utbredelse med tiden	37
3.3 Andre gyteområder	39
3.4 Larvenes vekst	46
3.5 Reduksjon i larveantallet	48

	side
4. Sildas atferd för gyting i 1975	52
5. Eggstadiet - 1975	53
6. Larvestadiet - 1975	54
V. <u>REDSKAPSUNDERSÖKELSE</u>	59
VI. <u>HOVED-DISKUSJON</u>	60
VII. <u>SAMMENDRAG</u>	66
VIII. <u>TAKK</u>	68
IX. <u>LITTERATUR</u>	69
X. <u>APPENDIX TABELLER</u>	76

I. INNLEDNING

På ICES symposiet i 1961, On herring population studies, ble det anbefalt at sildekomiteen skulle vurdere muligheten for å starte en omfattende undersøkelse på en lokal avgrenset og lett tilgjengelig population (Anon 1961).

En arbeidsgruppe studerte tre lokaliteter nær Bergen. Den eneste innelukkede bestand ble funnet i Lindåspollene, men silda i fjellspollen var av større interesse siden den bestod både av vår- og høstgytere (DAHL, ÖSTVEDT & LIE 1973).

Av forskjellige grunner fant ikke ICES det mulig å følge opp det foreslåtte program, men i 1970 ble det startet et samarbeid mellom Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt og Biologisk stasjon, Universitetet i Bergen for å studere silda og dens miljø i lindåspollene.

Ved siden av å undersøke sildas biologi var det ønskelig med et omfattende studium av hele økosystemet for på lengre sikt å lage et energibudsjett for hele pollen. Resultater av undersøkelsene hittil foreligger hos Anon. (1969), AURE (1972), HAUG (1972), ELLINGSEN (1973), DAHL et al. (1973), ÖSTVEDT, DAHL & LIE (1973), OS (1974), OLSEN (1975), WESTERGAARD (1975) & ELLERTSEN (1975).

Det er gjort tallrike laboratoriestudier på de tidlige stadiene hos sild. Særlig over temperaturens innvirkning på inkubasjonsperioden og med klekking og foring av larver (BLAXTER 1962 og SOLEIM 1940).

Direkte observasjoner og innsamling av egg på gytefeltet er vanskelig da silda (Clupea harengus) ofte gyter relativt dypt og gyteområdet er sterkt avgrenset.

Eggprøver er blitt hentet opp med grabbing, men dette har bydd på problemer da silda synes å foretrekke hard bunn å gyte på.

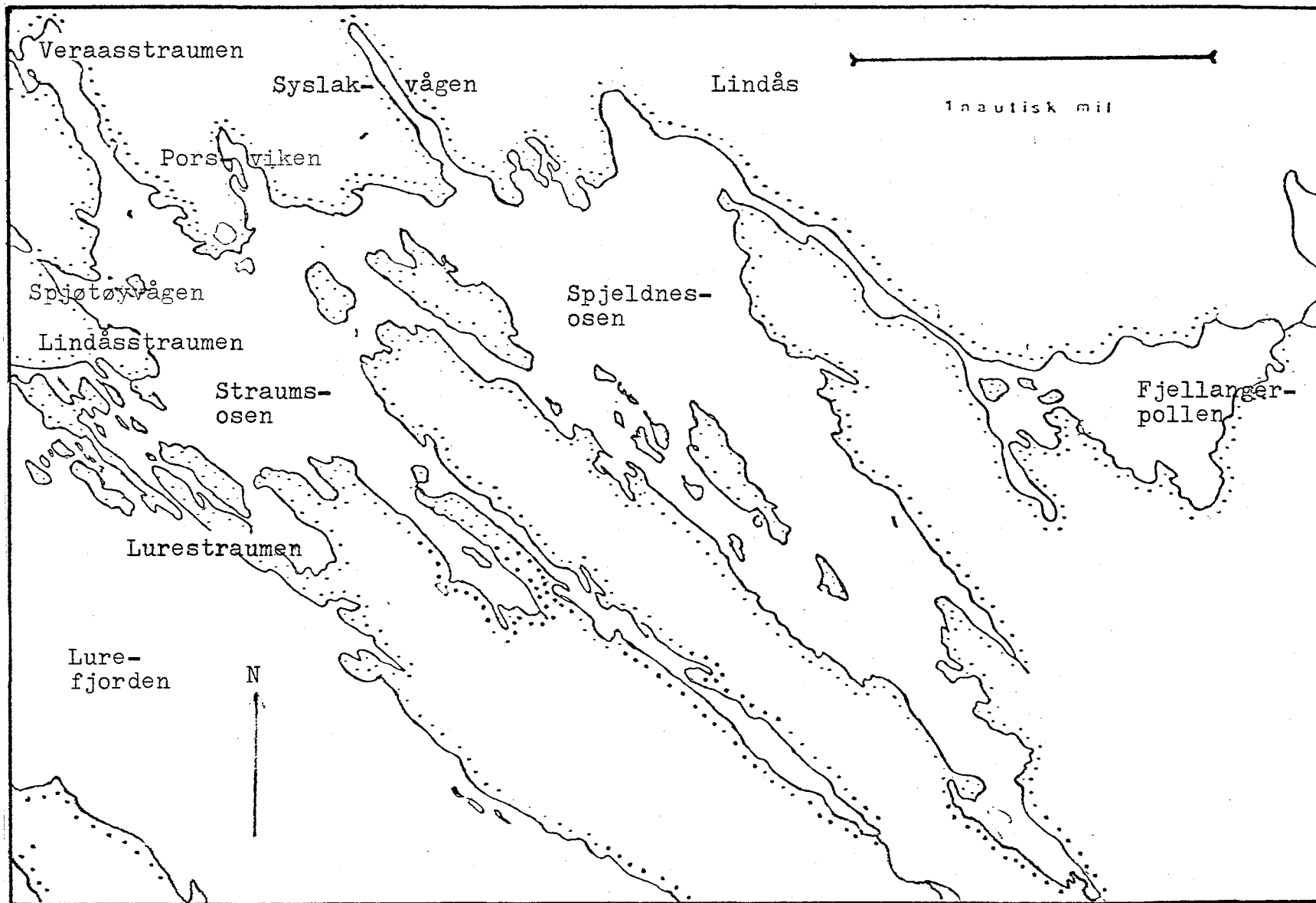


Fig. 1.1. Lindåspollene

I den senere tid er også dykkerklokken tatt i bruk for studier på gytefeltet (CADDY & ISLES 1973).

For Clupea pallassii og en del kystpopulasjoner som gyter i strandsonen er det benyttet froskemenn for kartlegging og prøvetaking på gytefeltet.

Dødeligheten på eggstadiet er vanligvis lav (HEMPEL & HEMPEL 1971, BAXTER 1971), men den öker med ökende tetthet. LEA (1930) og RUNNSTRÖM (1941) viste at store konsentrasjoner av sildeegg på bunnen resulterte i høy dødelighet.

Særlig torsk (Gadus morhua Linne) hyse (Melanogrammus aeglefinus Linne) og sei (Pollachius virens Linne) predaterer på sildeegg og de kan redusere eggmengden betydelig (DRAGESUND & NAKKEN 1973).

Endel evertebrater som sjöstjerner (Asteroidea) og snegl (Gastropoda) opptrer også som predatorer (CADDY & ISLES 1973).

Både fra laboratorieforsök og fra sjöen er det kjent at tette konsentrasjoner av egg gir lav klekkesuksess (GALKINA 1971, TAYLOR 1971), og dødeligheten på eggstadiet kan bli sterkt underestimert hvis den ikke inkluderer dødelighet ved klekking og antall deformerte larver.

Sett på bakgrunn av det høye reproduksjonspotensialet og den relative stabiliteten til bestandene må det være en høy dødelighet i perioden mellom eggstadiet og kjønnsmodning. Mange forfattere ser denne i sammenheng med begrepet "det kritiske stadium" som er stadiet når plommesekk resorbsjonen er fullendt.

Det er gjort få beregninger over dødeligheten på larvestadiet under naturlige forhold. DRAGESUND & NAKKEN (1971) beregnet en dødelighet på 94% etter resorbsjon av plommesekken. For større larver fant GRAHAM & DAVIS (1971) en

dödelighet som varierte mellom 22 og 52% over en 5 dagers periode.

Denne hovedoppgaven som omfatter en kort beskrivelse av sildas atferd før og under gyting og undersøkelser på de tidlige stadier hos sild kan inndeles i 3 punkter:

- Atferd: Studere sildas atferd før og under gyting
- Eggstadiet: Beskrive gyteområdet med fauna og flora. Beregne gytebestand, befruktningsprosent, eggdödelighet, beiteeffekt og klekkesuksess (hatching success)
- Larvestadiet: Studere klekking, larvenes vertikale fordeling i denne perioden og utbredelse. Beregne dödelighet og vekst.

Silda i Lindåspollene

Det er nesten utelukkende den kjønnsmodne del av bestanden en har kjennskap til. Undersøkelsene viser at den er vårgytende og at den avviker fra den oseaniske bestand i hvirveltall og veksthastighet (DAHL et al. 1973). I følge den lokale befolkning gyter silda årvist i midtre del av Syslakvågen. Gyting ble registrert her i 1971 og 1972 (ÖSTVEDT et al. 1973). Det kan også være andre gyteplasser, men disse er ikke lokalisert.

Sildas vandringsmønster er undersøkt i perioden mars 1971 til mars 1973. (ÖSTVEDT et al. 1973). Observasjonene tyder på at silda vandrer ut i Straumsosen etter gyting. I løpet av høstmånedene finner det sted en økning av konsentrasjonene i Spjeldnesosen. I november desember skjer det en gradvis forflytning nordover. I januar-mars står silda stort sett i ro i den sentrale og nordlige del av Spjeldnesosen, og i slutten av mars vandrer den inn mot gyteplassen i Syslakvågen.

Merkeforsök i november 1972 viser at noe sild vandrer ut av Lindåspollene (DAHL et al. 1973).

Umoden sild er blitt observert i sørlige del av Straumsosen (DAHL pers. med.).

II. BESKRIVELSE AV OMRÅDET

Lindåspollene ligger ca 35 km nord for Bergen. Pollsystemet har en total vannoverflate på 6,872 km² og består av tre avsnitt skilt med terskler; Straumsosen, Spjeldnesosen og Fjellangerpollen (fig. 1.1). Straumsosen står i forbindelse med Lurefjorden gjennom 3 grunne og smale passasjer, Lurestraumen, Lindåsstraumen og Veraasstraumen. Spjeldnesosen står i forbindelse med Straumsosen gjennom en terskel på under 10 m. Fjellangerpollen er forbundet med Spjeldnesosen gjennom et langt smalt sund (Haukaasstraumen). Fjellangerpollen har ikke vært med i undersøkelserne hittil, delvis på grunn av at den er islagt 2-3 måneder i året og at der er hydrogen sulphide i dyp under ca 25 m (DAHL et al. 1973). En mer fyldig beskrivelse av Lindåspollene finnes bl.a. hos Anon. (1969), og DAHL et al. (1973).

Gyteområdet er beskrevet i kap. 4.2.1.

III. MATERIALE OG METODER

1. Fartøyer og redskap

Ekkoloddregistreringer ble foretatt fra en lettboat utstyrt med et Simrad EY-lodd. Dette ble utført av O.Dahl fra Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt i 1974, og O.Dahl, O.Skårnes fra Biologisk Stasjon, og meg selv i 1975. Før og under gyting i 1974 ble det også gjort registreringer fra F/F "August Brinchmann".

Innsamling av hydrografiske data er utført av Ottar Skårnes i perioden april 1974 - juli 1975. Over og ved gytefeltet tok jeg hydrografiske prøver i april 1974 og 1975.

I begge sesonger ble det lagt ned eternittplater, aluminiumskiver og garnsteiner på gytefeltet for å få eggprøver.

Eternittplatene var kvadratiske med side 15 cm og aluminiumskivene sirkulære med diameter 21 cm. Disse ble nedlagt i grupper slik at to eternittplater og en aluminiumsskive lå så nært hverandre som bunntopografien tillot. Gruppene (15 ialt) ble nummerert og fordelt jevnt over gyteplassen. De ble lagt på plass ved dykking. Hensikten med nedleggingen i grupper var for å kunne betrakte hver av dem som en homogen enhet (samme egg tetthet, dyp etc.).

12 garnsteiner (18 cm i diameter) og 10 eternittplater ble sluppet fra overflaten og fordelt tilfeldig på gytefeltet.

For fotografering på gytefeltet ble det benyttet et Nikonos undervannskamera med 28 og 35 mm linser, og påmontert blitzutstyr. Filmene som ble brukt var Ektachrome "high-speed" for slides og tri-x-pan for svart hvitt bilder.

Eggprøvene ble vesentlig hentet opp ved dykking, men noen ble tatt fra overflaten da eggene enkelte steder ikke lå mer enn knapt en halv meter dypt ved lavvann.

Foruten eggprøver fra eternittplater og garnsteiner ble det tatt bunnprøver med plastsylinder på områder hvor det var sand og evje-bunn. Den innvendige diameter var 7,3 cm og høyden 20 cm. To korkpropper ble satt i hver ende.

Bunnprøvene ble tatt på følgende måte: Holdt sylindren loddrett over vannet med korken i bunn ute. Dykket ned med sylindren fortsatt i loddrett stilling og presset den ned mot bunnen. Ved å løfte forsiktig på korken på toppen av sylindren vil luft sive ut og det blir et undertrykk som fører til at bunnmaterialet blir sugd opp i sylindren. Korken i bunn ble så lirket på plass. På fjell-steinbunn var det enkelte steder vanskelig å få denne sylindren til å slutte tett inntill. Det ble da anvendt en liten plastflaske med diameter 3,2 cm.

På gyteplassen ble det i inkubasjonsperioden foretatt innsamling av evertebrater som kunne tenkes å beite på eggene. Lomre (Microstomus kitt Linné) og rødspette (Pleuronectes platessa Linne) ble tatt med kniv på gytefeltet.

Ca. en uke før klekking ble de såkalte "Sundnes strömper" plasert over aluminiumsskivene (fig. 3.1.1)..

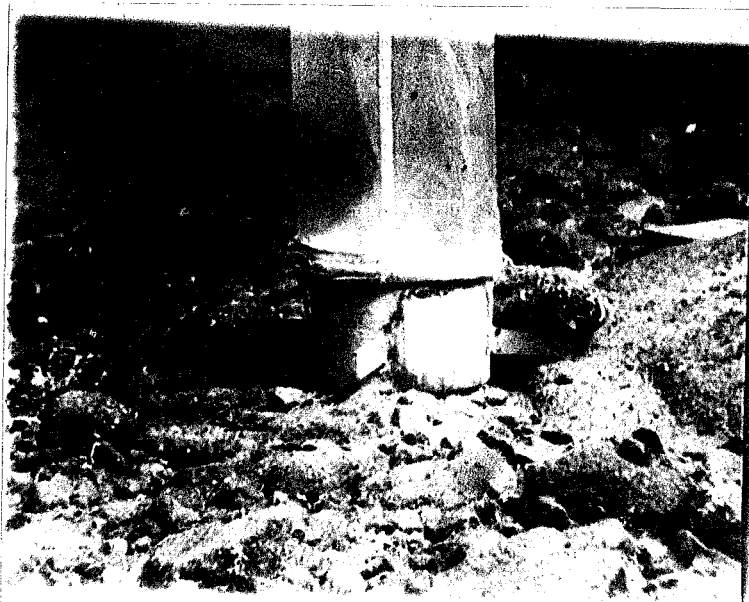


Fig. 3.1.1. Nedre halvdel av "Sundnes strømpe" på gytefeltet.

Disse består av en jernsylinder som har en litt mindre indre diameter (differanse ca. 4 mm) i øvre halvdel. På hver side er det et vindu i messingduk (500 μ). I øvre kant av sylinderen er det en krans hvor det er festet en 1 m lang nylonstrømpe (500 μ). To plastflotører sørger for å holde strømpen utstrakt. Aluminiumsskivene blir nå liggende inni sylinderen og ved klekking vil larvene bli omsluttet av sylinderen og strømpen. Tankegangen bak dette er at de larvene som klekkes, men som ikke er levedyktige vil dø og legge seg i bunnen av sylinderen mens de levedyktige vil finnes oppi strømpen, og en kan da få et mål for klekkesuksess (hatching success). Det ble satt ned 6 slike strømper.

I hele inkubasjonstiden ble det gjort observasjoner over gytefeltet fra overflaten med vannkikkert.

Under larvesamlingen ble M/B "Knurr" og en lettboat brukt. Redskapene var to Bongohåver med 20 og 60 cm i diameter og en Clark & Bumpus planktonsamler, alle utstyrt med en 500 μ nylonduk. Disse redskapene vil herfra bli benevnt som B (20), B (60) og CBS henholdsvis. Bongohåvene er beskrevet av POSGAY, MARAK & HENNEMUTH (1968), CBS av CLARKE & BUMPUS (1950). Redskapene ble anvendt begge sesonger.

I 1974 brukte jeg en neuston håv over gytefeltet ved klekking for å undersøke larvenes vertikale fordeling. (ELLERTSEN 1975) (fig. 3.1.2). Den er inndelt i 6 rom og går i overflaten slik at det øverste rommet er halvveis over vann.

Med de tre andre håvene ble det tatt stegvise skråtrekk for å få best mulig dekning. De ble trukket 1/3 av distansen i hvert dyp. Startdypet varierte med dybdeforholdene, men lå vanligvis på ca. 30 m. Et 15 kg tungt dråpeformet blylodd holdt en tauvinkel som varierte

med redskaper som ble brukt. Når en kjenner dypet (D) og vinkelen (V) kan wirelengden (L) beregnes ut fra formelen
$$L = \frac{D}{\sin V}$$

En dybdeskriver ble brukt av og til for å kontrollere dybden.

Det er regnet med ideelle filtreringer for samtlige redskaper, slik at filtrert vannmengde er lik utgått distanse x åpningens areal. Håvene ble grundig skyllet etter hvert trekk.

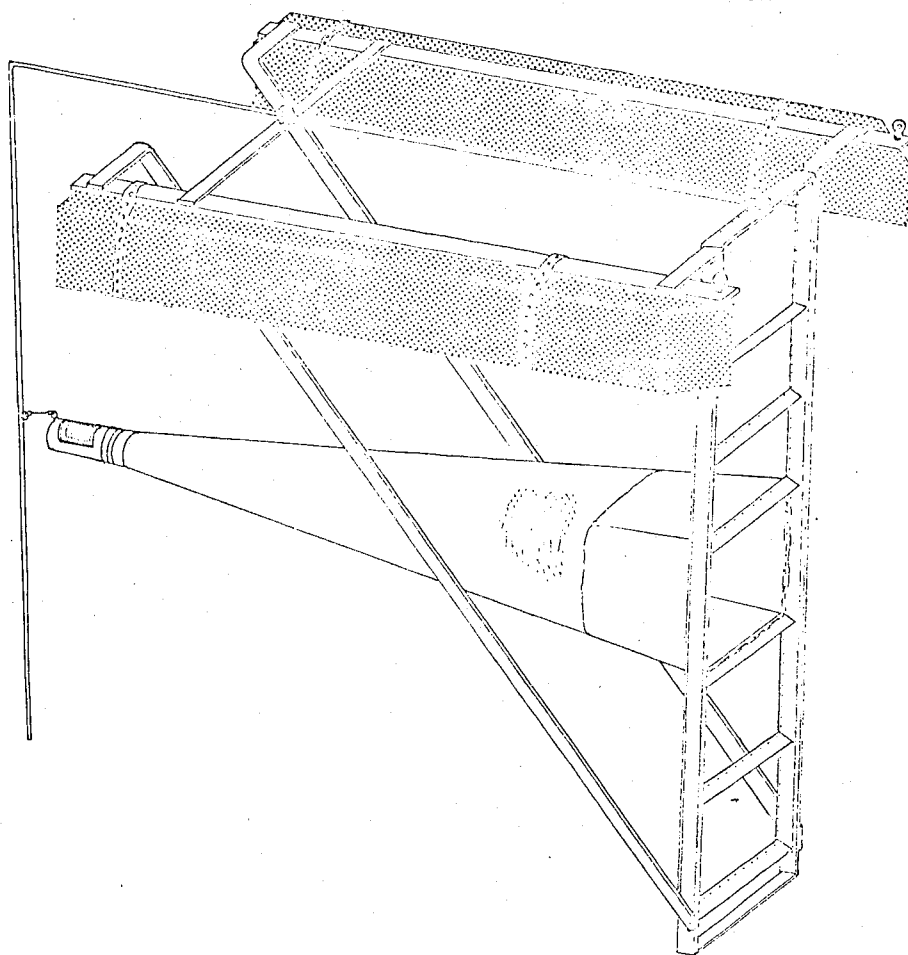


Fig. 3.1.2. Ellertsen's neustonhåv.

2. Beregning av gytebestand

Da konsentrasjonene av egg på gytefeltet var meget varierende ble gytefeltet inndelt i underområder og den totale eggmengde beregnet ved stratifisert sampling med forholdsestimering i hvert stratum (COCHRAN 1963).

Gytebestanden i tonn ble beregnet etter formelen:

$$V = \frac{E \cdot 0,150}{F \cdot S \cdot 1000} \quad \text{hvor:}$$

V = vekt i tonn

E = total eggmengde

F = fekunditet

S = forholdet mellom hunner og hanner

0,150 = gjennomsnittsvekt i kg

Bestandens gytepotensial er en funksjon av antall og lengdefordelingen av fisken. Fekunditeten for hver 1-cm gruppe er beregnet, og ut fra prosentvis lengdefordeling kan middelfekunditeten for bestanden finnes.

3. Beregning av antall predatorer på gytefeltet

Fra et foto fra gytefeltet ble det talt ca 50 lyr (Pollachius pollachius Linne), men endel av stimen kom ikke med på bildet og totalantallet må en anta vil ligge nærmere 100 fisk. En garnfangst ga 25 fisk (torsk og hyse). Hvor mange det var av disse tilsammen var meget vanskelig å avgjøre da fisken om dagen trakk seg unna når man nærmet seg med båt. Foruten disse artene ble det sett noen få eksemplarer av rødspette, lomre og berggylt (Labrus bergylta Ascanius).

I beregningene av beiteeffekten har jeg satt antall fisk til 200. Antallet er meget usikkert, men jeg har valgt å ta utgangspunkt i dette for å kunne sammenholde denne beregningen med andre metoder for estimering av beiteeffekten.

Antall kråkeboller (Echinoidea) på gytefeltet ble beregnet ved at jeg under dykking målte opp flere kvadrat på 2 x 2 m og talte opp alle innenfor hvert område. Middelveidien ble multiplisert med gytefeltets areal (områder med sandbunn er ikke tatt med da kråkebollene holdt seg på fjell og steinbunn) som ga et totalantall på ca 500.

4. Stasjonsnett

Alle larvetrekkene er angitt med romertall (fig. 3.4.1). Endel av disse stasjonene er faste mens andre ble brukt mer sporadisk. Utenfor Lindåspollene (Lurefjorden) i nærheten av de 3 utløpene ble det tatt noen trekk (XIX og XXI), men disse er ikke med på kartet.

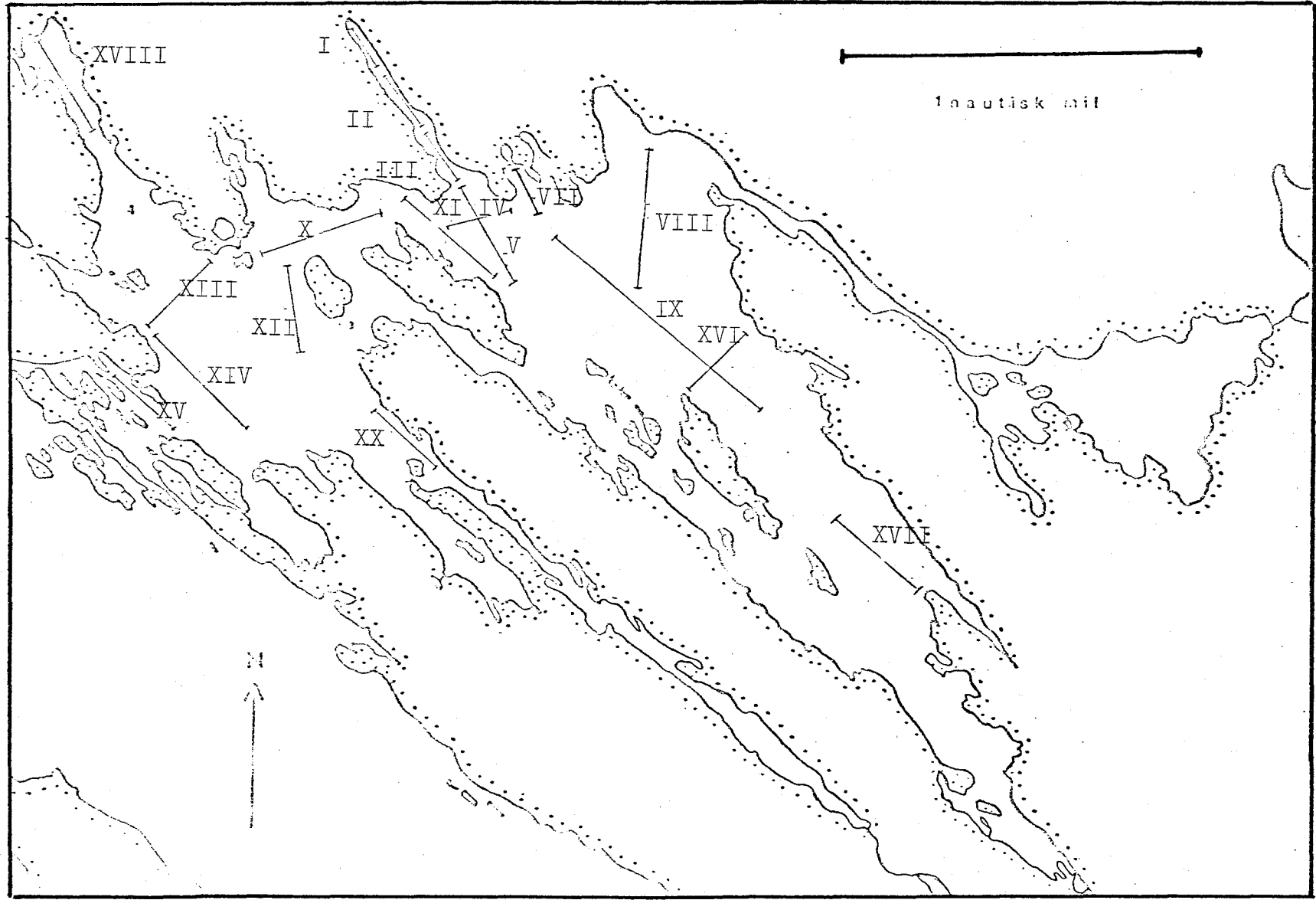


Fig. 3.4.1. Stasjoner. (Larvetrekkene utenfor Lindåspollene er ikke med på kartet)

5. Metode for bestemmelse av larveantallet

På hver stasjon ble larver/m³ beregnet som vil angi tettheten langs trekket. Lindåspollene ble inndelt i områder basert på stasjonenes plassering og bunntopografien (fig. 3.5.1). Innenfor hvert område ble det tatt et eller flere trekk. Ved flere stasjoner innenfor et område (f.eks. område 3) ble det beregnet et middel.

Volumet fra 30 m til overflaten innenfor hvert område ble beregnet ved hjelp av planimetri. Arealet ble målt i 0 - 10 - 20 og 30 og volumet mellom to dyp beregnet etter formelen
$$V = \frac{A_0 + A_u}{2} \cdot h$$
 hvor A₀ og A_u er arealet for to påfølgende dybdekanter og h avstanden mellom disse. Antall larver innenfor et område får en da ved å multiplisere larver/m³ med det totale volumet.

6. Konservering

For oppbevaring av eggprøvene ble det brukt to forskjellige konserveringsmåter. Eggene som skulle stadiebestemmes ble lagt på en løsning bestående av en del sjøvann til tre deler ferskvann (1 l. tilsammen) pluss 50 ml iseddiksyre. Fosteranlegget avtegner seg da tydelig mot plommehmassen. (EGIDIUS & HELLAND-HANSEN 1973). De andre eggene ble lagt på 4% formalinløsning tilsatt hexametylen-tetramin. Larvene ble konserverert på 4% formalin løsning. Evertebrater fra gytefeltet ble oppbevart på 96% sprit.

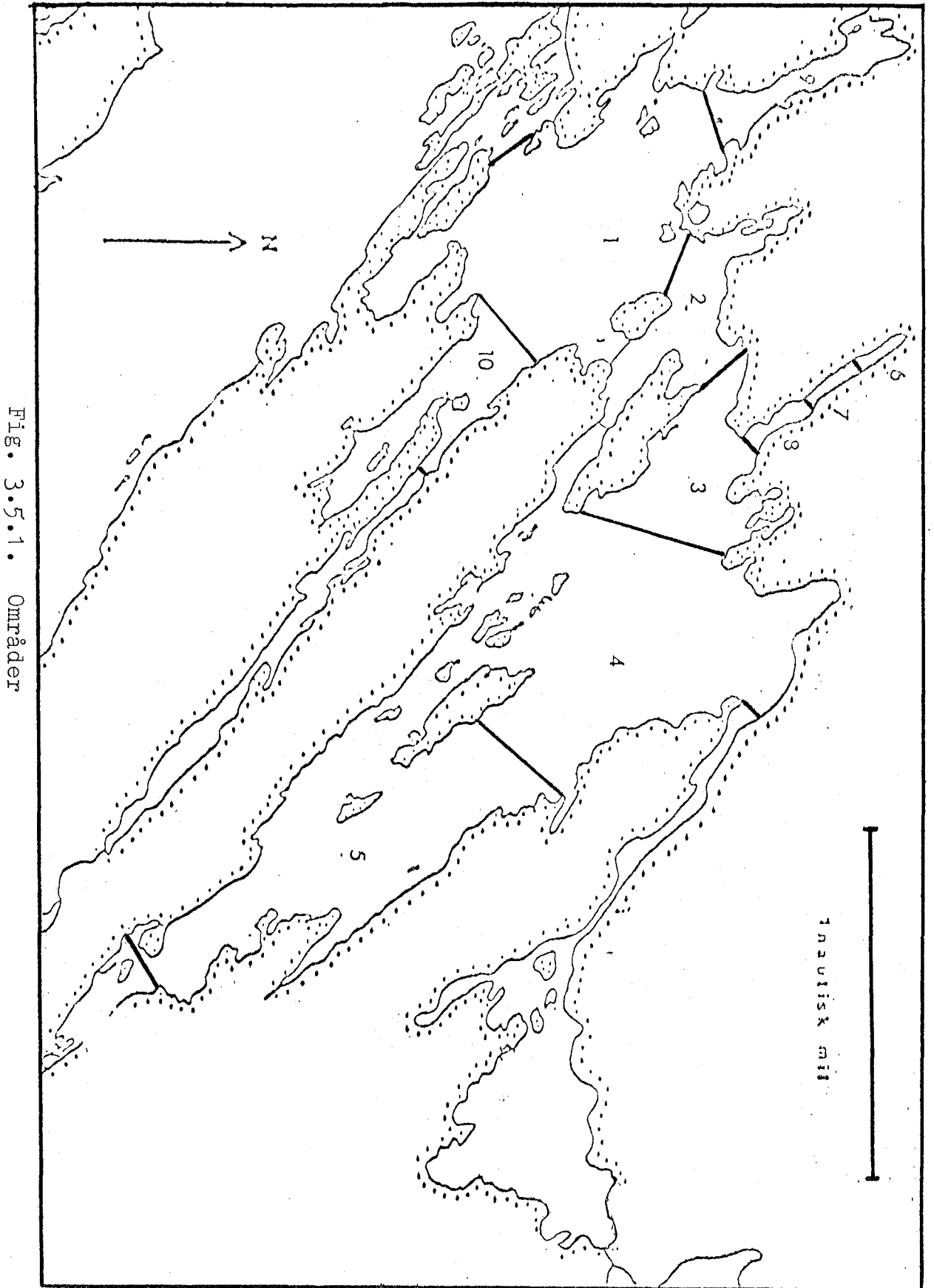


Fig. 3.5.1. Områder

7. Sortering - måling

Egg. Bunnprøvene ble skyllet gjennom en 500 μ duk slik at egg og grovkornet sand ble holdt tilbake. Eggene ble så plukket ifra og talt. Der hvor det var store mengder egg ble det tatt et subsample og totalantallet beregnet ut fra "veiemetoden" (våtvekt).

Larver. Samtlige sildelarver ble plukket ut av prøven og talt. Ved flere enn 50 larver ble ca. 50 målt til nærmeste $\frac{1}{2}$ mm. Ved mindre enn 50 larver ble samtlige målt.

Brisling- og sildelarver kan være vanskelig å skjelne fra hverandre og i tvilstilfeller ble de atskilt på grunnlag av myotomtallet.

Alle andre fiskelarver ble også utsortert og endel bestemt til art.

IV. RESULTATER - DISKUSJON

1. Beskrivelse av sildas atferd før og under gyting i 1974

Undersøkelsene startet i begynnelsen av mars. På den tiden ble silda registrert i nordlige del av Spjeldnesosen, og den stod i 20-40 m dyp om dagen.

Utover i mars var det ingen større forandringer i dette mønsteret.

25.mars om kvelden så jeg i ytre del av Syslakvågen små vak i overflaten. Aktiviteten økte på utover kvelden. I midtre del av Syslakvågen observerte jeg flere stimer i vannkikkert og det var tydelig at dette var sild. Jeg kunne nå se sild i hele området, men med størst konsentrasjon over gyteplassen. Stimene holdt stor fart og stundom bröt de overflaten og svømte som en foss bortetter overflaten. Årsaken til dette kan være stor torsk som jeg så jaget silda.

Ved midnatt var det stor aktivitet i overflaten i den sentrale delen av Syslakvågen. Med en liten håv på ca. 20 cm i diameter tok jeg opp 25 sild, og de var samtlige rennende (st. VI). Neste morgen var det lite sild å se på gytefeltet og senere på dagen ble den registrert utenfor Syslakvågen (fig. 4.1.1).

Sentrale del av Syslakvågen ble sjekket nøye gjennom vannkikkert, men jeg kunne ikke se at det hadde foregått gyting.

Dette mønsteret gjentok seg de to påfølgende døgn, bortsett fra at silda var mindre aktiv i overflaten og den lot seg ikke fange med den lille håven jeg hadde. Fra lett båten ble det gjort bra ekkoregistreringer nær bunnen ved gyteplassen (fig. 4.1.2).

Om morgenen 28.mars ble det funnet egg på gytefeltet.

De må være lagt mellom kl. 19.00 27. mars og kl. 08.00 28. mars.

Fram til 4. april ble det av og til sett sild i Syslakvågen, men det ble ikke registrert noen ny gyting. Alle eggene var i samme utviklingsstadium.

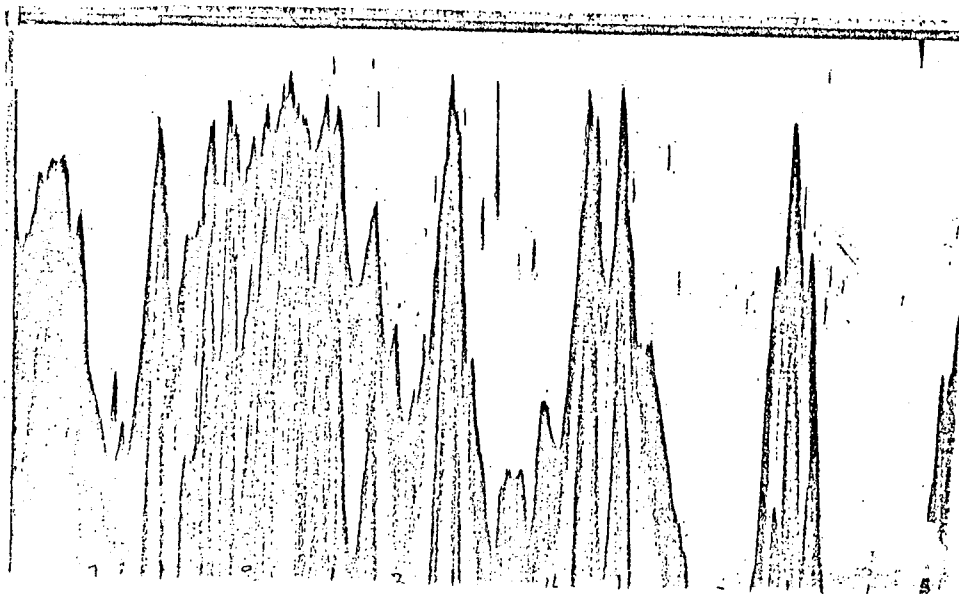


Fig. 4.1.1. Registrering 26. mars om dagen utenfor Syslakvågen

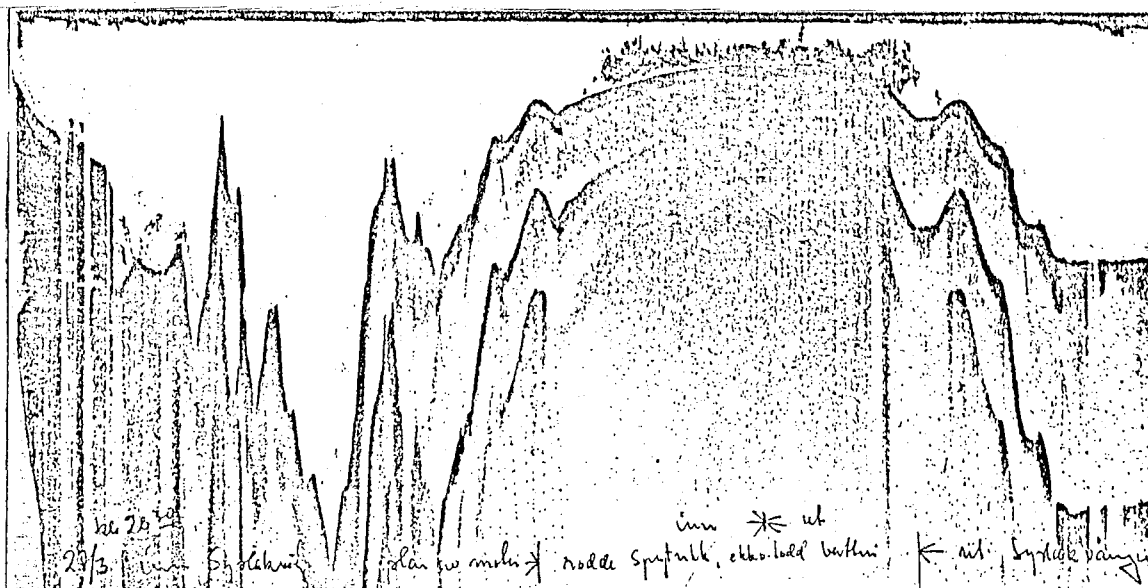


Fig. 4.1.2. Registrering 27. mars om kvelden ved gyttefeltet

2. Eggstadiet

2.1. Beskrivelse av gyteområdet. I 1974 gjöt silda i midtre del av Syslakvågen i området ved skjæret (fig. 4.2.1).

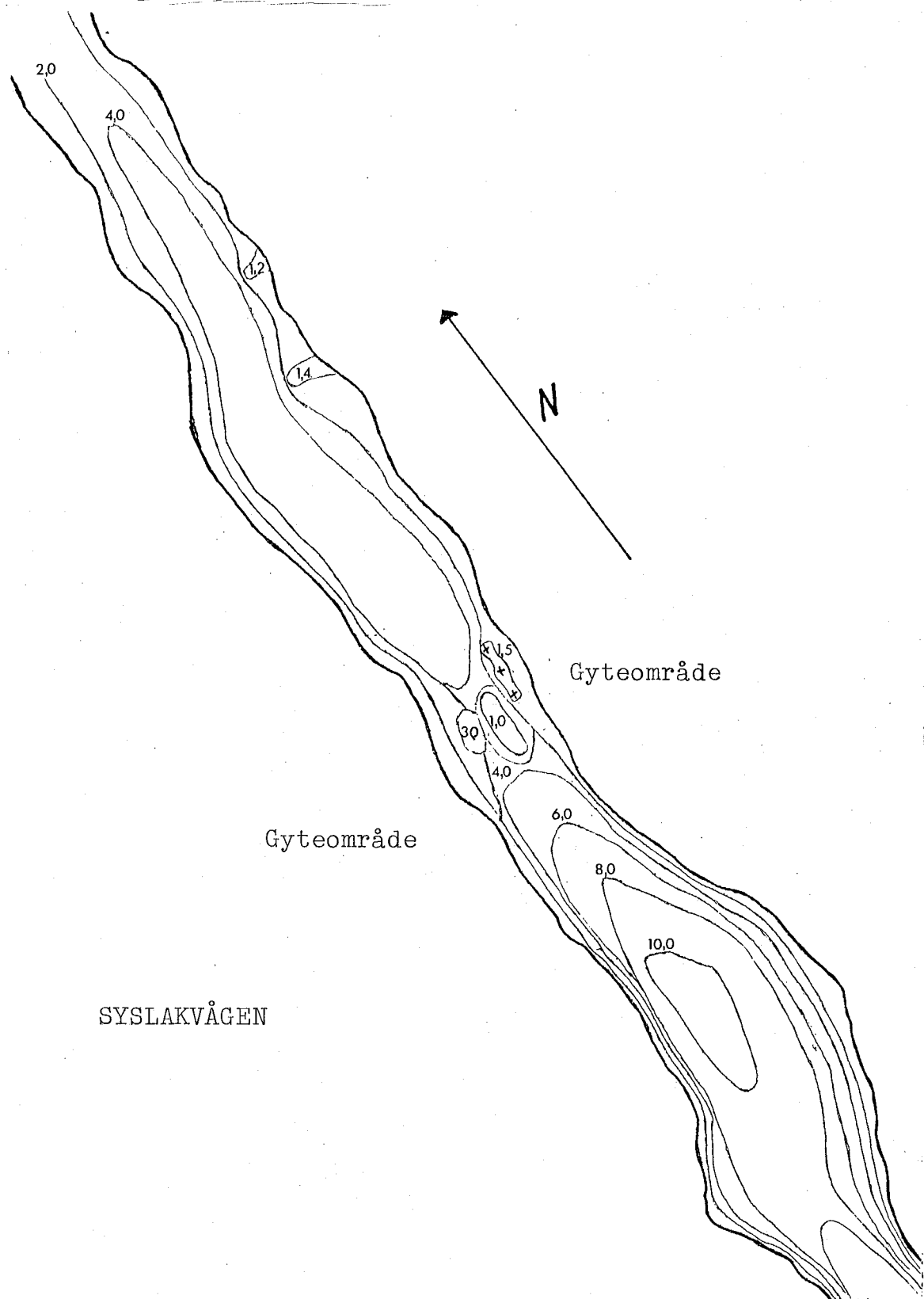


Fig. 4.2.1. Syslakvågen med gyteområdet.

Som en ser av figuren er det temmelig grunt på gytefeltet. De tre små skjærene ligger på østsiden og vest for disse er det to grunner atskilt av en renne med dyp ca. 2 m. (fig. 4.2.2a). Dette området danner en terskel med dypere vann innenfor og utenfor (fig. 4.2.2b).

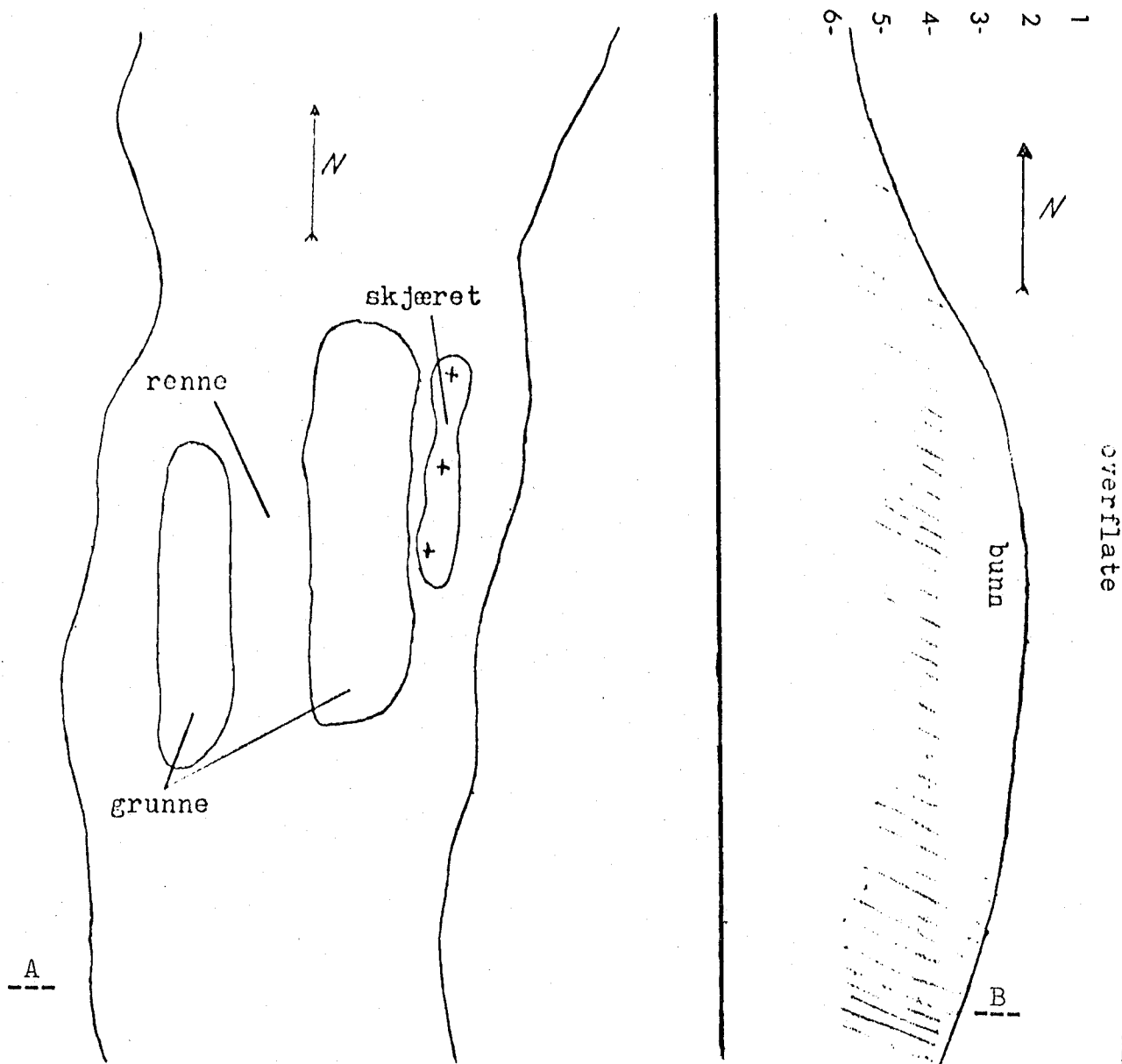


Fig. 4.2.2 a og b. a; Gytefeltet i midtre del av Syslakvågen. b; Profil gjennom rennen.

Bunnen består av stein, fjell og noe fin sand. Innenfor terskelen er det en gradvis overgang fra sand til evjebunn.

Fig. 4.2.3 viser bunntypene på gytefeltet. En ser at det overhodet ikke har foregått gyting på evjebunnen. RUNNSTRÖM (1941) konkluderer med at fin sand synes å være mindre gunstig som gytebunn, mens mudderbunn unngås helt.

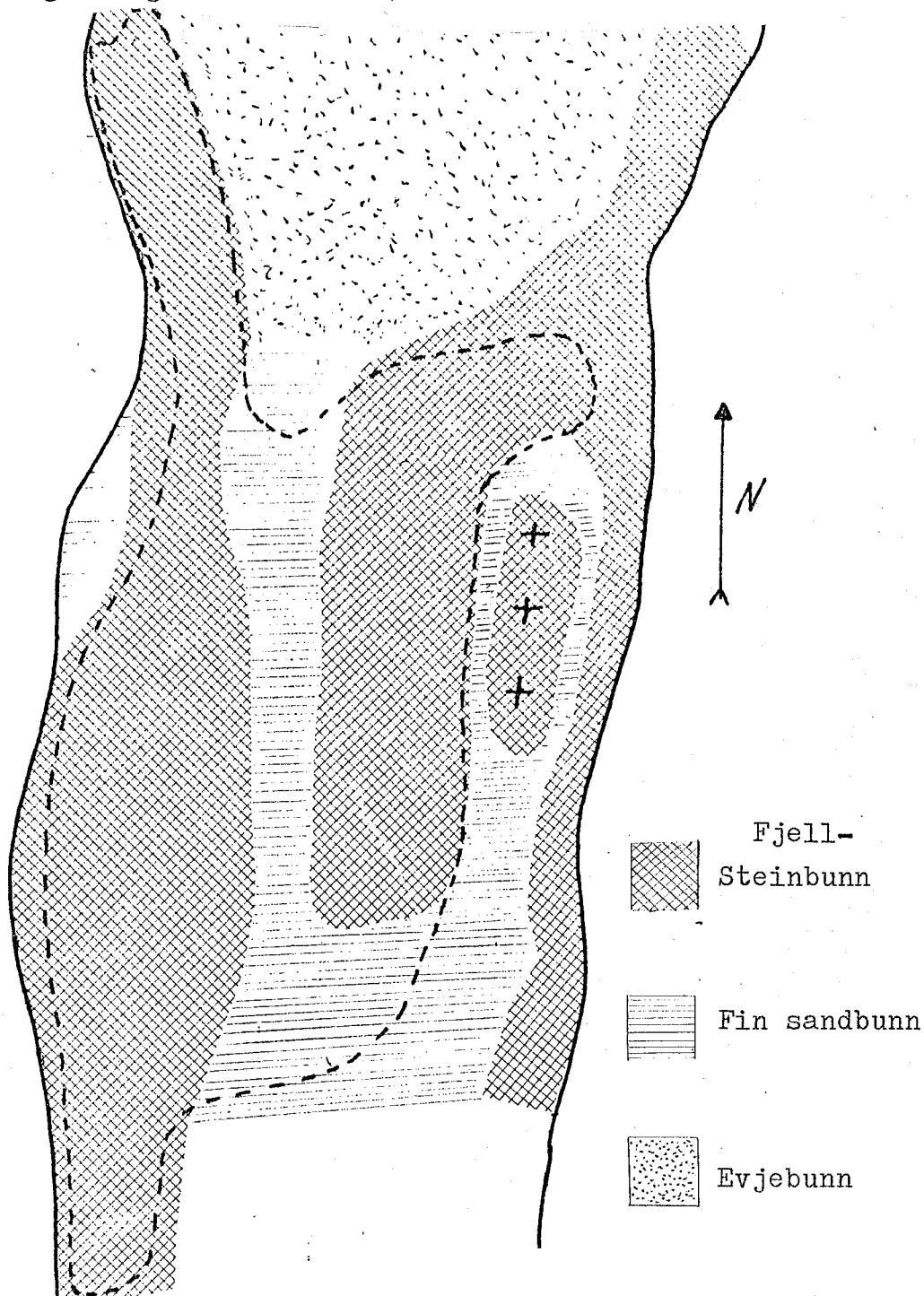


Fig. 4.2.3. Bunntypene på gytefeltet (Den stiplede linjen angir gytefeltets utstrekning).

Grunnen på östsiden (fig. 4.2.2 a) er i den överste meteren bevakst med en liten buskformet kalkalge (Corallina). På resten av gytefeltet er det lite vegetasjon.

Et stykke innenfor terskelen er faunaen meget sparsom. Jeg fant kun en polychaet (Ophiodromus flexosus) som levde oppå substratet. Nærmere rennen var det spredte eksemplarer av tårnsnegl (Turitella) og kuskjell (Cyprina islandica). Det er tydelig at en her i allefall i deler av året har stagnerende vann.

Fra terskelen og utover er det en mye større artsrikdom med bl.a. oskjell (Modiolus modiolus), kuskjell (Cyprina islandica), hjerteskjell (Cardium edule), sjöpiggsvin (vesentlig Strongylocentrotus droebachiensis), sjöstjerner (Asteroidea), kongesnegl (Buccinum undatum), pelikanfotsnegl (Aporrhais pes pelecani), tårnsnegl (Turitella), leddsnegl (Polyplachophora) og sjöroser (Anthozoa).

2.2. Tetthetsfordeling av eggene. På fig. 4.2.3 viser den stiplede linjen gytefeltets utstrekning. Tettheten uttrykt som egg/m² er meget varierende. (Fig. 4.2.4).

Sammenholder en fig. 4.2.3 og fig. 4.2.4 ser en at de største tetthetene er på fjell og steinbunn. Flere steder er det en skarp overgang mellom stor og liten tetthet som f.eks. mellom rennen og de to grunnene. Innenfor rennen ser en at silda har gytt store konsentrasjoner med egg helt ned mot evjebunnen. Dette kan tyde på at silda gyter like over bunn. Hvis ikke skulle en anta at eggene ville spre seg mer på vei mot bunnen og at en fölgelig ville finne en del egg også på blötbunnen.

Eggene er lagt fra knapt en halv meter under overflaten ved fjære sjö og ned til ca. 6 m.

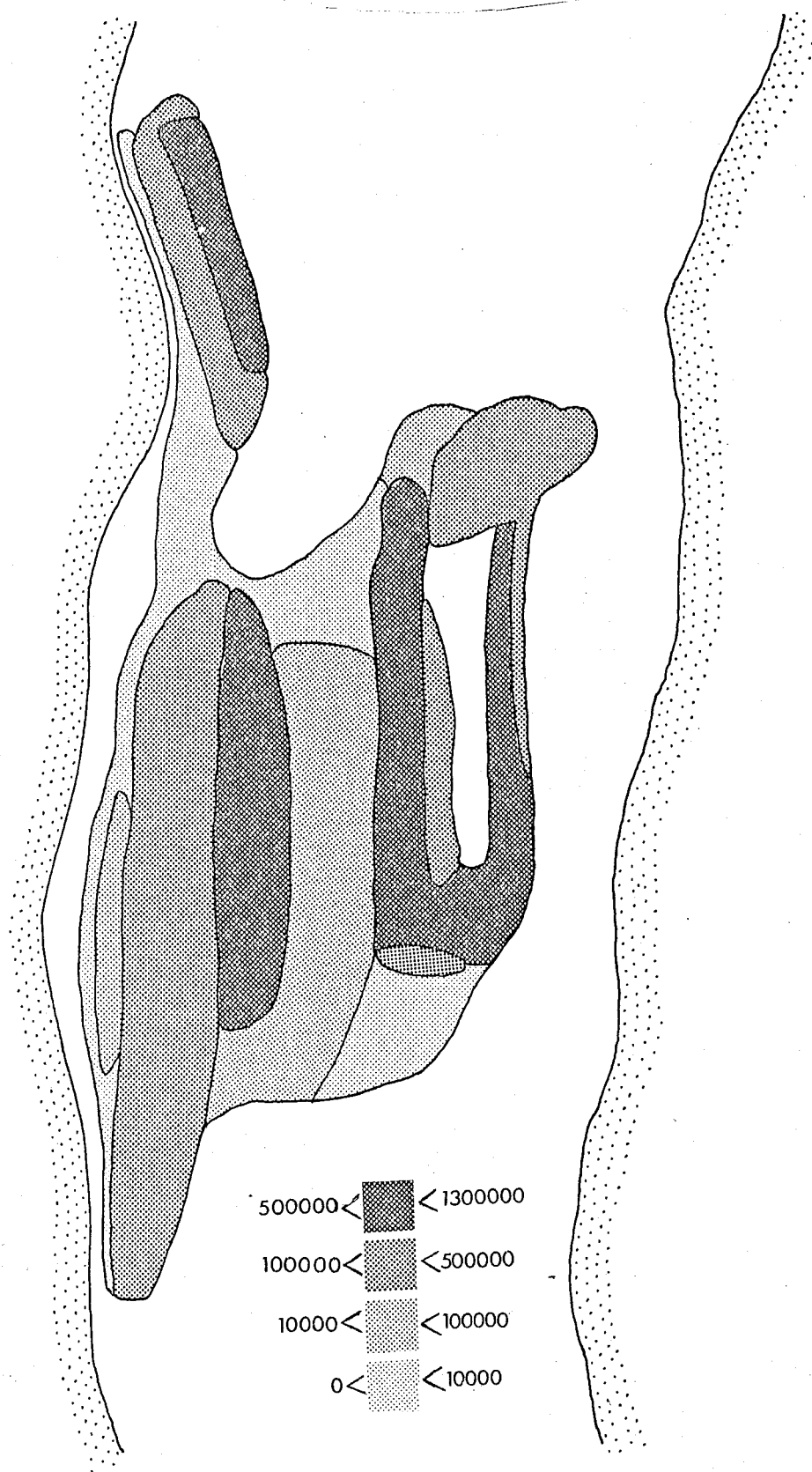


Fig. 4.2.4. Tetthetsfordeling av eggene (Tallene angir egg/m²).

2.3. Gytebestand. Ut fra den totale eggmengde (Tabell 4.2.1) ble gytebestanden beregnet til 6,80 t \pm 1,33%.

Inndelingen i strata er foretatt visuelt under dykking og en slik framgangsmåte er beheftet med en viss usikkerhet, spesielt i stratum med den største egg tettheten, hvor en feil i arealet på f.eks. 20% vil gi en forandring i gytebestand på ca. 1 tonn.

Tabell 4.2.1. Antall egg i hvert stratum(underområde) og totale antall egg \pm 2 x standardavviket.

Egg/m ²		Areal(m ²)	Antall egg x10 ⁻³
Strata	Middeltetthet		
500000-1300000	1154044	550	634724 \pm 81377
100000- 500000	192823	1250	241029 \pm 87769
10000- 100000	40154	493	19796 \pm 6790
0 - 10000	9523	622	5923 \pm 592
Total		2915	901474 \pm 176528

2.4. Befruktingsprosent. Om morgenen 28 mars når eggene første gang ble observert tok jeg prøver fra 3 forskjellige steder på gytefeltet for å undersøke befruktningshyppigheten (Tabell 4.2.2).

Tabell 4.2.2. Befruktingsprosent for prøver fra 3 lokaliteter.

Lokalitet	Antall egg	Ubefruktede egg	Befruktingsprosent
1	53	0	100
2	112	0	100
3	94	1	99

De normalt utviklede eggene var på denne tid i et tidlig blastula-stadium. De ubefruktede eggene antok jeg ikke hadde startet noen celledeling slik at noen blastodisc kunne sees. Partenogenese hos sildeegg kan forekomme. VOLODIN (1956) gjorde forsøk med ubefruktede egg fra Clupea harengus membras (höstgytende) og fant at ca. 50% av eggene utviklet seg som befruktede egg med normal kløvning og gastrulasjon. Forsøket ble avbrutt etter 3 dager.

GALKINA (1957) beskriver partenogenese hos Clupea harengus pallasii og fant at dette skjedde i større grad ved lavere saltholdigheter. Hvorvidt det har forekommet partenogenese hos noen sildeegg på gytefeltet i 1974 har jeg ikke mulighet å kontrollere, men i så tilfelle vil den befruktningsprosent jeg kom fram til være for høy.

PARRISH et al. (1959) fant at ubefruktede egg ikke oversteg 1% for vårgytere i Firth of Clyde. Som det fremgår av tabell 4.2.2 er befruktningsprosenten tilnærmet 100% for mine undersøkelser.

2.5. Dødelighet i inkubasjonstiden. Egg dør i løpet av inkubasjonsperioden og egg forsvinner fra gytefeltet som følge av predasjon. Begge disse faktorer vil redusere antall klekkedyktige egg. Jeg vil først behandle disse hver for seg og etterpå beregne den totale dødeligheten fram til klekking.

Undersøkelsene viste at tettheten av egg (uttrykt som egg/m²) og bunntypen disse var lagt på hadde betydning for dødeligheten (fig. 4.2.5 og 4.2.6). Ved den største tettheten som en bare finner på fjellbunn er dødeligheten meget stor. Ved lavere tetthet ser en at det har stor betydning på hvilken bunn eggene er lagt. På sandbunn vil eggene delvis bli tildekket og endel vil dø sannsynligvis p.g.a. oksygenmangel, mens på fjell-steinbunn er dødeligheten meget lav.

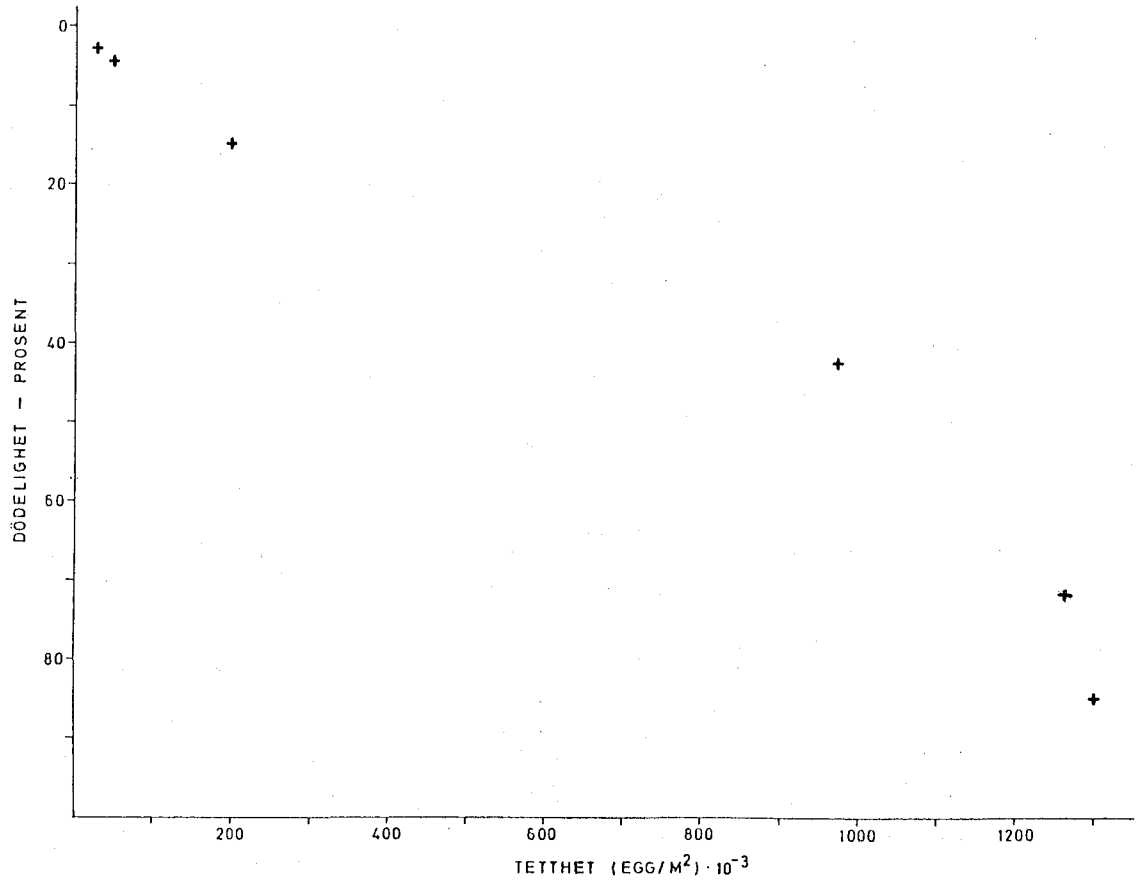


Fig. 4.2.5. Dødelighet ved forskjellige eggtettheter 1 dag for begynnende klekking.

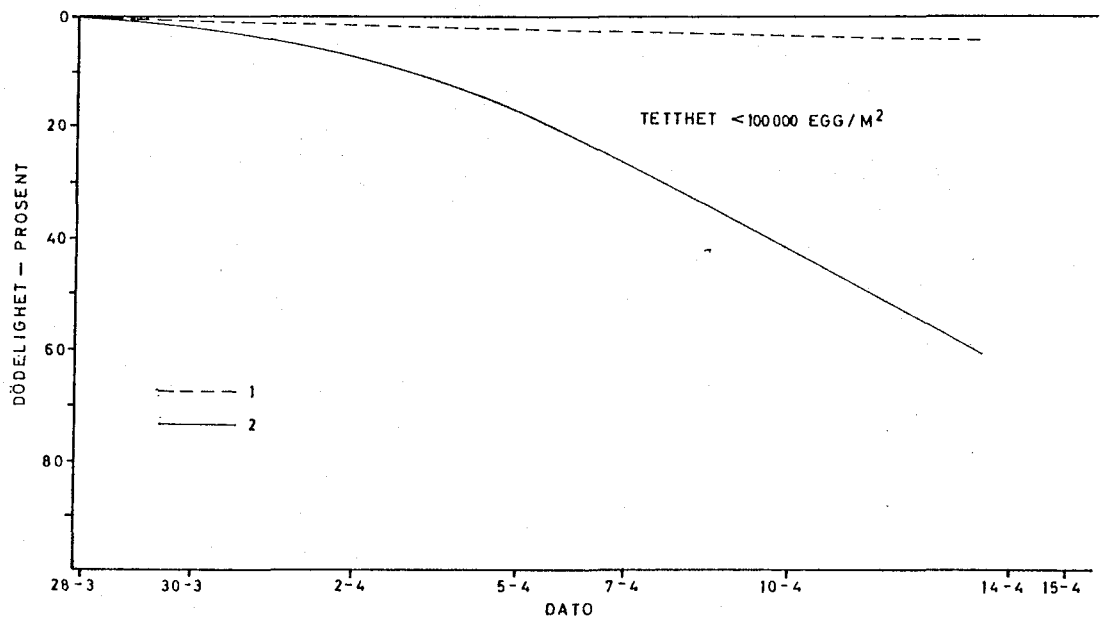


Fig. 4.2.6. Dødelighet i inkubasjonsperioden på forskjellige bunntyper. Stiplet linje: Fjell-steinbunn
Hel linje: Fin sandbunn

HEMPEL og SCHUBERT (1969) undersøkte en eggklump og fant en gjennomsnittlig dødelighet på 47%, men antok at egg i de underste lagene for det meste var ubefruktet. Disse eggene var i blastodise stadiet og en må forvente at dødeligheten vil øke fram til klekking.

BURD og WALLACE (1971) befruktet sildeegg kunstig og forsøkene viste at når eggene lå i klumper klekket bare noen få i periferien. LEA (1930) og RUNNSTRÖM (1941) fant stor dødelighet når eggene lå i tykke flak. For $\frac{1}{2}$ til 1 cm tykkelse fant RUNNSTRÖM en dødelighet på 43-70%.

Ved de største tetthetene jeg hadde lå eggene fra 2-5 i laget i gjennomsnitt. Bare eggene som lå på toppen og mest eksponert inneholdt en velutviklet larve (1 dag før begynnende klekking), de andre var mer eller mindre opake med en diffus celleklump inni. Eggene som lå ned mot bunnen var helt opake og intet fosteranlegg kunne sees. Av de som lå intermediert kunne en i enkelte se antydning av en larve, men om de vil klekke og gi en levedyktig larve er mindre sannsynlig. Dødeligheten må en anta skyldes O_2 -mangel som en følge av dårlig vannutskiftning og akkumulering av avfallsstoffer i mikromiljøet. I en slik eggklump ligger ikke eggene ved siden av og over hverandre som klinkekuler. De er mer eller mindre sammenpresset slik at de får et kantet utseende og dette fører til at rommene imellom blir mindre, noe som vil redusere vannutskiftningen ytterligere. Årsaken til dette er at eggene sveller etter befruktning. VOLODIN (1956) angir at svellingen er fullstendig 2 timer etter befruktning for egg fra Clupea harengus membras.

På grunnlag av dødeligheten ved forskjellige egg tettheter, tetthetsfordelingen på gytefeltet og eggmengden i hvert stratum (Tab. 4.2.3 og 4.2.1) ble den midlere dødelighet for hele gyteområdet beregnet til 53%. Jeg kaller denne dødeligheten for "naturlig dødelighet".

Tabell 4.2.3. % döde egg i hvert strata (1 dag för begynnende klekking).

Egg/m	Areal(m)	Bunntype	% döde egg
1154044	550	Fjell-stein	66,3
192823	1250	=	15,0
	70	=	3,3
40154	423	Fin sand	61,4
	339	=	61,4
9523	283	Fjell-stein	3,3

Beiteeffekt: Allerede dagen etter gyting hadde funnet sted ble det observert torsk, hyse, lyr, rødspette, lomre og berggyllt på gytefeltet. (fig. 4.2.7).

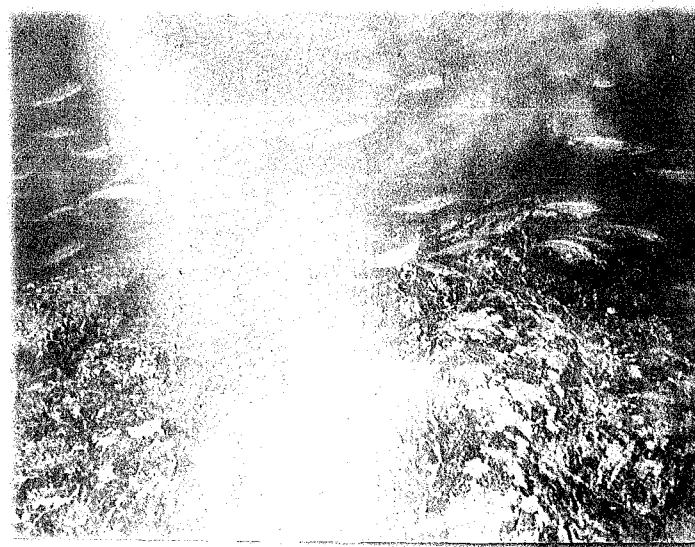


Fig. 4.2.7. Lyr på gytefeltet. Ca. 50 fisk på bildet. Endel av stimen er ikke kommet med.

Det var torsk og hyse som dominerte og jeg kunne tydelig se hvorledes de nærmeste skrapte eggene av underlaget. Til å begynne med viste denne beitingen seg som små flekker

i egglaget, men utover i inkubasjonsperioden kunne det oppstå større bare felter (beiteflekker) i det opprinnelig homogene egglaget (fig. 4.2.8). Beitingen var mest intens ved de to grunnene og nordvest innenfor rennen (ned mot evjebunnen) (fig. 4.2.9).

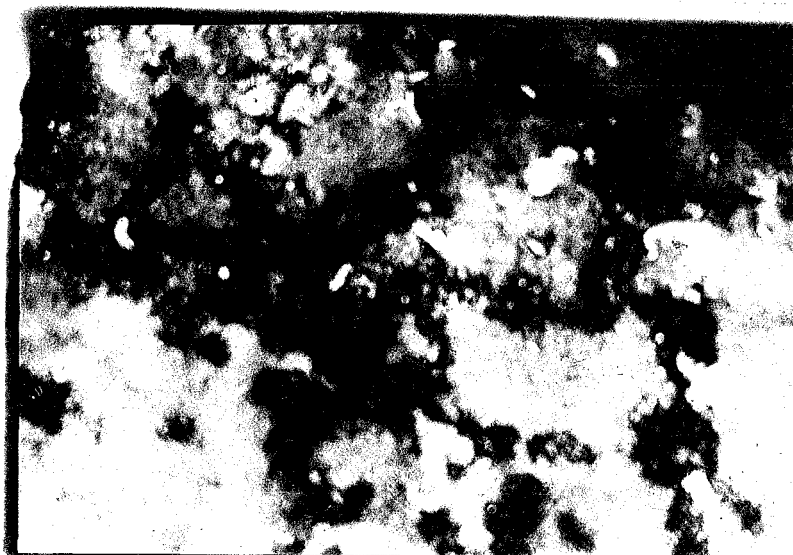


Fig. 4.2.8. Nærfoto av egglaget. De grå feltene er egg. De mørke er beiteflekker.



Fig. 4.2.9. Beiteflekker fra östre grunne. De små hvite "prikkene" er rörmakk.

På sand og steinet bunn var beitingen mindre, særlig der hvor konsentrasjonen av egg var lav. DRAGESUND & NAKKEN (1973) fant en reduksjon fra gyting til klekking for to år på henholdsvis 95 og 99%, hvor det vesentligste skyldtes beiting. CADDY & ILES (1973) beregnet 8% predasjon ut fra foto fra gytefelt.

Under dykking ble det tatt rødspette og lomre med magen full av sildeegg, og en garnfangst ga 21 torsk og 4 hyser hvor samtlige hadde spist sildeegg.

Evertebrater forsynte seg også av eggene, særlig kråkeboller, sjöstjerner og kongesnegl. I en kråkebolle kunne det være flere hundre egg i tarmen. Disse var umulig å stadiebestemme da eggene var mer eller mindre klemt sammen av det kraftige kjeveapparatet.

Beiteeffekten kan søkes estimert på to måter:

1. Ved å bruke bildene fra gytefeltet (14. april) og beregne hvor stor del av eggene som er vekk i forhold til den opprinnelige mengde. Som nevnt var beitingen varierende og jeg fikk en middelvei på ca. 59%.

2. Ved å ta et overslag over hvor mange fisk som beitet på eggene. Det var vanskelig å telle fisk på gytefeltet da aktiviteten var størst etter det var begynt å mørkne. Et grovt overslag ga ca. 200 fisk. Magene fra de 25 fiskene i garnfangsten ble funnet å utgjøre 1,5 l. Dette blir 0,6 dl/mage som tilsvarer egg fra vel et ovarium. Utviklingsstadiene på eggene i fiskemagene kunne ikke skjernes fra utviklingsstadiene til eggene på gytefeltet. Jeg antar derfor en fordøyelseshastighet på ca. 1 døgn. Dette gir en beiteeffekt på knapt 25%. Men her er ikke medregnet den eggmengde evertebratene spiser. Fordøyelseshastigheten til kråkebollene kjenner jeg ikke, men om denne blir satt til 1 døgn og populasjonen til ca 500, utgjør predasjonen under 1%. Kongesnegl og sjöstjerner var det langt mindre av og disse vil forårsake en meget liten del av den totale predasjonen.

Denne siste beregningen gir en beiteeffekt på under halvparten av den første. Dette kan skyldes at antall fisk er underestimert og fordøyelsen kan være kortere enn 1 døgn.

Metode 1 gir det sikreste estimat for beiteeffekten. Jeg antar at beitingen er like stor på levende som på døde egg. Antall klekkedyktige egg vil derfor bli redusert med 59% som utgjør 28% av den totale eggmengde. Total dødelighet = naturlig dødelighet (53%) + beiteeffekt (28%) = 81%.

Fra gruppene med plater på gytefeltet ble det tatt opp en plate fra hver like etter gytingen, og en fra hver en dag for klekkingen. Differansen i antall innenfor hver gruppe var tenkt brukt som et mål for beiteeffekten. Bare 3 av gruppene kunne brukes til dette formål da det på hele eller deler av platene i de andre gruppene hadde lagt seg et fint lag med sand og organisk materiale som forårsaket at eggene ikke klebet seg til platene. Dette førte til at en stor del av eggene "seilte" av platene når disse ble løftet fra bunnen. En del plater var det ikke egg på i det hele tatt. De 3 gruppene ga en beiteeffekt på 63-55 og 97% henholdsvis.

Bare tre enkeltverdier er for lite til å kunne gi et brukbart estimat for hele gytefeltet. Den ekstremt høye verdien, 97%, er fra sørenden av den østlige grunnen akkurat i overgangen mellom fjell og sandbunn. Årsaken kan være at området er et av de første fisken møter når den kommer utenfra og at eggene er lett tilgjengelig på det jevne fjellet. Bildet av lyr på gytefeltet er fra dette området (fig. 4.2.7).

2.6. Sopp på gytefeltet. Sopp ble bare funnet et sted på gytefeltet. Eggene under her var døde, men dette hadde ingen betydning for den totale dødeligheten da soppen her bare dekket noen cm² av egglaget.

3. Larvestadiet 1974

3.1. Klekking. De første larvene fikk jeg 15. april om ettermiddagen (18 dager etter gyting). B(60) ble ikke brukt før 22. april for ikke å drepe ned unødvendig mange larver i Syslakvågen.

Fig. 4.3.1 viser at 18. april var alle eggene klekket og at det var maksimal klekking mellom 17. og 18. april. Over et så kort tidsrom var det ikke mulig å aldersbestemme larvene slik at dødeligheten kunne beregnes. Ved liten dødelighet gir kurven et mer "korrekt" bilde av klekkingen enn ved høyere dødelighet. 17. april ble det observert larver helt i overflaten i midtre og indre del av Syslakvågen. Det var midt på dagen i stille klart vær. De svømte framover med buktende bevegelser og med små pauser imellom.

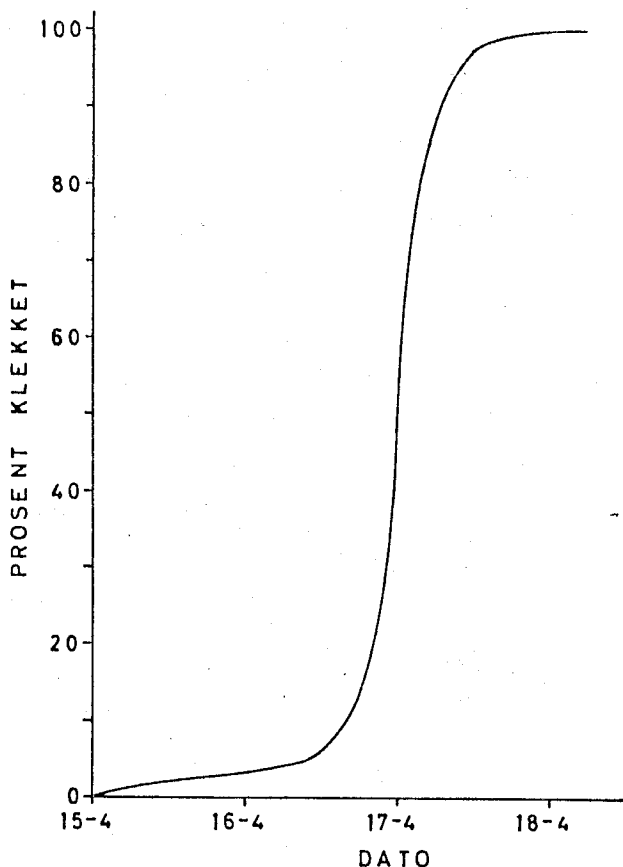


Fig. 4.3.1. Kumulativ klekkekurve.

Neustonhåven ble brukt 18. april i midtre del av Syslakvågen (over gyteområdet), og av fig. 4.3.2 som viser antall larver mot dypet ser en at det er en høy konsentrasjon av larver i de øverste 10 cm.

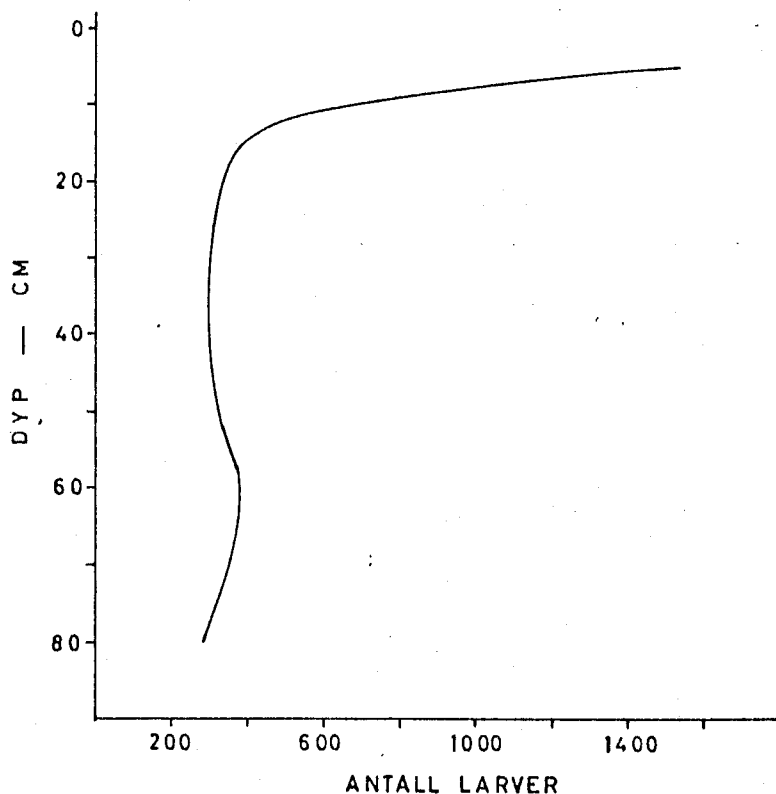


Fig. 4.3.2. Konsentrasjon av nyklekkede larver i de øverste 90 cm.

Midt i klekkeperioden tok jeg noen steiner med egg på fra gytefeltet og la i en stor balje med sjøvann. Flere larver ble klekket under observasjon og først kunne jeg se at de gjorde flere rundkast inni egget for så plutselig å bryte seg ut av egget. Med det samme de kom fri gjorde de noen meget hurtige og aktive bevegelser og svømte nærmest rett mot overflaten. Av de larvene som kom ut med halen først ble endel sittende fast med fremre del av kroppen inni egget, men de fleste av disse kom seg løs ved hjelp av kraftige bevegelser med halen.

Både direkte observasjoner og prøver fra neustonhåven viser at larvene like etter klekking er konsentrert i overflaten.

SOLEIM (1940) observerte i akvarieforsøk at larvene alltid søkte mot lyset. I prøver fra sjøen fikk han aldri larver helt i overflaten på solfylte dager, men han nevner ingenting om hvor gamle larvene var som han fikk dypere.

WOODHEAD & WOODHEAD (1955) hadde sildelarver i en høy glass-sylinder belyst fra overflaten og fant en positiv photo-orthokinesis, skjönt atferden til eldre larver var mer varierende.

3.2. Larvenes utbredelse. Fig. 4.3.3 - 4.3.6 viser larvenes utbredelse til forskjellige tider. 24. april (fig. 4.3.4) er det larver i overgangen mellom Spjeldnesosen og Straumsosen og endel av disse kan en sannsynligvis finne igjen i Straumsosen 2. mai, men de høye verdiene her må skyldes at det er kommet til larver fra et annet gyteområde (se avsnitt 3.3).

31. mai var larvene fordelt i hele pollsystemet pluss at en del var drevet ut i Lurefjorden.

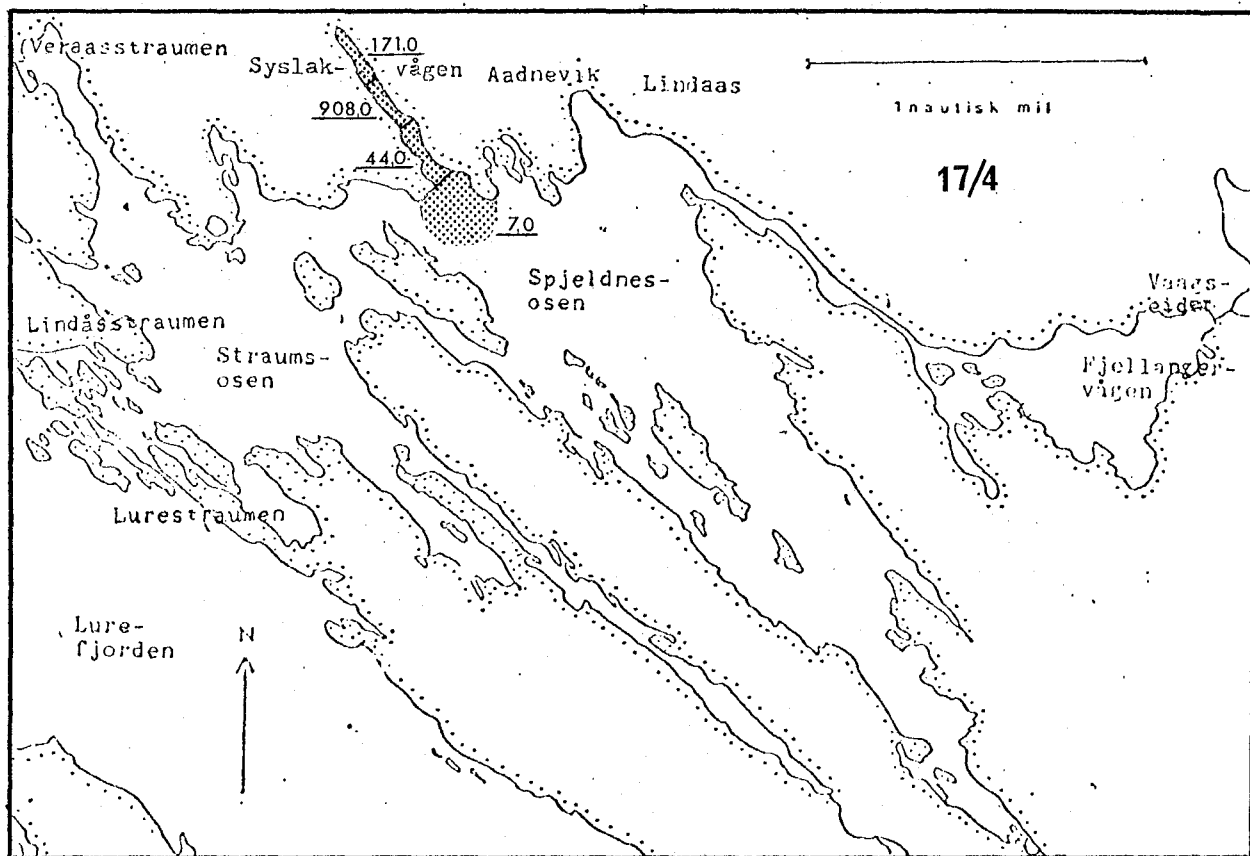


Fig. 4.3.3. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet angir utbredelsen.

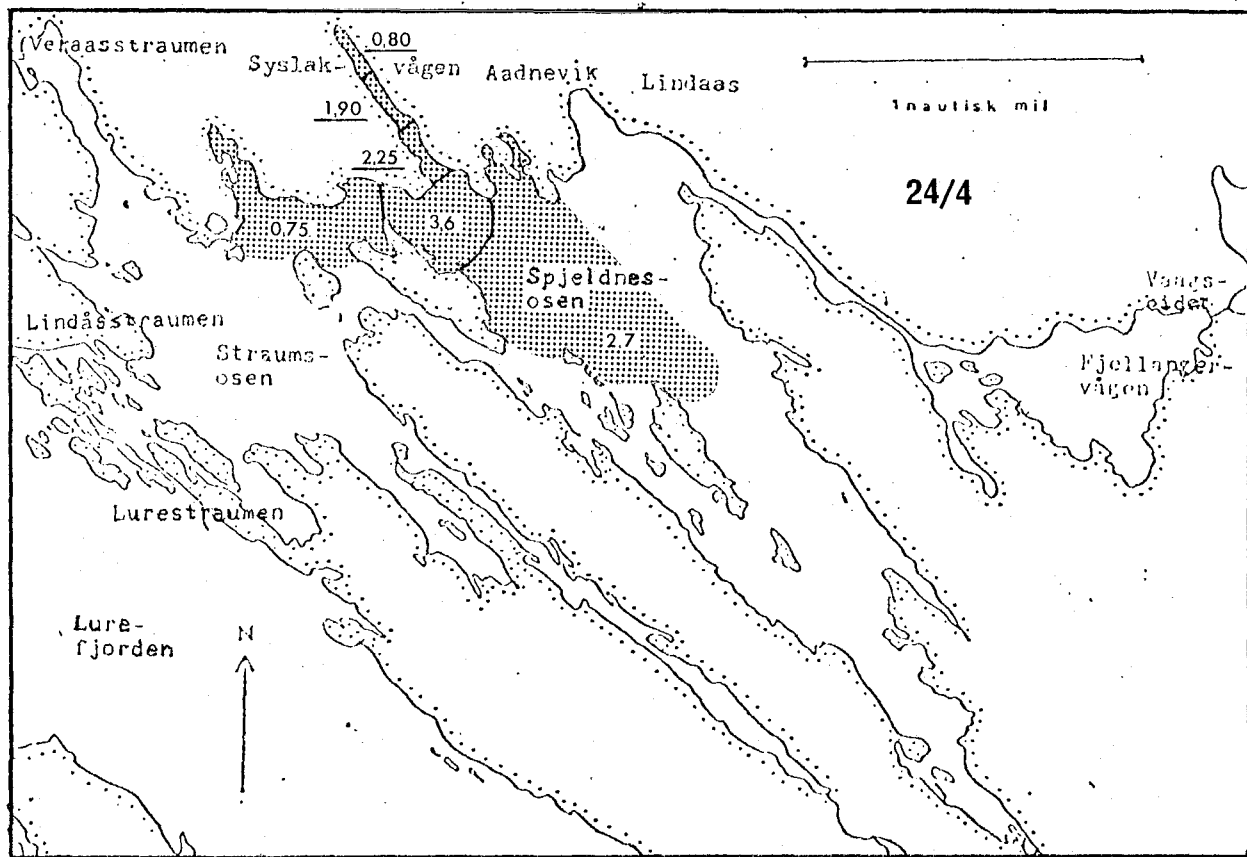


Fig. 4.3.4. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet angir utbredelsen.

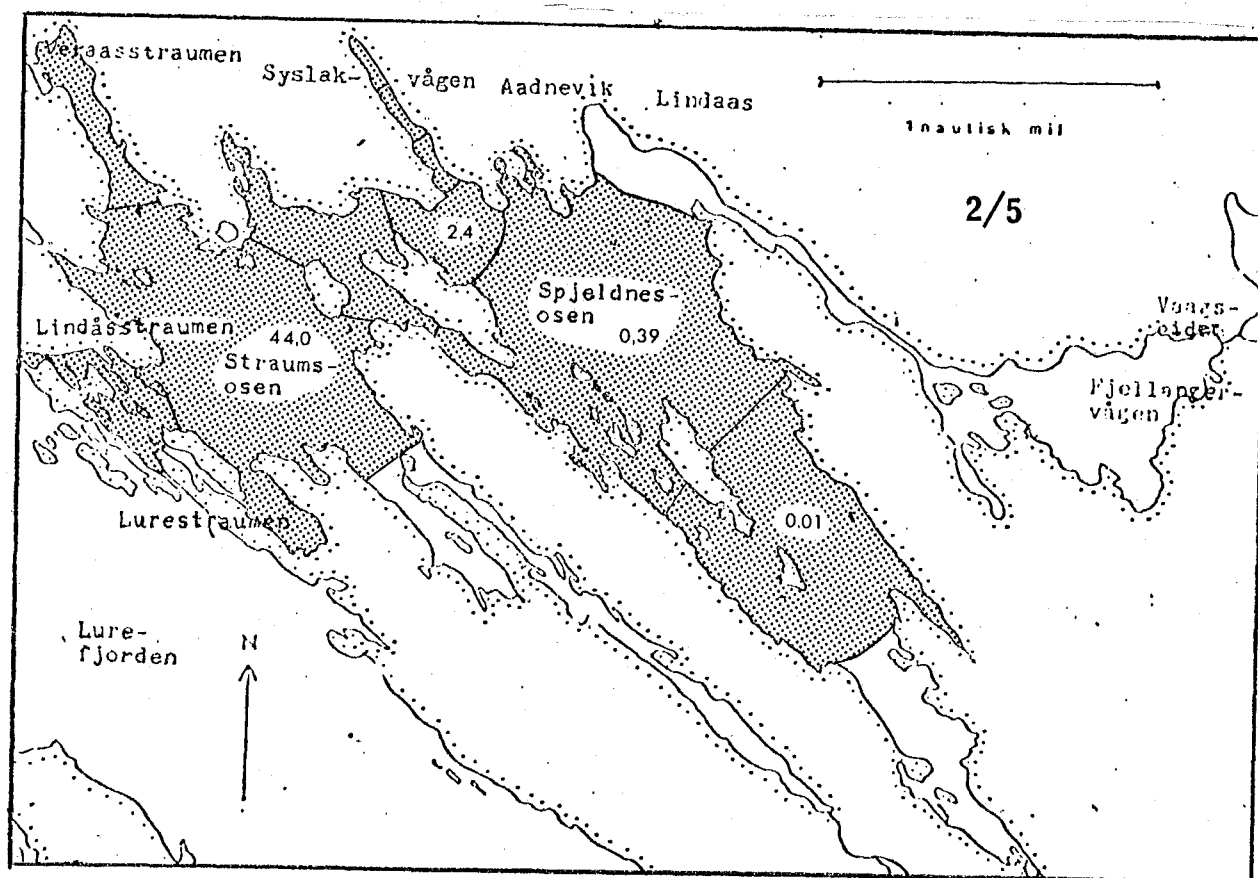


Fig. 4.3.5. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet angir utbredelsen.

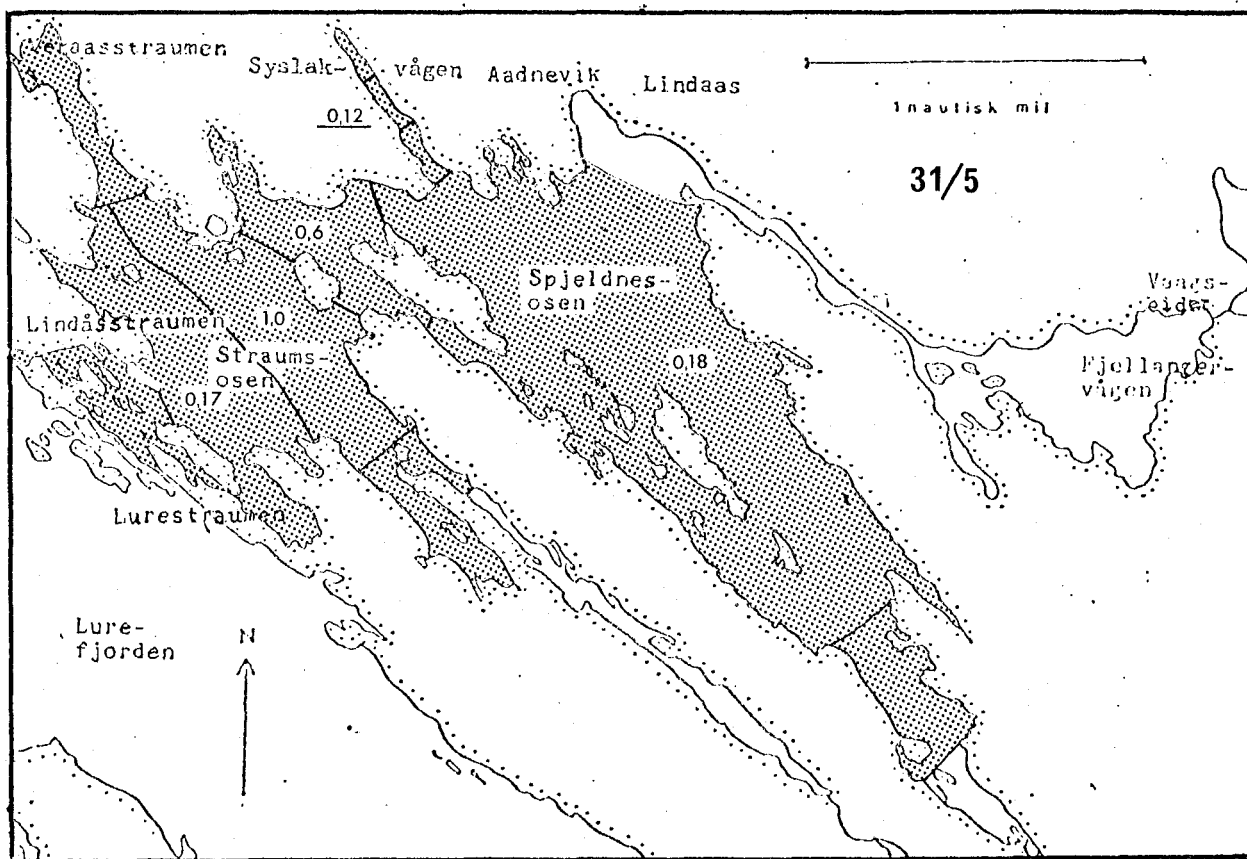


Fig. 4.3.6. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet angir utbredelsen.

3.3. Andre gyteområder. Fig. 4.3.7 viser lengdefordeling av larvene. En ser at fra 15.april til 23.april flytter toppunktet seg fra 6- til 8 mm, for så å gå tilbake til 7 mm 29.april. Tabell 4.3.1 viser også at det 29.april er kommet plommesekkklarver i fangstene igjen.

Det er tydelig at det 29.april kommer yngre larver inn i prøvene. Disse larvene kan ikke stamme fra Syslakvågen da her kun har foregått en gyting.

Av fig 4.3.5 ser en at larveantallet i Straumsosen har øket kraftig. De må komme fra et gyteområde som ligger i Straumsosen eller like ved, da larvene ikke er mer enn 2-4 dager gamle.

26.april ble det fanget en torsk i østre del av Straumsosen som hadde magen full av egg. De var kommet meget langt i utvikling og klekking ville skje i løpet av noen få dager. Dette kan være egg fra gytefeltet hvor også den overveiende del av larvene i Straumsosen stammer fra.

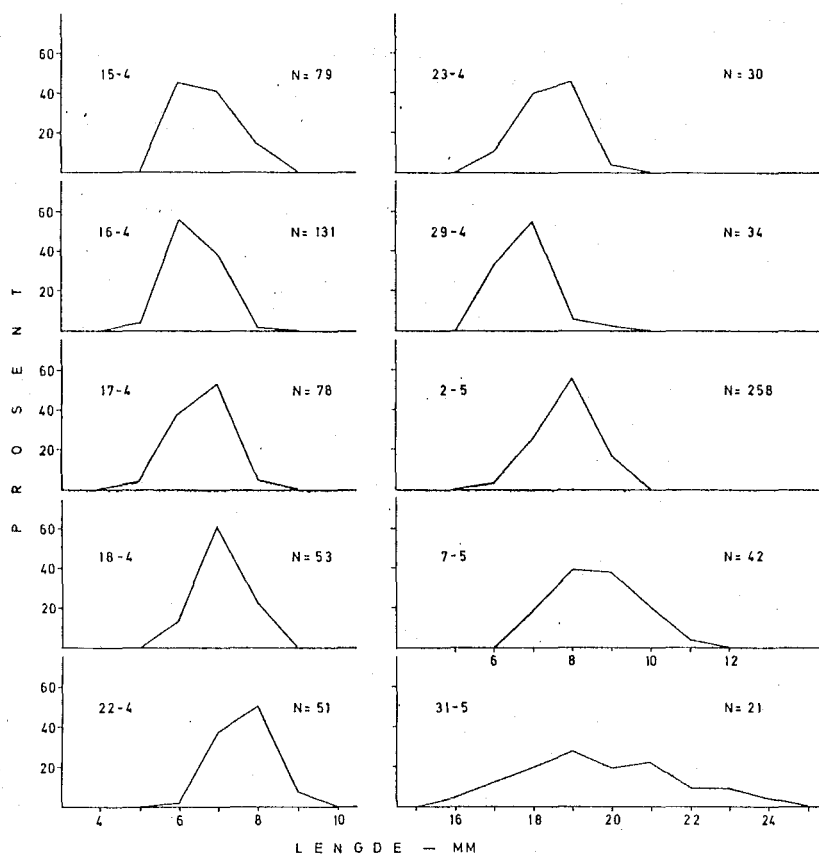


Fig. 4.3.7. Prosentvis lengdefordeling.

Tabell 4.3.1. Prosent plommeseklarver i fangstene.

Dato	15/4	16/4	17/4	18/4	23/4	24/4	29/4	2/5	6/5
%	100	100	100	100	0	0	58	37	0

Dette viser at det er minst to gyteområder. Ett i Syslakovågen og ett sannsynligvis i Straumsosen.

Det er vanskelig å si hvor mange larver som totalt er klekket i Straumsosen fordi det 29. april er larver helt nord ved Veraasstrømmen og 30. april ble det tatt larver utenfor slusen, trekk XIX (Tabell 4.3.2).

2. mai må en derfor regne med at endel larver har drevet ut gjennom de tre utløpene. I dette området er det en kraftigere tidevannstrøm enn ved Syslakovågen og larvene vil få en raskere spredning.

Tabell 4.3.2. Larver/m³ på de enkelte stasjoner. Ett pluss betyr at det er tatt larver, men prøven er ikke kvantitativ.

STASJON	DATO						
	15/4	16/4	17/4	18/4	21/4	22/4	23/4
I	2,74	4,60	28,35	10,00	0,00	1,86	0,97
II	2,74	4,60	151,27	18,36	0,44	0,64	1,33
III	0,76	3,65	1,27		0,19	0,16	0,20
IV		0,22	0,00				
V		0,00	0,00		0,00		0,10
VI			0,00			0,04	
VII						0,16	
VIII							
IX						0,02	0,09
X							
XI							0,11
XII							
XIII							
XIV							
XV							
XVI							
XVII							
XVIII							
XIX							
XX							
XXI							

Tabell 4.3.2. forts. ---

STASJON	DATO						
	24/4	28/4	29/4	30/4	2/5	6/5	7/5
I	0,13	0,13				0,20	
II	0,32					0,00	
III	0,07		0,06			0,66	
IV							
V	0,12			+	0,16		
VI							
VII							
VIII	0,00	0,04					0,02
IX					0,01		
X	0,05		0,25			0,24	
XI	0,06					0,20	
XII			0,31			0,30	0,06
XIII					1,01	0,29	
XIV	0,00			+	1,92	0,11	0,12
XV							
XVI		0,01					0,10
XVII	0,00	0,01					0,04
XVIII			0,11				
XIX				+			
XX						0,10	
XXI							

Tabell 4.3.2. forts.-----

STASJON	DATO						
	8/5	9/5	20/5	21/5	30/5	31/5	7/6
I						0,02	
II							
III							
IV							
V							
VI							
VII							
VIII							0,01
IX							
X						0,02	0,03
XI							
XII			0,01			0,03	
XIII				0,01			
XIV	0,01	+	0,01	0,02		0,01	0,00
XV							
XVI							
XVII						0,01	
XVIII							
XIX	0,02			0,01	0,00		
XX							
XXI	0,06						

Tabell 4.3.3 viser at larveantallet 2.mai i Straumsosen er vel $3/4$ av antallet fra Syslakvågen 17, april, og en må anta at den del av bestanden som har gytt i Straumsosen er minst like stor, om ikke større enn den som gjöt i Syslakvågen, forutsatt at dødeligheten på eggstadiet er den samme.

Tabell 4.3.3. Antall larver x 10⁻³ i hvert område og total antallet/dag.

DATO

OMRÅDE	15/4	16/4	17/4	23/4	24/4	2/5	6/5	7/5	31/5
1						32513	5601	2124	472
2					81		769		55
3		1743		614	733	1268	1585		49
4				1041	967	451	1796	1796	218
5						184	738	738	116
6	305	500	5154	177	24		35		
7	611	1001	36640	323	76		0		10
8	464	2238	775	119	46		400		
9						209			
10							201		
SUM	1380	5481	42570	2275	1927	34625	11125	4658	920

3.4. Larvenes vekst. Fra 29. april er det larver tilstede fra to gyteområder som ligger ca. 10 dager etter hverandre i tid. For å adskille de to gruppene ble det brukt sannsynlighetspapir (HARDING 1949), og fig. 4.3.8 viser de to vekstkurvene. Veksten er eksponensiell og öker kraftig i siste halvdel av mai.

Verdiene 31. mai er kanskje noe usikre da lengden av larvene 7. juni (Tabell 4.3.4) indikerer at det på dette stadium skjer en seleksjon slik at bare de mindre larvene blir fanget. Middellengden 7. juni er avsatt i fig. 4.3.8 og begge kurvene vil med det forløp de har 31. mai ligge over denne.

For larvene fra Syslakvågen ser en at veksthastigheten avtar noen dager etter klekking. Dette kan ha sammenheng med resorpsjon av plommesekken og at veksten da er avhengig av tilgang på velegnet föde.

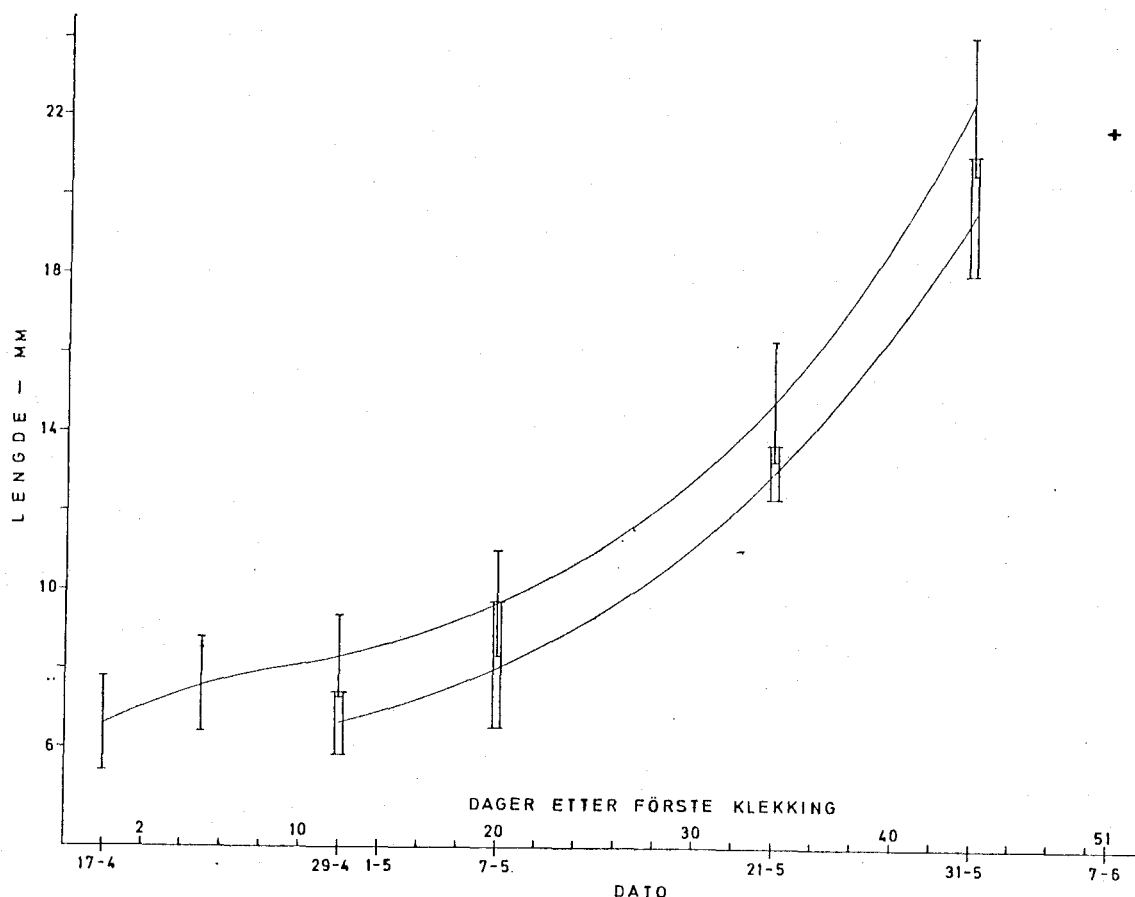


Fig. 4.3.8. Vekstkurve med 95% konfidensintervall. Den översta kurven er for larver fra Syslakvågen. Den andre for larvene fra Straumsosen. Middellengden av larvene 7. juni er avmerket med et kryss.

Tabell 4.3.4. Antall larver i hver lengdegruppe.

Dato	Lengde (mm)																						
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
15/4			36	32	11																		
16/4		6	74	50	1																		
17/4		2	30	42	4																		
18/4			8	33	12																		
22/4			1	20	26	4																	
23/4			3	12	14	1																	
24/4			2	2	13	2																	
29/4			12	19	2	1																	
2/5			10	67	148	33																	
7/5				8	17	16		1															
21/5								2	1	5	1	2											
31/5													1			6	4	5	2	2	1		
7/6																	2	2	4	1	1		

3.5. Reduksjon i larveantallet. Antall larver er beregnet i hvert område for de dagene jeg har best dekning (Tabell 4.3.3). I perioden fra klekking i Syslakvågen til 24. april er antall larver redusert til 4,5 %.

En slik reduksjon kan ha flere årsaker:

- 1) Geografisk spredning av larvene
- 2) Unnvikelse av redskap
- 3) Forandring i den vertikale fordeling
- 4) Flekkvis fordeling (patchiness)
- 5) Dødelighet

1) 24. april er larvene utbredt innenfor et mindre område. På stasjon VIII, XVII og XIV var det ingen larver (Tabell 4.3.2)

Stasjon XIV ligger på vestsiden av Straumsosen (fig. 3.4.1) og endel larver kan ha nådd det østre området. Men ser en på konsentrasjonen er den tydelig avtagende fra utløpet av Syslakvågen. Jeg antar derfor at det er få eller ingen larver i Straumsosen så langt.

2) Flere forfattere rapporterer om store variasjoner i dag og natt trekk. BRIDGER (1956) brukte et Helgoland nett og fant at middelet for natt og dagfangstene gav et natt/dag forhold på nærmere 7 : 1. Natt/dag forholdet øket etter som larvene ble mer utviklet og larver fra 16-25 mm ble sjelden tatt i dagtrekk. Tendensen er den samme for 2 m ringtrål (RUSSEL 1926 og 1928) og for PETERSEN ungfisktrål (WALLACE 1924). Forklaringen på dette synes å være at de største larvene om dagen unngår redskaper med lav tauhastighet (BRIDGER 1956-57).

For å prøve å bôte på eller redusere denne effekten ble det utviklet flere planktonredskaper som kunne trekkes med stor hastighet. Redskapene jeg brukte ble samtlige trukket med en hastighet på ca. 3 knop. POSGAY et al. (1968) testet B (20) og B(60) for to hastigheter, 3 og 6 knop henholdsvis og fant at det ikke kunne påvises noen forskjell

i antall larver pr m^3 vann filtrert for de to hastigheter. På grunn av den store tauehastigheten og små larver i denne perioden regner jeg med at unnvikelse er neglisjerbar. Dessuten viser ikke larver tatt med B (20) og B(60) noen signifikant forskjell i middellengde.

3) Om dagen i overskyet vær fant BRIDGER (1958) et stort antall larver nær overflaten. I klart vær var det flere larver noe dypere og større larver ble tatt nærmere bunnen. Ved observasjoner utenfor Sklinna og Eggum var sildelarvene like etter klekking mest tallrike i de øverste 20 meter om natten, mens de om dagen var konsentrert i 20-40 m (DRAGESUND 1970). WOOD (1971) observerte at larvene om dagen var fordelt i de midtre og øvre vannlag og nærmere overflaten på overskyete dager. Middellengden var størst i trekk nærmest overflaten, mens fordelingen om natten var mer homogen.

Mine trekk går noen steder fra like over bunn til overflaten, mens for andre er det et vannskikt som ikke dekkes av håven. (Under 30 m og der hvor bunnprofilen er meget varierende).

Ut i fra disse tildels motstridende observasjonene er det vanskelig å avgjøre om jeg i noen trekk utelukker endel av populasjonen som vil føre til at larveantallet blir underestimert.

4) Når larvene er små, vil deres utbredelse i stor grad være avhengig av strøm og vind. Det kan føre til at larvene blir flekkvis fordelt, noe som kan innvirke på samplings-resultatet. I åpen sjö er radius på plankton svermene ofte 20-30 km (CUSHING 1962), og i Lindåspollene må de være betydelig mindre dersom de skal ha noen innvirkning på innsamlingen. Mikroflekker med intervaller på 10-20 cm er beskrevet av CASSIE (1959).

Lengre trekk vil viske ut effekten av den flekkvise fordeling (WIEBE 1971). Trekkene mine er korte, fra 246-1415 m.

Årsaken til det var at jeg ville ha best mulig informasjon over variasjoner i tettheten, samt å unngå å fange altfor store mengder maneter som ville vanskeliggjøre sorteringen.

Bongohåvene består av to sylindere med en avstand på 17,5 cm. En korrelasjonskoeffisient på 0,988 for fangstene fra samme hån viser at variasjonen innen redskapen er meget liten. Det kan tyde på at den flekkvise fordelingen er ubetydelig, men avstanden mellom de to sylindrene er muligens for liten til at den blir registrert.

5) Dödeligheten kan ha to årsaker; mangel på velegnet føde ved resorbsjon av pl. s. (betraktet av mange som det kritiske stadium for de fleste marine fisk) og predasjon.

DRAGESUND & NAKKEN (1971) fant en dödelighet på 94% i perioden når plommesekken ble resorbert. SOLEIM (1940) antyder at det er mangel på næring som er årsak til reduksjon i antallet. SETTE (1948) får stor dödelighet på et tidlig stadium for makrell, mens MARR (1956) stiller et spørsmålstegn ved den "kritiske periode" og mener at det er en mer konstant dödelighet.

Pilormer (Sagitta elegans) kan ta sildelarver (SOLEIM 1940) men jeg fikk kun få eksemplarer av disse i hele innsamlingsperioden. I magen på enkelte glassmaneter (Aurelia aurita) fant jeg sildelarver, men disse kan også ha havnet der etter at prøven ble tatt over på samleglass da maneten var i bevegelse en tid etter.

Ut i fra disse betraktningene blir konklusjonen at reduksjonen i antall i overveiende grad skyldes dödelighet. BLAXTER (1962) viste med laboratorieforsök at han kunne holde sildelarver levende til en lengde av vel 30 mm, men også her under god næringstilgang og fravær av predatorer fikk han høy dödelighet etter resorbsjon av plommesekk.

I tabell 4.3.3 er totalverdien for 6. mai usikker da jeg ikke har trekk i område 4 og 5. I beregningen har jeg

antatt at verdiene for de to områdene er det samme som verdiene 7.mai.

Fra 2.mai til 6.mai og 7.mai var det en reduksjon i antallet, men noe av reduksjonen må skyldes at endel larver i denne perioden har drevet ut av pollsystemet. 6.mai er det ingen larver med plommesekk (Tabell 4.3.1). I samme periode er det en økning i larveantallet i område 3, 4 og 5, noe som kan tyde på at endel larver blir ført fra Straumsosen til Spjeldnesosen.

4. Sildas atferd för gyting i 1975

Fram til slutten av mars ble silda funnet i samme område som i 1974, men det var intet innsig og gyting i Syslakvågen. Silda ble registrert i nordlige Spjeldnesosen langt ut i april. Det var bra registreringer også i Straumsosen i denne perioden.

For å prøve å søke svar på hvorfor silda ikke har gytt i Syslakvågen og hvor og når den har gytt må en studere de hydrografiske data som er tilgjengelig for de to år, fordeling av nyklekkede larver, fangst av fisk med sildeegg i magen, disse eggens alder og fangst av kjønnsmoden sild og deres modenhetsgrad. dette er diskutert på side 60.

5. Eggstadiet 1975

Jeg fant ikke noe gytefelt i 1975. Flere områder ble undersøkt ved dykking og med vannkikkert (fig. 4.5.1). Sikten var dårlig i de øverste metrene på grunn av mye nedbør, og eventuelle egg kan ha blitt oversett.

30.april ble det tatt en sei på garn i Porsviken som hadde magen full av sildeegg. Ved å sammenligne disse eggene med eggprøver fra gytefeltet i 1974 fant jeg at de måtte være 12-14 dager gamle. Antar en at disse eggene er spist 29.april må gyting ha funnet sted i tidsrommet 15.april til 17.april, forutsatt at miljøforholdene for disse eggene er omtrent det samme som i 1974. Det er særlig variasjoner i temperaturen som vil påvirke klekke-tiden (BLAXTER & HOLLIDAY 1963).

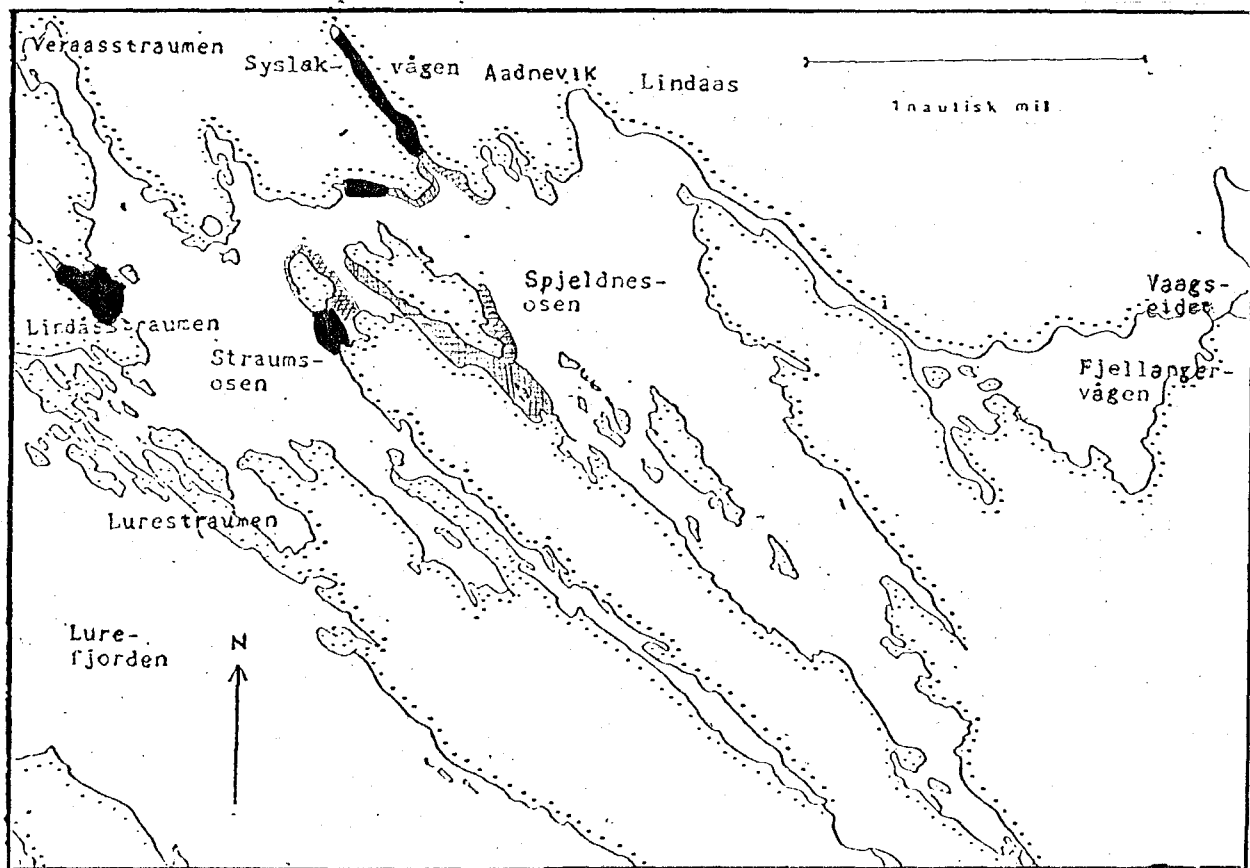


Fig. 4.5.1. Området som ble undersøkt for å finne mulige gyteplasser. Mørke felt: Undersøkt ved dykking. Skraverte felt: Undersøkt med vannkikkert.

6. Larvestadiet 1975

De første larvene fikk jeg 28. april. Det var små larver med plommesekk (Tabell 4.6.1 og 4.6.2). De er høyden noen dager gamle og eggene disse stammer fra må sannsynligvis være lagt i tidsrommet 5. til 10. april. 21. april gir samtlige stasjoner 0 larver (Tabell 4.6.3).

Konsentrasjonen er størst i østre del av Straumsosen og avtagende mot Spjeldnesosen (fig. 4.6.1). Alle verdier er relativt lave og forskjellen i tetthet mellom områdene er såpass liten at det er usikkert å anslå et gyteområde.

En uke senere (5. mai) öker larveantallet kraftig (fig. 4.6.2). Tettheten er størst i Straumsosen og i overgangen til Spjeldnesosen. Nærmere halvparten av disse larvene er ferdig med plommesekkstadiet.

Den beregnede larvemengde 5. mai (Tabell 4.6.4) er større enn antall larver fra Syslakvågen i 1974 (Tabell 4.3.3). Larveantallet er sannsynligvis underestimert da en må anta at endel har drevet ut av pollsystemet til denne tid.

Tabell 4.6.1. Prosent plommesekklarver.

Dato	28/4	5/5	12/5	26/5	11/6
%	100	55	0	0	0

Tabell 4.6.2. Antall larver i hver lengdegruppe.

DATO	LENGDE(mm)																		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
28/4			4	3															
5/5		44	54	35	5														
12/5			3	1	7	8	1												
26/5					1		1	2	9	3	4								
11/6											1	2	3	2	4	4	5		

- 55 -

Tabell 4.6.3. Larver/m³ på de enkelte stasjoner

Stasjon	Dato					
	21/4	28/4	5/5	12/5	26/5	11/6
I				0,13	0,00	
II			0,98	0,00		0,00
III		0,00	0,35	0,00	0,00	
IV						
V	0,00	0,03	0,06			
VI						
VII						
VIII						
IX			0,02	0,05	0,00	
X		0,05	0,88	0,00	0,02	0,04
XI						
XII	0,00	0,07	2,43	0,26		
XIII	0,00	0,06			0,02	0,01
XIV	0,00	0,00	1,05	0,29	0,02	0,01
XV						
XVI						
XVII			0,00			
XVIII						
XIX						
XX						
XXI						

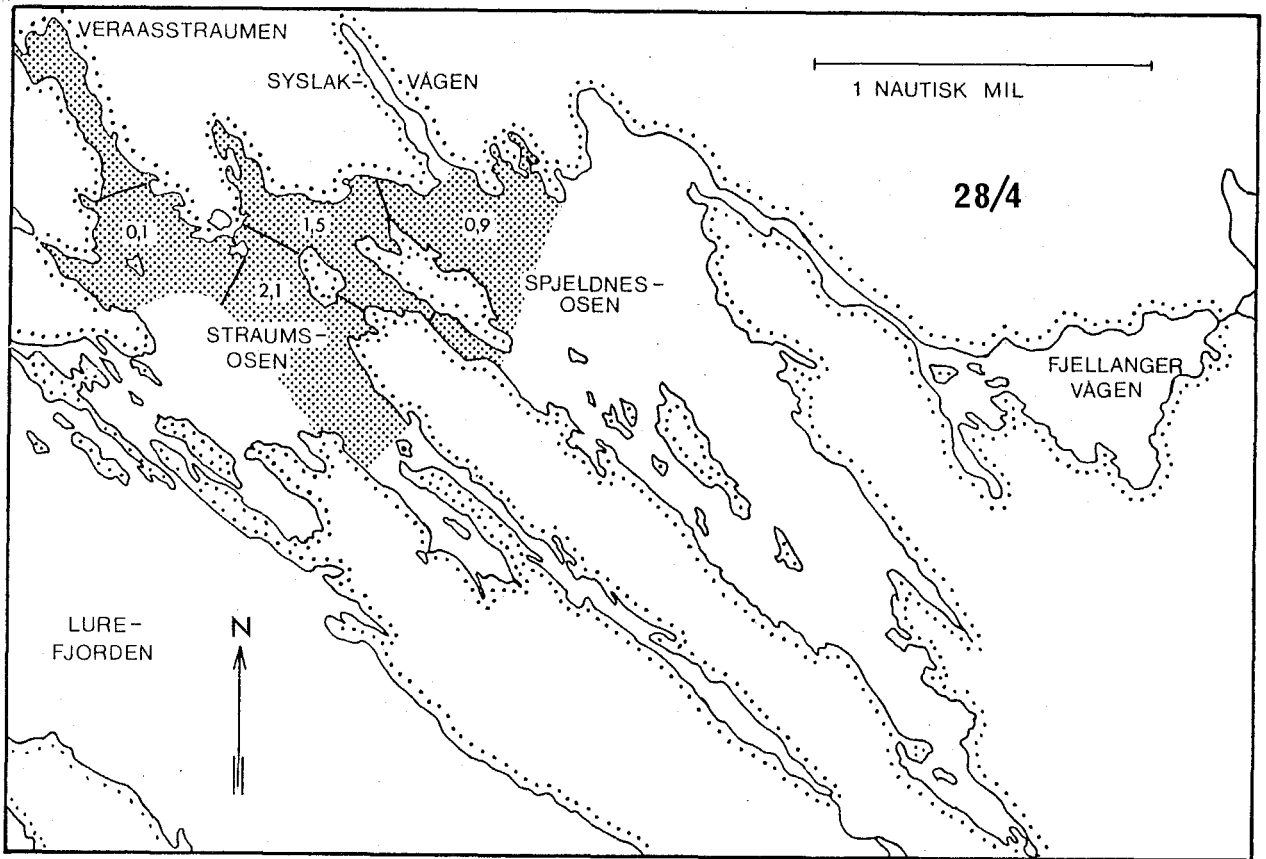


Fig. 4.6.1. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet viser utbredelsen.

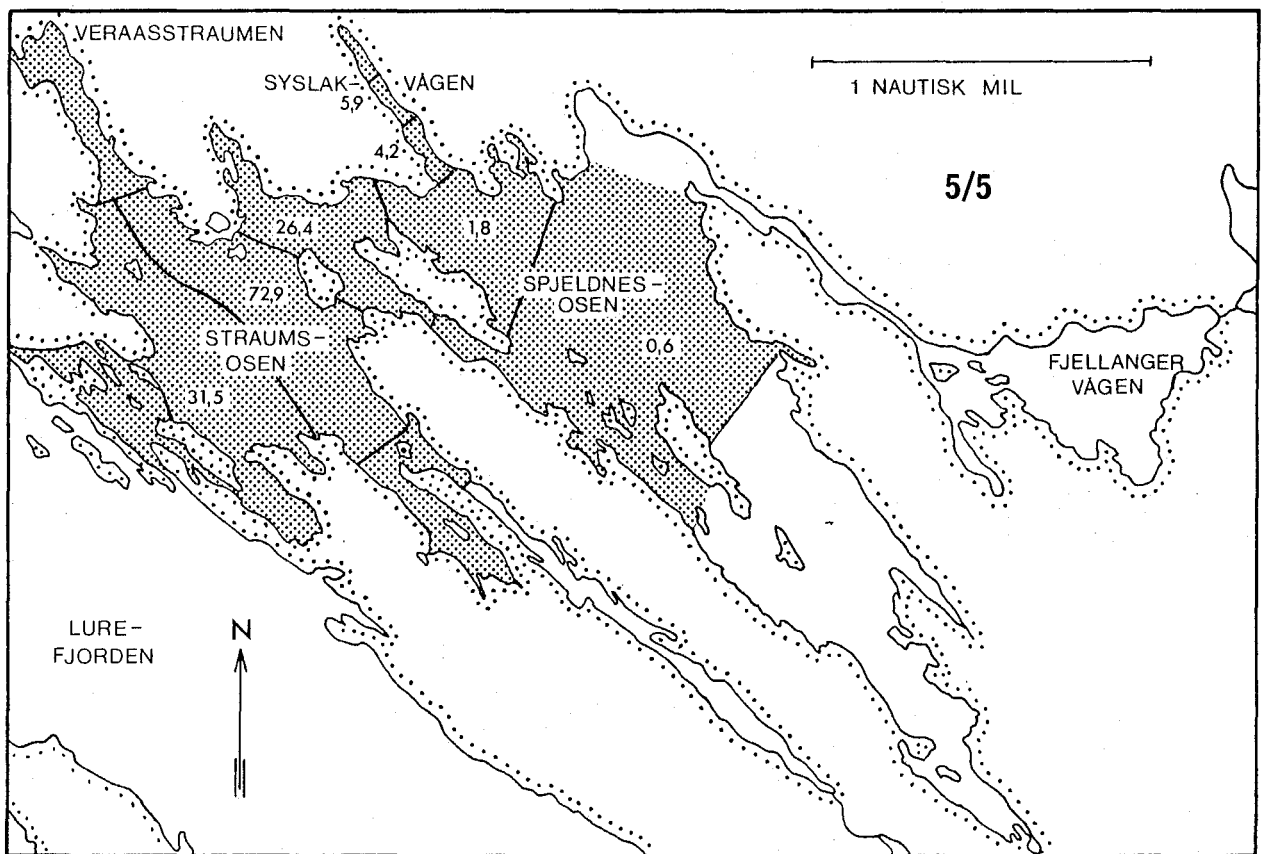


Fig. 4.6.2. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet viser utbredelsen.

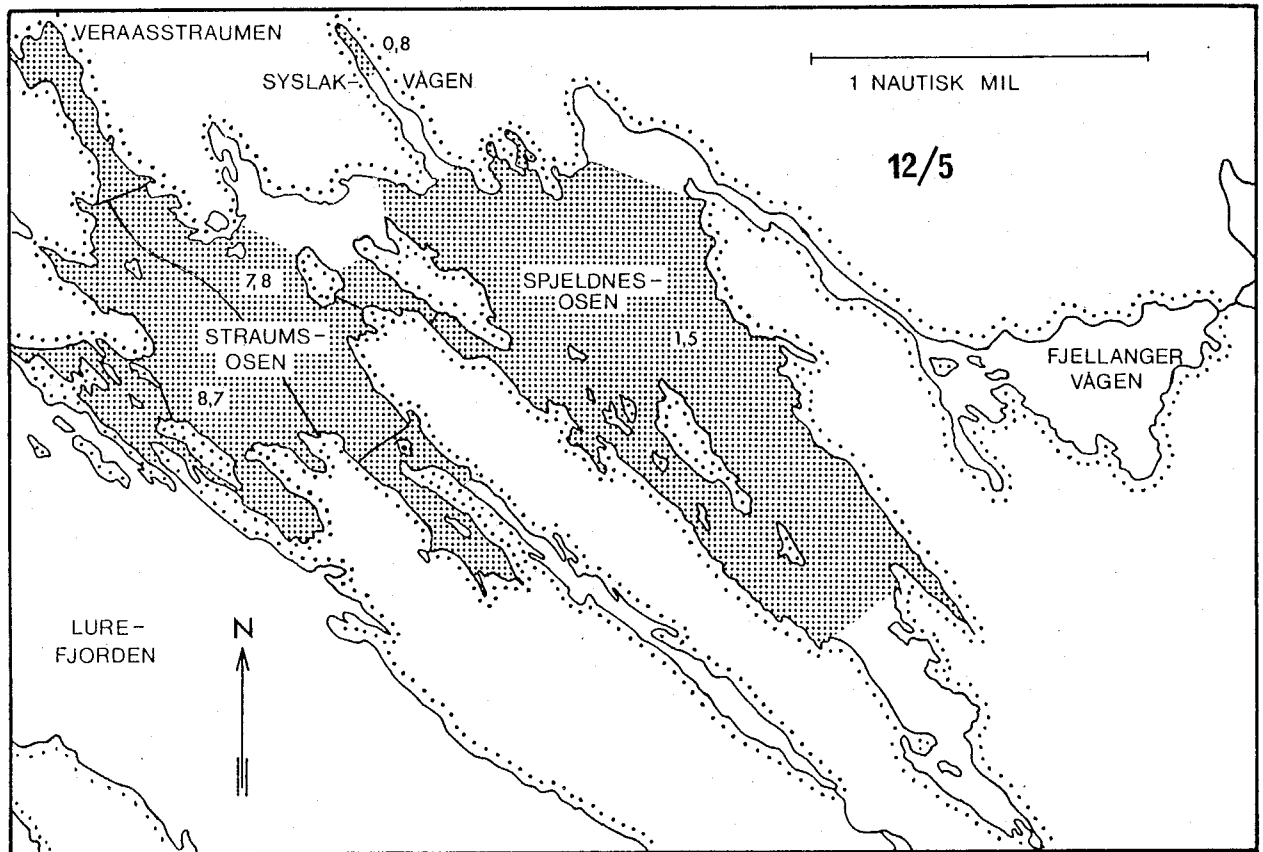


Fig. 4.6.3. Larver/m² overflate. Det prikkede feltet viser utbredelsen.

Tabell 4.6.4. Antall larver x 10⁻³ i hvert område og totalantallet/dag.

Områder	21/4	28/4	5/5	12/5	26/5	11/6
1	0	1595	42255	5906	499	158
2		170	2882	0	66	161
3	0	190	238	396		
4			764	867	0	
5			0			
6				24	0	
7			237	0		0
8	0	0	211	0	0	
9						
10						
SUM	0	1956	46350	7194		

V . REDSKAPSUNDERSÖKELSE

På enkelte stasjoner ble det tatt to påfølgende trekk for å sammenligne effektiviteten av B (20) og B (60) (Tabell 5.1).

Forholdet mellom åpningsarealene:

$$F = \frac{A_{B(20)}}{A_{B(60)}} = \frac{0,0314}{0,2826} = 0,1111$$

Med et middel forhold i fangstene på 0,1313 og standardavvik på 0,1869 er ikke dette forholdet signifikant forskjellig fra forholdet mellom åpningsarealene.

C.B. håven er lite effektiv når konsentrasjonen av larver blir lav. På 7 stasjoner utenfor Syslakvågen fikk jeg kun en larve i et av trekkene med C.B., mens B (60) i samme tidsrom og område ga larver på alle stasjonene.

Tabell 5.1. Forholdet mellom fangstene i B(20) og B(60).

		B(20)				Middel		S
		B(60)						
0	0,08	0,11	0,10	0,50	0	0,1313	0,18	

VI. HOVED-DISKUSJON

Temperaturen kan være årsak til at silda ikke gjöt i Syslakvågen, da fig. 6.1 viser at det har vært gjennomgående kaldere i de øverste vannlag i 1975. Særlig i Syslakvågen er dette tydelig hvor silda i 1974 gjöt fra en 1/2 m under overflaten og ned til ca 6 m. Silda måtte da i 1975 gyte i vann som var opptil $4\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ kaldere enn i 1974. RUNNSTRÖM (1941) fant at hovedgytingen til Atlanto-skandisk sild skjedde ved en temperatur av $5-6^{\circ}\text{C}$. DRAGESUND (1960) holdt sild i fangenskap og fant at gytingen ble sterkt forsinket sannsynligvis på grunn av den lave temperaturen.

Natt til 16. april 1975 ble det tatt to garnfangster med sild. En i Spjötöyvågen med kun utgytt sild (st. VII) og en i Porsviken med kun gytende sild (st. VI) (fig. 1.1). Larvene tatt 28. april kan stamme fra egg gytt av silda fra Spjötöyvågen. Med en inkubasjonsperiode på 18-20 dager må disse eggene være lagt i tidsrommet 5. til 10. april. Noe vesentlig tidligere enn dette kan den ikke ha gytt da samtlige stasjoner 21. april gir 0 larver (Tabell 4.6.3).

Tidspunktet for denne gytingen er i god overensstemmelse med siste gyting i 1974.

For at den gytende silda fra Porsviken skal gi opphav til en del av larvene tatt 5. mai må den ha gytt samme natt noe av den ble fanget eller kort etter. Ville den gyte senere måtte en forvente at plommesekklarver ville bli tatt på et senere tidspunkt. Tabell 4.6.1 viser at dette ikke er tilfelle.

Observasjoner under inkubasjonsperioden i 1974 viste at fisk ble trukket til gytefeltet og at de holdt seg i nærheten i lengre tid. Sannsynligheten er derfor stor for at den seien som ble fanget 30. april 1975 i Porsviken ikke har spist eggene langt fra fangststedet.

5. mai 1975 er det larver til stede fra to gyteområder. Dersom siste gyting har skjedd i området ved Porsviken, må det være en større konsentrasjon av yngre og mindre larver i trekk opp til dette området enn lengre vekk.

For om mulig å støtte opp under denne antakelse, ble t-testen for to utvalg brukt for å teste:

$$H_0 : \mu_{x \text{ og } xii} - \mu_{xiv} \geq 0$$

$$\text{mot } H_A : \mu_{x \text{ og } xii} - \mu_{xiv} < 0$$

der t ble beregnet til - 1,30, som fører til at H_0 kan forkastes på 0.1 nivået.

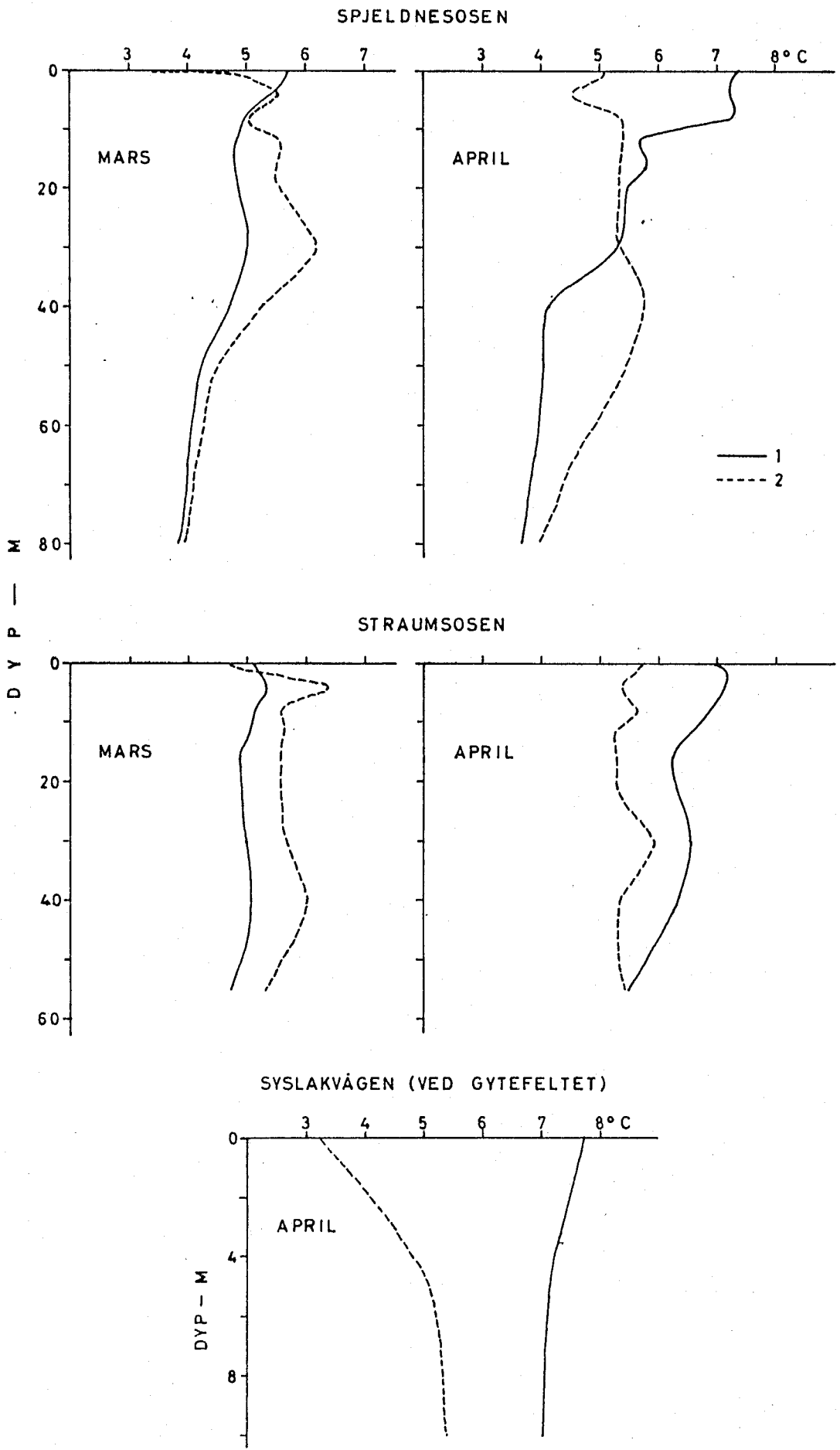


Fig. 6.1. Temperatur (C°). Hel linje: 1974
Stiplet linje: 1975.

Selv om det var sild inne i Syslakvågen flere netter i 1974 var det kun en gyting som må ha foregått i løpet av 12 timer. Silda er sykron gyter dvs. at alle oocyttene er i samme utviklingsstadium og blir gytt i en eller flere porsjoner i løpet av kort tid (NAUMOV 1959).

Prøvene fra gytefeltet viste at alle eggene var i samme utviklingsstadium og har det foregått gyting etter 28. mars på eller ved det opprinnelige gyteområdet, må denne ha vært helt ubetydelig. Hele sentrale og ytre del av Syslakvågen ble sjekket ved dykking og med vannkikkert, men det ble ikke funnet egg andre steder i vågen. Heller ikke larvesamlingen ga noen indikasjoner på dette (Tabell 4.3.2).

Den lave temperaturen kan som nevnt være årsak til at silda ikke gjöt i Syslakvågen i 1975 og tabell 4.6.3 viser at de første larvene i 1975 er klekket 7-14 dager senere enn i 1974.

Det er vanligvis blitt antatt at det for flere store fiskepopulasjoner inntreer en tetthetsavhengig dødelighet tidlig på larvestadiet. Resultatene viser at det på eggstadiet hos sild også skjer en tetthetsavhengig dødelighet når konsentrasjonen av egg blir stor. Dersom silda har et begrenset gyteområde vil en stor gytebestand gi høy konsentrasjon av egg og følgelig høyere dødelighet.

SAVILLE, BAXTER & MCKAY (1973) fant hos "Clyde herring" hvor egnede gyteområder er meget begrenset i utstrekning, en tetthetsavhengig dødelighet på eggstadiet.

De fleste eggene som er gruppert som døde en dag før klekking er lett å plasere, men i en del egg kan det sees

en mer eller mindre velutviklet larve. I enkelte er larvene liten med stor plommesekk i andre er den større men med en forvridd stilling inne i egget.

Det er vanskelig å si om disse eggene vil klekke og gi en levedyktig larve da forsøket med Sundes strömper ikke var vellykket. GALKINA (1971) fant for stillehavssild (*Clupea pallasii* Val.) mange ikke levedyktige og abnorme larver som ved undersökelse gjennom eggmembranen virket levedyktige. Antallet ökte med ökende tetthet. BLAXTER (1962) befruktet sildeegg kunstig, og ved en tetthet på 16 egg/cm² klekket ca 10% av eggene.

For stillehavssild som gyter i strandsonen fant TAYLOR (1971) at klekkesuksess avtok skarpt med ökende egg tetthet.

Dette kan forklare noe av den forskjellen jeg får mellom antall "klekkedyktige egg" og antall larver klekket (fig. 6.2).

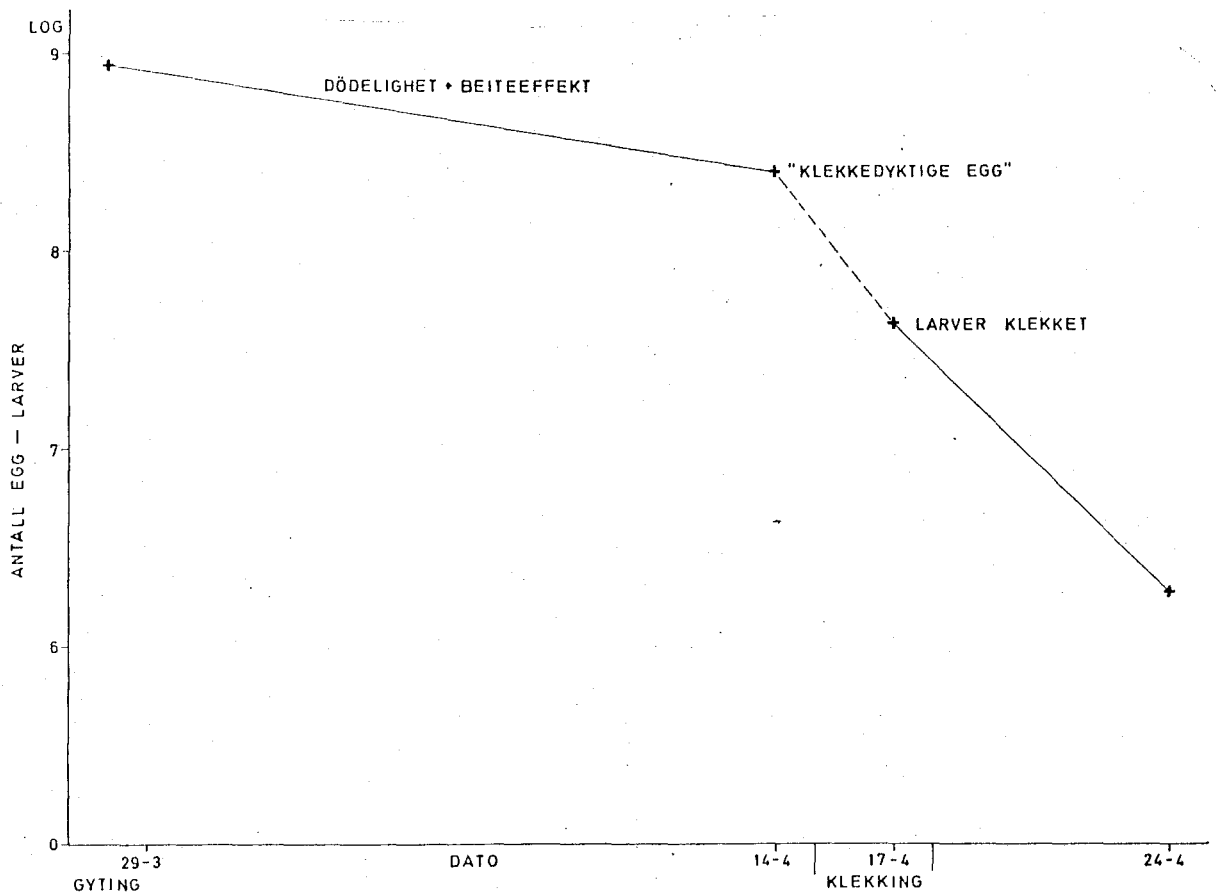


Fig. 6.2. Dödelighet for egg og larver (1974).

I inkubasjonsperioden er det tydelig at fisk blir trukket til gytefeltet. Før gyting ble det kun observert en rødspette på området pluss diverse kutlinger. Det virket som beiteaktiviteten var størst etter at det var begynt å mørkne, og jeg kunne ofte se hyse og torsk gå nesten helt i overflaten. Om dagen beitet fisken mer på de dypere deler av egglaget.

Uvær ved klekking kan utsette larvene for stor dødelighet da de i denne perioden er konsentrert i overflaten. Forklaringen på den høye konsentrasjonen i overflaten kan være ifølge NIKOLSKY (1963) at fiskelarver etter klekking fyller svømmeblæren med luft fra overflaten. Det skjer gjennom en kanal (ductus pneumaticus) som går mellom svelget og svømmeblæren.

Den store dødeligheten på larvestadiet i 1974 skyldes sannsynligvis mangel på velegnet føde i tiden når plommesekken blir resorbert. Tabell 4.3.1 viser at det etter en uke ikke er plommesekklarver i fangstene. Varigheten av plommesekkstadiet og lengden ved klekking öker med ökende eggstörrelse. Hos "Kiel-larvene" er varigheten (50% uten plommesekk) 4,5 dager og lengden ca 6,5 mm, Atlanto-skandisk 10 dager og ca 8 mm, Buchan 5,5 dager og 7 mm (BLAXTER & HEMPEL 1963-64).

Hos Lindåssilda er middellengden ca 6,5 mm ved klekking og plommesekkstadiet varer mindre enn en uke.

I 1975 er det også en reduksjon av larveantallet (tabell 4.6.4) men endel av larvene kan til denne tid være spredt utenfor stasjonsområdene.

Larvene lar seg fange til en lengde av vel 20 mm. I tabell 4.3.4 ser en at lengden öker mindre enn veksthastigheten skulle tilsi fra 31. mai til 7. juni. Egenbevegelsen er sannsynligvis blitt så stor at de største nå unnviker redskapen.

VII . SAMMENDRAG

1. Sildas atferd før og under gyting ble studert. Det er gitt en beskrivelse av bunntype og eggnes fordeling på gyteområdet.

Befruktningsprosent, dødelighet og beiteeffekt på eggstadiet er beregnet. Larvenes vertikale fordeling ved klekking, utbredelse, dødelighet og vekst er undersøkt.

Videre er det foretatt en redskapsundersøkelse. Begge sesonger ble det tatt hydrografiske undersøkelser i Syslakvågen.

2. Feltarbeidet er utført i tiden 1. mars 1974 til 14. august 1974 og 1. mars 1975 til 11. juni 1975.
3. De fleste eggprøvene er konserverte på iseddikk, resten på formalin. Larvene er konserverte på 4% nøytralisert formalin.
4. Silda foretrekker tydelig fjell/steinbunn å gyte på.
5. Befruktningsprosenten er 99-100%. Dødeligheten på eggstadiet er avhengig av bunntype og eggtetthet. Størst på fin sandbunn og ved høy tetthet. Beiteeffekten er gjennomsnittlig 59%.
6. Ved klekking er konsentrasjonen av larver 10 x større i de øverste 10 cm enn dypere.
7. Larvene sprer seg ut i store deler av Spjeldnesosen og i Straumsosen. En uke etter klekking ble det funnet en dødelighet på 95,5%.
8. Veksten er eksponensiell og øker kraftig i siste halvdel av mai.

9. B(20) og B(60) fanger larver i et forhold som ikke er signifikant forskjellig fra forholdet mellom åpningsarealene. C.B.S. er lite effektiv ved lav konsentrasjon av larver.
10. I 1974 som i 1975 gjöt silda i to områder. Syslakvågen og sannsynligvis i Straumsosen i 1974, og Straumsosen og området ved Porsviken i 1975.
11. I 1975 var temperaturen opptil $4\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ lavere i Syslakvågen enn i 1974, som kan være årsaken til at silda ikke ville gyte i dette området.

VIII. TAKK

Denne oppgaven ble utført med god hjelp og støtte fra flere hold.

Takk til Olav Dragesund for veiledning og til Kristian Fr. Wiborg for å ha stilt utstyr til disposisjon.

Takk til Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt avd. Pelagisk syd for lån av båt og utstyr, og til Oddvar Dahl for gode råd og hjelpsomhet i mange situasjoner, og til Per Skjoldal for rentegning av figurene.

Takk til Biologisk stasjon for å ha stilt båt og redskap til disposisjon.

Takk til Ottar og Harald Skårnes for hjelp i begge felt-sesongene og til familien Skårnes for dens gjestfrihet og hjelpsomhet.

Takk til Magnar Aksland for hjelp med behandling av materialet og til Jakob Gjøsæter for gode råd og veiledning.

Takk til Sverre B. Jorn for tegning av kartene.

IX. LITTERATUR

- ✓ ANON . 1963. Contributions to herring symposium 1961. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer., 154:
- ✓ ANON. 1969. Report of the working group on the establishment of an international herring research scheme. Coop. Res. Rep. Ser. A. Int. Coun. Explor. Sea, 11: 1-36.
- ✓ AURE, J. 1972. Hydrografien i Lindåspollene. Hovedoppgave i oseanografi. Universitetet i Bergen. Upublisert. Deponert ved Universitetsbiblioteket i Bergen: 122.
- ✓ BAXTER, I.G. 1971. Development rates and mortalities in Clyde herring eggs. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm.int. Explor. Mer. 160: 27-29.
- ✓ BLAXTER, J.H.S. 1962. Herring rearing - IV. Rearing beyond the yolk- sac stage. Mar. Res. Scot., 1962, No 1, 17pp.
- ✓ BLAXTER, J.H.S. & G. HEMPEL 1963. The influence of egg size on herring larvae (Clupea harengus L.) J. Cons. perm. int. Explor. Mer., 28: 211-40
- ✓ BLAXTER, J.H.S. & F.G.T. HOLLIDAY. 1963. The behaviour and physiology of herring and other clupeids. Adv. in M.B. 1 1963.
- ✓ BRIDGER, J.P. 1956. On day and night variation in catches of fish larvae. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 22: 42-57.

- ✓ BRIDGER, J.P. 1958. On efficiency tests made with a modified Gulf III High-Speed Tow Net. J. Cons. perm. int. Explor. Mer., 23: 357-365.
- ✓ BURD, A.C. & P.D. WALLACE. 1971. The survival of herring larvae. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer., 160: 46-50.
- ✓ CADDY J.F. & T.D. ILES. 1973. Underwater observations on herring spawning grounds on Georges Bank. Res. Bull. int. Comm. Northw. Atlant. Fish., No. 10, p. 131-139.
- ✓ CASSIE, R.M. 1959. Microdistribution of plankton. N.Z.J. Sci., 2: 398-409.
- ✓ CLARKE, G.L. & D.F. BUMPUS. 1950. The plankton sampler - an instrument for quantitative plankton investigations. Spec. Publs Amer. Soc. Limnol. Oceanogr., 5: 1-8.
- ✓ COCHRAN, W.G. 1963. Sampling technique 2 ed. N.Y 1963 XVII. 413 s.
- ✓ CUSHING, D.H. 1962. Patchiness. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 153: 152-164.
- ✓ DAHL, O., O.J. ÖSTVEDT & U. LIE 1973. An introduction to a study of the marine ecosystem and the local herring stock in Lindåspollene. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 16: 148-158.
- ✓ DRAGESUND, O. 1960. Observasjoner over sildas gyting i fangenskap. Fauna nr 4/1960.
- ✓ DRAGESUND, O. 1970. Factors influencing year-class strength of Norwegian spring spawning herring. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 15: 381-450.

- ✓ DRAGESUND, O. & O. NAKKEN. 1971. Mortality of herring during the early larval stage in 1967. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm.int. Explor. Mer., 160: 142-146.
- ✓ DRAGESUND, O. & O. NAKKEN. 1973. Relationship of parent-stock size and year-class strength in norwegian spring spawning herring. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm.int. Explor. Mer., 164: 15-29.
- ✓ EGIDIUS, E. & O.H. HANSEN. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Produksjon av egg og yngel. Fisken og Havet, Serie B (11): 129 pp.
- ✓ ELLERTSEN, B. 1975. Neuston i Lindåspollen. En undersøkelse av faunaen i skiktet 0-90 m. Hovedoppgave i marinbiologi. Universitetet i Bergen. Upublisert Deponert ved Universitetsbiblioteket i Bergen.
- ✓ ELLINGSEN, E. 1973. Kvalitative og kvantitative zooplanktonundersøkelser i Lindåspollene. Mars 1971 - april 1972. Hovedoppgave i fiskeribiologi Universitetet i Bergen/Norges Fiskerihøgskole Upublisert. Deponert ved Universitetsbiblioteket i Bergen: 100.
- ✓ GALKINA', L.A. 1957. Effect of salinity on the sperm, eggs and larvae of the Okhotsk herring. (In Russian trans. available from Office of Technical Services, U.S. Dept. of Commerce, Washington 25. D.C.). Izvestiya T.N. I.R.O. 45, 37-50.
- ✓ GALKINA, L.A. 1971. Survival of spawn of the pacific herring (Clupea harengus pallasii VAL.) related to the abundance of the spawning stock. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 160: 30-33.

- X GRAHAM, J.J. & S.B. CHENOWETH. 1973. Distribution and abundance of larval herring, *Clupea harengus harengus* Linnaeus, over egg beds on Georges Bank. Res. Bull. int. Comm. Northw. Atlant. Fish., No. 10, p. 141-149.
- ✓ GRAHAM, J.J. & C.W. DAVIS. 1971. Estimates of mortality and year-class strength of larval herring in Western Maine, 1964-67. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 160: 147- 152.
- ✓ HARDING, J.P. 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. J.mar. biol. Ass. U.K. 28: 141-153.
- ✓ HAUG, A. 1972. Biomasse-undersökelse av zooplankton i Lindåspollene i tidsrommet mars 1971 - april 1972. Hovedoppgave i fiskeribiologi. Universitetet i Bergen/Norges Fiskerihøgskole Upublisert. Deponert ved Universitetsbiblioteket i Bergen: 98.
- ✓ HEMPEL, J. & G. HEMPEL. 1971. An estimate of mortality in eggs of North Sea herring. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer., 160: 24-27.
- ✓ HEMPEL, G. & K. SCHUBERT. 1969. Sterblichkeit bestimmungen an einem Eiklumpen des Nordsee-Herrings (*Clupea harengus* L.). Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 20 (1969). H. 1, S. 79-83.
- ✓ LEA, E. 1930. Mortality in the tribe of Norwegian herring. Rapp. Cons. Explor. Mer 65: 100-117.
- ✓ MARR, J. C. 1956. The critical period in the early life history of marine fishes. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 21: 160-170.

- NAUMOV, V.M. 1959. The ovogenes and ecology of the sexual cycle of the Murmansk Herring (C.H.L.). Spec. Sci. Rep. Fish. U.S. Fish and Wildl. Serv., 327.
- ✓ NIKOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London: 352.
- ✓ OLSEN, T. 1975. Antall, vekst, fekunditet og ernæring hos tangkutling, Gobius Flavescens Fabr., i Lindåspollene. Hovedoppgave i fiskeribiologi. Universitetet i Bergen/Norges fiskerihøgskole. Upublisert. Deponert ved Universitetsbiblioteket i Bergen: 129.
- ✓ OS, H. 1974. Ciona intestinales (L) i Lindåspollene. Populasjonsdynamikk, produksjonsberegning, utbredelse og fordelingsmønster. Hovedoppgave i marinbiologi. Universitetet i Bergen. Upublisert. Deponert ved Universitetsbiblioteket i Bergen.
- ✓ PARRISH, B.B., A. SAVILLE, R.E. CRAIG, I.G. BAXTER & R. PRIESTLEY. 1959: Observations on herring spawning and larval distribution in the Firth of Clyde in 1958. J. mar. biol. Ass. U.K. 38, 445-453.
- ✓ POSGAY, J.A., R.R. MARAK & R.C. HENNENUTH. 1968. Development and tests of new zooplankton samplers. ICNAF, Res. Doc. 1968/85.
- ✓ RUNNSTRÖM, S. 1941. Quantitative investigations on herring spawning and its yearly fluctuations at the west of Norway. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders. 6 (8): 1-71.
- ✓ RUSSELL, F.S. 1926. The vertical distribution of marine macro-plankton. 3. Diurnal observations on the pelagic young of teleostean fishes in the Plymouth area. J.mar. biol. Ass. U.K., 14 (N.S.) 2, 387-414.

- ✓ RUSSELL, F.S. 1928. The vertical distribution of marine macroplankton. 8. Further observations on the diurnal behaviour of the pelagic young of teleostean fishes in the Plymouth area. J. mar. biol. Ass. U.K., 16 (N.S.), 2, 639-676.
- ✓ SAVILLE, A., I.G. BAXTER & D.W. MCKAY. 1974. Relations between egg production, larval production and spawning stock size in Clyde herring. P. 129-138 in Blaxter, J.H.S. ed. The early life history of fish. Springer-Verlag, Berlin.
- ✓ SETTE, O.E. 1943. Biology of the atlantic mackerel (Scomber scombrus) of North America. Part I: Early life history, including the growth, drift and mortality of the egg and larval populations. U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 38, 149-237.
- ✓ SOLEIM, P. 1940. Sildelarver på vårsildfeltet. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders. 6 (4): 39-55.
- ✓ TAYLOR, F.H.C. 1971. Variation in hatching success in Pacific herring (Clupea pallasii) eggs with water depth, temperature, salinity and egg mass thickness. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 160: 34-41.
- ✓ VOLODIN, V.M. 1956. Embryonic development of the autumn Baltic herring and their oxygen requirement during the course of development. (In Russian, Fish. Res. Bd. Can. trans. no. 252). Voprosy Ikhtiologii, no. 7, 123-133.
- ✓ WALLACE, W. 1924. First report on young herring in the southern North Sea and English Channel. Part 1. Distribution and growth of larval and post-larval stages. Min. Agric. & Fish., Fish. Invest., Ser. II. 7, 4.

- ✓ WESTERGAARD, T. 1975. Mengdeforhold, dybdefordeling og vertikalvandring av *Pseudocalanus elongatus* i Lindåspollene september 1972 - august 1973. Hovedoppgave i fiskeribiologi. Universitetet i Bergen/Norges fiskerihøgskole. Upublisert. Deponert ved Universtietsbiblioteket i Bergen.
- ✓ WIEBE, P.H. 1971. A computer model study of zooplankton patchiness and its effects on sampling error. Limnol. Oceanogr. 16 (1): 29-38.
- ✓ WOOD, R.J. 1971. Some observations on the vertical distribution of herring larvae. Rapp. P.-V. Reun. perm. int. Explor. Mer., 160: 60-64.
- ✓ WOODHEAD, P.M.J. & A.D. WOODHEAD. 1955. Reactions of herring larvae to light; A mechanism of vertical migration. Nature, Lond. 176., 349-350.
- ✓ ÖSTVEDT, O.J., O. DAHL & U.LIE. 1973. Undersökelse av sildas vandringer i Lindåspollene. Fiskets Gang 1973 (43): 763-767.

Appendictabell 1. Vannvolumer (m³) x 10⁻³

Område	Dybdeintervaller								total	
	30-20	20-10	10-0	bunn-6	6-4	4-2	2-0	10-8		8-0
1	5530	7445	11380							24355
2	465	610	2200							3275
3	1805	2470	3650							7925
4	3950	10675	15085							34710
5	2725	5425	10300							18450
6						64	120			182
7				31	50	72	90			243
8								80	530	610
9		445	1450							1895
10			2120							2120

X. APPENDIX TABELLER

Appendixtabell 2. Trekk lengder i m.

Stasjon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Trekk lengde	246	358	414	395	545	290	295	795	1415	615	725	485

Stasjon	XIII	XIV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI
Trekk lengde	495	605	455	565	545	565	505	605

Appendixtabell 3. Antall egg fra prøvene i hvert strata. A: prøveareal (m²), N: antall egg

Strata							
500 000 - 130 000 egg/m ²		100 000 - 500 000 egg/m ²		10 000 - 100 000 egg/m ²		0 - 10 000 egg/m ²	
A	N	A	N	A	N	A	N
0,0225	29250	0,0225	6457	0,0254	1246	0,0042	38
0,0042	4410	0,0225	3715	0,0254	729	0,0042	42
0,0225	21825	0,0225	2767	0,0254	1518		
0,0225	27000	0,0042	882	0,0042	131		
0,0042	5334	0,0225	4343	0,0254	741		
0,0042	4620			0,0042	52		

Appendixtabell 4. Antall larver i hver av de to håvene for B (60)

	Antall																				
Håv 1.	46	63	16	71	53	212	16	218	4	2	16	2	10	26	8	5	18	2	9	3	1
Håv 2.	41	92	14	62	39	215	16	193	4	3	14	2	11	36	9	4	22	2	10	4	0