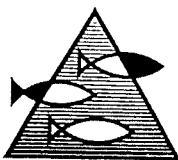


PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesparken 2 Postboks 1870 5024 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Fax: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Flødevigen

4817 His

Tlf.: 37 01 05 80

Fax: 37 01 05 15

Austevoll

Havbruksstasjon

5392 Storebø

Tlf.: 56 18 03 42

Fax: 56 18 03 98

Matre

Havbruksstasjon

5198 Matredal

Tlf.: 56 36 60 40

Fax: 56 36 61 43

Distribusjon:

ÅPEN

HI-prosjektnr.:

3.09.1

Oppdragsgiver(e):

DN

NFR

SFT

Oppdragsgivers referanse:

DN: MaØk 62401

NFR: 1047551110

SFT: 93322

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR. 10 - 1994

Tittel:

Overvåking av gruntvannsfauna på Skagerrakkysten - historiske forandinger i fiskefauna 1919-1993, og ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988

Senter:

Flødevigen

Seksjon:

Forfatter(e):

Tore Johannessen og Aadne Sollie

Antall sider, vedlegg inkl.:

91

Dato:

26. august 1994

Sammendrag:

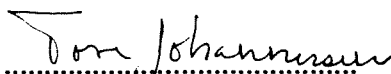
Rapporten er basert på en lang tidsserie med prøvetaking med strandnot av fisk og virvelløse dyr på grunt vann på Skagerrakkysten. Bortsett fra krigsåra 1940-1944 er undersøkelsene utført årlig siden 1919. På grunnlag av dette datamaterialet er det gitt en beskrivelse av alle arter av fisk som er blitt fanget i strandnot på grunt vann (maks. 15 m) på kyststrekningen mellom Torvefjorden vest for Kristiansand og Kragerø. For arter som har opptrådt i mer enn 10% av strandnottrekkene er de historiske svingningene i forekomstene beskrevet. I tillegg til fisk omfatter beskrivelsene svingninger i forekomsten av fire arter av evertebrater, svingninger i bunnvegetasjonens dekningsgrad på strandnotstasjonene, og sjøtemperaturen målt daglig på en meters djup i Flødevigen ved Arendal, gitt som årsgjennomsnitt, sommertemperatur og vintertemperatur. Rapporten gir også en beskrivelse av mulige ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988, og av mulige sammenhenger mellom lave fisketett-heter i en del områder og forurensning.

Emneord - norsk:

1. Kystressurser
2. Yngelundersøkelser
3. Giftige alger

Emneord - engelsk:

1. Coastal resources
2. 0-group fish
3. Toxic algae


.....
Prosjektleder


.....
Seksjonsleder

FORORD

Grunnlaget for denne rapporten er en tidsserie med fangstdata fra årlig prøvetaking med strandnot langs Skagerrakkysten, samlet inn ved Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF) siden 1919. Datamaterialet er meget omfattende og en rekke personer har deltatt i innsamlingsarbeidet. Det vil føre for langt å nevne alle, men enkelte personer bør nevnes: Stasjonsbestyrer Alf Dannevig satte i gang undersøkelsene, Ragnvald Løversen ledet den praktiske gjennomføringen fra begynnelsen og fram til 1968 (i 48 år) og Aadne Sollie, som deltok første gang i 1957, har ledet arbeidet fra 1969 og fram til i dag. Alle som har bidratt til oppbygging av denne tidsserien, som det knapt finnes maken til, skal ha takk for innsatsen.

I tillegg til de personer som har deltatt i innsamlingsarbeidet av strandnotmaterialet, har følgende personer deltatt på prosjektet: Sissel Rosseland, Øystein Paulsen, Aadne Sollie og Tore Johannessen (prosjektleder).

Direktoratet for Naturforvaltning (DN) har bidratt med økonomisk støtte til arbeidet med å systematisere og legge inn datamaterialet i et EDB-basert databasesystem, og til innsamling og bearbeiding av data gjennom prosjektet "Overvåking av fisk og bunndyr på Skagerrakkysten". Arbeidet har også vært støttet av Norges Forskningsråd (NFR) gjennom et prosjekt i Program om Marin Forurensning (PMF), som er blitt delfinansiert av SFT og DN, og et prosjekt i tidligere Norges Fiskeriforskningsråd (NFFR).

FOREWORD

This report is based on data from beach seine surveys conducted annually since 1919 along the Norwegian Skagerrak Coast. To name all participants in this extensive sampling programme is impossible, but some should be mentioned: Director Alf Dannevig of the Institute of Marine Research, Flødevigen Marine Research Station, who started the programme, Ragnvald Løversen who was in charge of the field work from 1919 to 1968 (48 years) and Aadne Sollie, who took part for the first time in 1957 and has been responsible for the survey since 1969. Thanks are due to these and other people who have contributed to this unique time series.

The following have participated in the present project: Sissel Rosseland, Øystein Paulsen, Aadne Sollie and Tore Johannessen (project leader).

The Directorate for Nature (DN) has provided financial support for recording the historical data in a computer data base and the collection of new data through the project "Monitoring of fish and benthos on the Norwegian Skagerrak Coast". The work has also been supported by the Norwegian Research Council through the Programme on Marine Pollution and the former Norwegian Council for Fisheries Research. The project supported by the Programme on Marine Pollution has partly been financed by the Directorate of Nature and by the State Pollution Control Authorities (SFT).

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	8
SUMMARY	11
1 INNLEDNING	14
2 MATERIALE OG METODER.....	16
2.1 Strandnotundersøkelser	16
2.2 Bunnvegetasjon	16
2.3 Statistikk	17
3 RESULTATER OG DISKUSJON	19
3.1 Historisk utvikling i fiskefauna på Sørlandskysten - enkeltarter	19
3.1.1 Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	19
3.1.2 Lyr (<i>Pollachius pollachius</i>)	20
3.1.3 Hvitting (<i>Merlangius merlangus</i>)	21
3.1.4 Sei (<i>Pollachius virens</i>)	22
3.1.5 Sypike (<i>Trisopterus minutus</i>)	23
3.1.6 Sild (<i>Clupea harengus</i>) og brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	24
3.1.7 Sjøaure (<i>Salmo trutta</i>)	25
3.1.8 Ål (<i>Anguilla anguilla</i>)	27
3.1.9 Taggmakrell (<i>Trachurus trachurus</i>)	27
3.1.10 Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	28
3.1.11 Berggyllt (<i>Labrus bergylta</i>)	29
3.1.12 Bergnebb (<i>Ctenolabrus rupestris</i>)	29
3.1.13 Grøngyllt (<i>Symphodus melops</i>)	30
3.1.14 Grasgyllt (<i>Centrolabrus exoletus</i>)	31
3.1.15 Rødnebb og blåstål (<i>Labrus bimaculatus</i>)	32
3.1.16 Kutlinger (<i>Gobiidae</i>)	33
3.1.17 Svartkutling (<i>Gobius niger</i>) og sandkutling (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	33
3.1.18 Tangkutling (<i>Gobiusculus flavescens</i>), bergkutling (<i>Pomatoschistus pictus</i>) og leirkutling (<i>Pomatoschistus microps</i>)	35
3.1.19 Glasskutling (<i>Aphya minuta</i>) og krystallkutling (<i>Crystallogobius linearis</i>)	37
3.1.20 Trepigget stingsild (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	38
3.1.21 Tangstikling (<i>Spinachia spinachia</i>)	39
3.1.22 Tangsnelle (<i>Syngnathus typhle</i>), stor kantnål (<i>Syngnathus scus</i>) og liten kantnål (<i>Syngnathus rostellatus</i>)	40
3.1.23 Vanlig ulke (<i>Myoxocephalus scorpius</i>) og dvergulke (<i>Taurulus bubalis</i>)	42
3.1.24 Knurr (<i>Eutrigla gurnardus</i>)	43
3.1.25 Evertebrater	43

3.1.26 Strandkrabbe (<i>Carcinus maenas</i>)	44
3.1.27 Strandreker (<i>Palaemon</i> spp.)	44
3.1.28 Brennmanet (<i>Cyanea capillata</i>)	45
3.1.29 Glassmanet (<i>Aurelia aurita</i>)	46
3.1.30 Andre arter	46
3.1.31 Rødflekket kutling - en ny art på Skagerrakkysten	47
3.2 Generell utvikling i fiskefauna på Sørlandskysten	48
3.2.1 Bunnflora	48
3.2.2 Temperatur	49
3.2.3 Artsrikhet	51
3.3.4 Hovedtrekkene i utviklingen i fiskefauna	54
3.3 Eftervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988	56
3.4 Områder med betydelig reduserte forekomster av fisk	61
3.4.1 Grenlandsfjordene	61
3.4.2 Holmestrandsfjorden	61
3.4.3 Indre Oslofjord	63
3.4.4 Sørlandskysten	66
3.4.5 Fangst av 0-gruppe torsk, lyr og hvitting på Sørlandskysten i periodene 1958-1975 og 1976 -1993	66
3.4.6 Sammenligning av de ulike områdene	74
3.4.7 Mulige årsakssammenhenger	76
3.4.8 Nedgang i forekomstene av lyr	78
4 REFERANSER	79
5 VEDLEGG	82

SAMMENDRAG

Denne rapporten er basert på en lang tidsserie med fangstdata av fisk og virvelløse dyr fra prøvetaking med strandnot på grunt vann på Skagerrakkysten. Bortsett fra krigsåra 1940-1944 er undersøkelsene utført årlig siden 1919. På grunnlag av dette datamaterialet er det gitt en beskrivelse av alle arter av fisk som er blitt fanget i strandnot på grunt vann (maks. 15 m) på kyststrekningen mellom Torvefjorden vest for Kristiansand og Kragerø (i det følgende omtalt som Sørlandskysten, med Skagerrakkysten menes hele kyststrekningen mellom svenskegrensa og Lindesnes). For arter som har opptrådt i mer enn 10% av strandnottrekkene er de historiske svingningene i forekomstene beskrevet. I tillegg til fisk omfatter beskrivelsene svingninger i forekomsten av fire arter av evertebrater (strandkrabbe, strandreke, brennmanet og glassmanet), svingninger i bunnvegetasjonens dekningsgrad på strandnotstasjonene, og sjøtemperaturen målt daglig på en meters djup i Flødevigen ved Arendal, gitt som årsgjennomsnitt, sommertemperatur og vintertemperatur. Rapporten gir også en beskrivelse av mulige ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988, og av mulige sammenhenger mellom lave fisketettheter i en del områder og forurensning.

Rødflekket kutling - en ny art på Skagerrakkysten

Rødflekket kutling (*Thorogobius ephippiatus*) er blitt observert ved dykking i området ved Arendal i 1992 og ved Flekkefjord i 1993. Arten er tidligere blitt observert på den svenske vestkysten av dykkere, og det var ventet at den ville dukke opp på den norske Skagerrakkysten. Det er usikkert hvor utbredt arten er siden den er lite tilgjengelig for fangst og hovedsaklig observeres av dykkere. På grunnlag av at observasjonsområdene ligger så langt fra hverandre, kan det se ut til at arten har spredt seg langs det meste av den norske Skagerrakkysten. Det er også gjort dykkeobservasjoner av rødflekket kutling utenfor Kristiansund.

Historiske svingninger i fiskeforekomstene

Det har vært betydelige svingninger i forekomstene av fisk på Sørlandskysten. I tillegg har det vært trender, der hovedtendensen har vært en nedgang i forekomstene av endel vårgytende fisk, mens det ikke har vært noen entydig trend blant sommergyterne. Sommergyterne består for det meste av ikkekommersielle, små fiskeslag, deriblant kutlinger og leppefisk (gylder), mens blant vårgyterne finner vi de viktige matfiskene som torsk og lyr. Både torsk og lyr befinner seg for tida på det laveste nivået som er blitt målt. Spesielt har det vært stor nedgang i forekomstene av lyr. På 20-tallet ble det i gjennomsnitt fanget 25,0 lyr pr. strandnottrekk, mens det etter 1985 kun er blitt fanget 0,6 lyr pr. trekk. Det siste året med brukbare forekomster av lyryngel var i 1976. Av torskefisken er det kun hvitling som har hatt en økning i forekomstene siden 20-tallet.

Økningen av hvittingforekomstene var meget stor fram til midten av 70-tallet, da gjennomsnittsfangsten av hvitting plutselig falt fra ca. 100 til 30 fisk pr. trekk. Den eneste arten av vårgytere som har hatt en forholdsvis jevn økning i forekomstene som har vart helt fram til 90-åra er skrubbe.

En art som har hatt en markert økning i strandnotfangstene de siste åra er sjøaure. Selv om fangstene av sjøaure er beskjedne, indikerer gode fangster flere år på rad at forekomsten av sjøaure i sjøen for tida er meget god.

Det har vært markerte svingninger i antall arter som er blitt fanget i strandnota, men det har ikke vært noen trend i retning av økning eller nedgang i artsantallet. På 30-tallet var det imidlertid lave artsantall som antas å henge sammen med en sjukdom som reduserte mengden av ålegras betydelig. På 60-tallet hadde de fleste sommergyterne en nedgang i forekomstene som falt sammen med en periode med usedvanlig lave sommertemperaturer. Temperaturen i reproduksjonsfasen ser derfor ut til å begrense utbredelsen av sommergytere. For øvrig var det en markert nedgang i artsantallet på slutten av 80-tallet som trolig i stor grad skyldtes den giftige algeoppblomstringen i 1988.

Ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988

Oppblomstringen av den giftige algen *Chrysochromulina polylepis* i mai 1988 forårsakte massedød blant fisk og bunndyr på Skagerrakkysten. Mange arter tok seg raskt opp igjen og allerede i 1991 var artsantallet i strandnotfangstene over gjennomsnittet. Det er imidlertid klare tegn på at det fremdeles er forskyvninger i artssammensetningen (mengdeforholdet mellom artene). Dette har sammenheng med at arter med høg yngelproduksjon som formerte seg i "tomrommet" like etter at algeoppblomstringen var over, økte betydelig i mengde. Disse artene har siden holdt seg meget tallrike. Taperne var vårgytere som torsk, lyr og hvitting, som fikk årsklassene helt eller delvis slått ut i 1988. Etter 1988 har forholdene således vært preget av lave forekomster av torskefisk, og tilsvarende høye forekomster av små sommergytende fisk som grøngylt, kutlinger og evertebrater som strandkrabbe og strandreke. Torsk ser ut til å være en av de artene som ble hardest rammet. I åra etter 1988 har det gjennomgående vært meget svak rekruttering av torskeyngel. I tillegg er det klare tegn på at mengden av torsk som overlever første vinteren er liten for tida. Derved blir i utgangspunktet svake årsklasser av torskeyngel ytterligere redusert. Årsaken til den svake rekrutteringen av torsk kan tenkes å ha sammenheng med at de tallrike småfiskene hindrer gjenoppbyggingen av torskestammen. Det er grunn til å presisere at de uvanlig høye vintertemperaturene de siste åra kan ha bidratt til å opprettholde den skeive artssammensetningen. Hvor langvarige ettervirkningene kan komme til å bli er usikkert.

Områder med betydelig reduserte forekomster av fisk

I en del områder på Skagerrakkysten har det funnet sted plutselige fall i rekrutteringen av de viktigste torskefiskene. Reduksjonen i disse områdene har vært på 80-95%. I Grenlandsfjordene og i Holmestrandsfjorden inntraff nedgangen i rekrutteringen på midten av 60-tallet og i Indre Oslofjord tyder statistikk over kommersielle fangster av torsk på at nedgangen fant sted i 1929-1930. På Sørlandskysten fant det sted en plutselig reduksjon i forekomstene av spesielt hvitting og lyr på midten av 70-tallet. Totalt sett var nedgangen mindre på Sørlandskysten enn i de forannevnte områdene. Det var imidlertid stor variasjon mellom områdene, fra ingen endring i forekomstene til nedgang på 80-90%.

Resultatene indikerer at det er en rekke likhetstrekk ved nedgangen i forekomstene av torskefisk på Skagerrakkysten, der de mest framtreddene er:

1. Endringen ser ut til å ha funnet sted i løpet av ett til to år.
2. Etter nedgangen har det ikke vært tegn til økning i forekomstene.
3. Torskefiskene er ikke blitt erstattet av andre strandsonefisk. Tvert imot er forekomsten av andre strandsonefisk generelt betydelig lavere i områder som har hatt store nedgang i torskefiskforekomstene.
4. Forut for nedgangen har det vært meget gode forekomster av torskefisk. I flere områder har det vært klare tegn til en økning i forekomstene forut for nedgangen, slik som i Indre Oslofjord og på Sørlandskysten. Hverken fiskeforekomster eller oksygenforhold har indikert at en plutselig nedgang i rekrutteringen har vært nært forestående.

Siden nedgangen i rekrutteringen av torskefisk i de ulike områdene viser likhetstrekk, kan det tenkes å være en felles årsakssammenheng. Forurensning peker seg ut som den mest sannsynlige årsaken, men datamaterialet gir ikke grunnlag for å fastslå hvilken type forurensning som er aktuell. Resultatene indikerer at nedgangen i rekrutteringen kan skyldes endring i energiflytmønsteret som har resultert i mindre mat til larver og yngel av torskefisk.

SUMMARY

This report is based on data from a beach seine survey which has been carried out annually since 1919 on the Norwegian Skagerrak Coast, except for the years 1940-1944. The samples include fish and invertebrates inhabiting the littoral and upper sublittoral zone (max. depth of 15 m). All species of fish recorded in the beach seine catches in the area between Torveffjorden west of Kristiansand and Kragerø (in the following named Sørlandet) are reported. For the species which have occurred in more than 10% of the beach seine hauls, the historical variations in abundance are described. In addition to fish, the descriptions include analyses of the abundance of four common species of invertebrates (Carcinus maenas, Palemon spp., Cyanea capillata and Aurelia aurita), bottom flora coverage and sea temperature measured daily at 1 m depth in Flødevigen near Arendal. The report also describes possible long-term effects of the toxic bloom of the alga Chrysochromulina polylepis that occurred in the Skagerrak in May 1988, and the possible relationship between pollution and low fish abundance in some areas.

Leopard-spotted goby - a new species on the Norwegian Skagerrak Coast

Leopard-spotted goby (Thorogobius ephippiatus) has been observed by scuba divers near Arendal in 1992 and Flekkefjord in 1993. The species has previously been observed on the Swedish west coast, and was expected to appear on the Norwegian Skagerrak Coast. It is uncertain how widespread the species is since it is seldom caught by traditional fishing gear. The present observations indicate that the species has spread along most of the Norwegian Skagerrak Coast. Observations of Leopard-spotted goby have also been made by divers near Kristiansund on the northwest coast of Norway.

Historical fluctuations in fish abundance

The abundance of many littoral and upper sublittoral fishes along the coast of Sørlandet has varied significantly. There have also been trends, with decreasing abundance of several spring spawners as the most pronounced. In summer spawners, on the other hand, there has been no uniform trend. Most of the summer spawners are non-commercial, small species such as gobies and wrasses, while important commercial species such as cod (Gadus morhua) and pollack (Pollachius pollachius) are spring spawners. The catches of 0-group cod and pollack are presently at the lowest level recorded. The decrease in the abundance of pollack has been particularly large, from an average catch of 25.0 pollack per haul during the 1920s to an average of 0.6 after 1985. 1976 was the last year with reasonably high abundance of pollack. Among the gadoids, whiting (Merlangius merlangus) is the only species that appears to have increased in abundance since the 1920s. The catches increased gradually up to the middle of the 1970s, when

the average catch suddenly fell from approximately 100 to 300-group whiting per haul. Flounder (Platichthys flesus) is the only spring spawner that has increased gradually in abundance up to the 1990s.

The catches of sea trout (Salmo trutta) have increased significantly, and although the catches generally are modest, good catches over several years indicate that the present abundance of sea trout is relatively high.

There have been variations but no trend in the average number of species caught in the beach seine (an estimate of species richness). Low estimates of species richness during the 1930s coincided with low bottom flora coverage due to an eel-grass disease. In the 1960s many summer spawners experienced low abundances during a period with exceptionally low summer temperatures. The temperature during the reproduction period may therefore be a limiting factor for the recruitment and distribution of summer spawners. Low estimates of species richness were also recorded at the end of the 1980s, which was probably to a significant extent caused by the toxic algal bloom in 1988.

Long-term effects of the toxic algal bloom in May 1988

The toxic algal bloom in May 1988 caused mass mortality in fish and invertebrates along the Norwegian Skagerrak Coast. Many species of fish recovered quickly, and by 1991 the estimate of species richness was above average. There are, however, still clear signs of shifts in the species composition which probably reflect that the species which spawned just after the bloom was over, took advantage of the "empty space" and increased significantly in numbers. Most of these fishes are still abundant. The "losers" were spring spawners like cod, pollack and whiting whose year-classes were partly or completely wiped out in 1988. Consequently, the species composition after 1988 has been characterized by low abundance of gadoids and correspondingly high numbers of small summer spawners like corckwing (Crenilabrus melops), gobies and invertebrates like shore crab (Carcinus maenas) and Palaemon spp. Cod seems to be one of the species that has been most severely affected. After 1988 the recruitment of 0-group cod has been generally poor. In addition, the results indicate that the survival of cod through the first winter has been exceptionally low, so that poor year-classes at the 0-group stage have been even more reduced. The poor recruitment of cod may be due to the numerous small fishes inhibiting the rebuilding of the cod stock. In addition to long-term effects of the toxic algal bloom, the unusually high winter temperatures during the last few years may have contributed to maintaining the altered species composition.

Areas with significantly reduced fish abundance

In some areas on the Norwegian Skagerrak Coast the catches of important gadoid fishes has suddenly decreased by 80-95%. In the Grenland area and the Holmestrandsfjord the decrease took place in the middle of the 1960s, and in the Inner Oslofjord statistics over commercial landings of cod indicate that the decrease took place in 1929-30. On the coast of Sørlandet a sudden reduction in the catches of particularly whiting and pollack took place in the middle of the 1970s. The decrease on the coast of Sørlandet was lower than in the other areas, however, there were large differences between areas on the coast of Sørlandet, from no change to decreases of 80-90%.

In the areas where reduced abundance was observed, some common patterns could be found:

- 1) The change from good to poor catches seems to have taken place suddenly, i.e. over 1-2 years.*
- 2) After the decreases there have been no signs of increasing catches.*
- 3) The gadoids have not been replaced by other littoral fishes. On the contrary, the abundance of other fishes is generally lower in affected than in less affected areas.*
- 4) Prior to the decreases fish abundance was generally high. In some areas there were clear signs of increase prior to the sudden decrease in the recruitment. Neither fish abundance nor oxygen conditions have indicated that a sudden decrease has been imminent.*

The similarities between the various areas indicate that there may be a common mechanism behind the sudden decrease in the recruitment of gadoids, and pollution appears to be the most likely reason. More information on local and regional contamination is needed to conclude what kind of pollution may have caused the changes. The results indicate that the reduced abundance of juvenile fish may be related to changes in the energy flow pattern which has led to reduced food availability to the larvae and juveniles of the gadoids.

1 INNLEDNING

Denne rapporten beskriver forekomstene av fisk som opptrer på grunt vann langs den norske Skagerrakkysten. For arter som opptrer regelmessig i strandsona er det gitt en beskrivelse av svingningene i forekomstene tilbake til 1919. Det er også gitt en beskrivelse av svingningene blant noen utvalgte arter av evertebrater (virvelløse dyr) som strandkrabbe, strandreke, brennmanet og glassmanet. Grunnlaget for rapporten er den årlige prøvetakingen med strandnot på faste stasjoner langs Skagerrakkysten som er blitt utført siden 1919, bortsett fra krigsåra 1940-1944. Det har ikke vært endringer i metodikken siden starten av undersøkelsene. Trekkene tas på nøyaktig samme posisjon, og på samme tid på året. Fram til i dag har kun to personer ledet den praktiske gjennomføringen av undersøkelsene, og ved skifte av leder var det en overlappingsperiode på ca. 10 år som sikret god kontinuitet og systematikk i undersøkelsene. For tida tas det ca. 120 stasjoner i området mellom Torvefjorden vest for Kristiansand og svenskegrensa (Fig. 1). 37 av stasjonene som ligger på strekningen mellom Torvefjorden og Kragerø (i det følgende

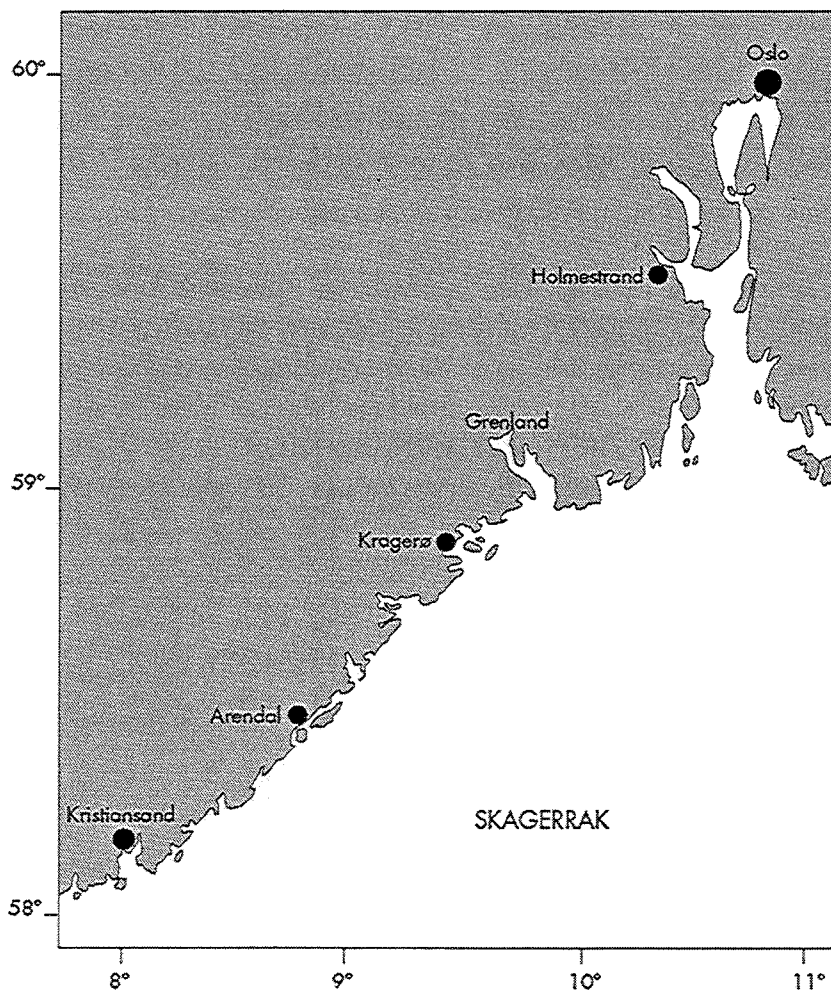


Fig. 1. Skagerrakkysten
(The Norwegian Skagerrak Coast)

omtalt som Sørlandskysten) er blitt tatt siden 1919. Det er disse stasjonene som ligger til grunn for beskrivelse av de historiske svingningene i forekomstene av fisk og evertebrater.

I mai 1988 forårsaket oppblomstringen av den giftige algen *Chrysochromulina polylepis* massedød blant fisk og bunndyr langs hele kyststrekningen fra Gøteborg på den svenske vestkysten til Boknafjorden i Rogaland (Berge et al. 1988; Gjøsæter og Johannessen 1988). Skadene strakte seg fra overflata og ned til ca. 15 m djup. Ved slutten av 1990 var det fremdeles markerte ettervirkninger blant fisk og bunndyr som følge av endret artssammensetning (balanse mellom artene, Johannessen og Gjøsæter 1990), mens diversiteten (artsmangfoldet) både blant makroalger og bunndyr hadde økt markert fra tida like etter algeoppblomstringen (Pedersen, Oug og Green 1990). I denne rapporten er mulige ettervirkninger av algeoppblomstringen vurdert.

På Skagerrakkysten finnes de største befolkningskonsentrasjonene og noen av de største industriområdene i Norge. I tillegg passerer vann på veg ut av Nordsjøen og Østersjøen langs denne kyststripa. Det marine miljøet langs Skagerrakkysten kan derfor bli påvirket av både langtransportert forurensning fra den sydlige Nordsjøen og fra østersjølandene, og fra lokale kilder. Tveite (1984) har på grunnlag av det historiske strandnotmaterialet påvist at det har vært en sterk nedgang i forekomstene av torskeyngel i Grenlandsområdet som trolig skyldes forurensning fra den lokale industrien. I denne rapporten er mulige sammenhenger mellom utbredelse av fisk og eventuell forurensning blitt analysert mer i detalj. Områdene som er blitt nærmere analysert omfatter indre Oslofjord, Holmestrandsfjorden, Grenlandsfjordene og de ulike områdene på Sørlandskysten der de gamle strandnottrekkene er blitt tatt.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Strandnotundersøkelser

Nota som er blitt benyttet til undersøkelserne er 40 m lang, 1,7 m djup og har en maskevidde på 15 mm (83 omfar). I hver ende av nota er det festet 30 m lange geiner (tau). Vanligvis benyttes geinelengde på 20 m, men på enkelte stasjoner benyttes andre lengder avhengig av forholdene. Fram tom. 1962 ble det benyttet bomullsnot, mens det siden er blitt benyttet nylonnot. Bomullsnota ble impregnert hvert år, noe som førte til at maskevidden ble noe mindre med åra. Tveite (1971) fant imidlertid ingen forskjell i størrelse på yngel av torsk og lyr ved skifte av not, og konkluderte med at det ikke hadde nevneverdig innvirkning. Mulig innvirkning på de aller minste fiskeslagene blir allikevel vurdert ved omtalen av disse artene.

Fangsten av de viktigste fiskeslagene er blitt telt og lengdemålt. En del ikkekommersielle arter er registrert semikvantitativt med koder: 1 - ett individ, 2 - få individer, 3 - noen, 4 - mange og 5 - svært mange. Ved analyse av de historiske trendene er forekomst av disse artene beskrevet ved hvor stor andel av trekkene de er blitt fanget i. Dersom andelen et år er 0, betyr det at aktuell art ikke ble fanget, mens en andel på 0,9 viser at arten opptrådte i 90% av trekkene. Registreringen av ikkekommersielle arter ble satt i gang i perioden 1924-1930. Fra 1989 er alle arter blitt telt og fra 1992 er alle arter blitt lengdemålt.

I 1993 ble det utført noen tilleggsundersøkelser med mer finmasket not (120 omfar) i fjorder og skjærgård ved Risør. Bortsett fra maskevidden hadde denne nota samme dimensjoner som den tradisjonelle nota. Disse undersøkelsene ble utført i første halvdel av juni, begynnelsen av september og i slutten av oktober. Deler av materialet fra disse undersøkelsene er presentert for å beskrive forekomstene av de aller minste fiskeslagene.

I vedlegget til rapporten er det gjengitt kart for hvert område som viser plassering av strandnot-stasjonene.

2.2 Bunnvegetasjon

En av de viktigste marine plantene langs Skagerrakkysten er ålegras (*Zostera marina*). Dette er en høgvokst, grasliknende plante som danner tette "enger" på bunn av mudder, sand og mergel (skjellsand). I overgangen mellom 20- og 30-tallet ble denne arten angrepet av sykdom som reduserte mengden av ålegras i områdene rundt hele Nordsjøen (Yonge 1963). I følge toktleder Ragnvald Løversens notater begynte sykdommen etter alt å dømme å bre seg på Skagerrakkysten i åra 1928-29, og herjet som verst i de to-tre påfølgende åra. Det er imidlertid også beskrevet enger

av "nydødd" ålegras i 1933. På grunn av denne hendelsen begynte Løversen å beskrive vegetasjonsforholdene på strandnotstasjonene fra 1934. Obsevasjonene, som er blitt foretatt helt fram til i dag, gjøres vha. vannkikkert. Ved systematisering og innlegging av dataene i databasen, har det på grunnlag av beskrivelsene vært mulig å skille mellom følgende kategorier: 1- bar bunn (0% dekning), 2 - få planter (5%), 3 - noen planter (25%), 4 - mange planter (60%) og 5 - full dekning (90%). Prosenttallene i parentes angir den prosentvise dekningsgraden som er blitt benyttet ved beregning av gjennomsnittlig dekningsgrad pr. år. Det er grunn til å presisere at dette dreier seg om tilnærmete verdier. I tillegg kan siktforholdene variere mye både mellom stasjoner og fra år til år (år der vegetasjonsforholdene er blitt observert på mindre en halvparten av stasjonene, er utelatt). Presisjonen i estimatene for enkeltår er derfor variable, slik at resultatene bare er egnet til å studere trenden i dekningsgraden.

2.3 Statistikk

De historiske svingningene blant enkeltartene er beskrevet vha. LOWESS, som er en ikke-parametrisk glattemetode (se f.eks. Fig. 2a). Man kan velge hvor stor innvirkning enkeltåra skal ha på glattingen ved å variere den såkalte tensjonsfaktoren mellom 0 og 1. Glatting med tensjonsfaktor 1 vil gi ei tilnærmet rett linje selv om det skulle være store svingninger i materialet, mens en lav tensjonsfaktor gir ei glattekurve som i stor grad følger lokale svingninger. For det meste er glattingen utført med en tensjonsfaktor på 0,2. En bør være spesielt oppmerksom på følgende egenskap ved LOWESS. Dersom forekomsten av en art varierer lite i løpet av noen år, men ett år skiller seg markert ut fra de andre, vil LOWESS ta mindre hensyn til året som skiller seg ut enn det tallverdien skulle tilsi. Et eksempel på dette har en fra 30-tallet for torsk (Fig. 2a) da det gjennomgående var lite torskeyngel, bortsett fra i 1938. Men som det framgår påvirker 1938-årsklassen trenden forholdsvis lite. Erfaringsmessig viser det seg at sterke årsklasser kan dominere en bestand i lengre tid, avhengig av levetida til den aktuelle arten. En bør derfor være spesielt oppmerksom på sterke årsklasser som opptrer som "uteliggere" og derved ikke gjenspeiles i glattekurvene.

For arter der forekomsten har vært preget av en mer eller mindre jevn økning eller reduksjon (f.eks. Iyr, Fig. 3), er det blitt testet om trenden er signifikant (statistisk sikker) vha. Spearman rang-korrelasjonsanalyse. I enkelte tilfeller er det også blitt anvendt lineær regresjonsanalyse. For arter der forekomstene i større grad har vært preget av svingninger enn trender (f.eks. torsk, Fig. 2), er det ikke grunnlag for en slik analyse etter som resultatet vil avhenge av start- og stopptidspunkt for tidsserien. En trend ansees å være statistisk sikker dersom signifikanssannsynligheten, p , er mindre enn 0,05.

I en del tilfeller er det blitt gjengitt resultater fra enkeltstasjoner. I slike tilfeller er gjennomsnittsfangsten blitt vektet for å unngå at en eller to usedvanlig store fangster skal få for stor innvirkning på resultatet. Hvordan vektingen er blitt utført kan best beskrives med et eksempel. Det skal beregnes gjennomsnittsfangst av hvitting på grunnlag av 20 strandnottrekk. Først beregnes gjennomsnittet av de 18 laveste fangstene (10% av de største fangstene utelates, i dette tilfellet de to største fangstene). Eventuelt usedvanlig store fangster blant de utelatte trekkene, reduseres til 10 ganger gjennomsnittet av de 18 fangstene før beregning av gjennomsnitt av alle de 20 trekkene. Dette innebærer en meget mild form for vekting, der store fangster fremdeles får en betydelig innvirkning på gjennomsnittsberegningene, mens ekstreme fangster ikke får anledning til å forvrengte bildet av forekomstene.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Historisk utvikling i fiskefauna på Sørlandskysten - enkeltarter

I det følgende er det gitt en beskrivelse av utviklingen i fiskefaunaen på grunt vann langs Sørlandskysten, dvs. i området mellom Torvefjorden vest for Kristiansand og Kragerø. Alle de 37 stasjonene som er tatt med i disse resultatene er besøkt årlig siden 1919, bortsett fra 1940-1944. Dette innebærer at en rekke stasjoner er utelatt. For arter som har opptrådt i mer enn 10% av strandnottrekkene er de historiske svingningene i forekomstene beskrevet. I tillegg til fisk omfatter beskrivelsene svingninger i forekomsten av fire arter av evertebrater. I mai 1988 medførte oppblomsting av den giftige algen *Chrysochromulina polylepis* massedød blant fisk og evertebrater langs kysten mellom Gøteborg og Boknafjorden i Rogaland (Berge et al. 1988; Gjøsæter og Johannessen 1988). Ved gjennomgang av resultatene vil perioden fra 1988 og fram til i dag bli omtalt i lys av denne hendelsen. En mer detaljert analyse av utviklingen etter 1988 er beskrevet lenger bak. Etter presentasjonen av trendene i fiskefauna, blir bunnflora og temperaturforholdene beskrevet. Begge disse forholdene antas å være meget viktige for gruntvannsfaunaen. Til slutt gis det en samlet vurdering av trendene, og av mulige årsaks-sammenhenger.

Biologien til de omtalte fiskeartene er beskrevet etter Rollefson et al. (1960), Wheeler (1969), Pethon (1985) og Costello (1991).

3.1.1 Torsk (*Gadus morhua*)

Torsk gyter om våren. På grunn av sin størrelse og vanligvis betydelige forekomster er torsk en viktig art i økosystemet på Skagerrakkysten. Torsk er også den viktigste kystbestanden for kommersielt fiske og for fritidsfiske. I Fig. 2 er gjennomsnittsfangsten av 0-gruppe og eldre torsk pr. år gjengitt. 0-gruppe er yngel på ca. et halvt år, mens eldre fisk hovedsaklig består av I-gruppe, dvs. ca. ett og et halvt års gammel fisk. Fangsten av yngel er betydelig høyere enn av eldre torsk, slik at fangst pr. trekk etter alt å dømme gir et langt bedre mål på den årlige forekomsten av yngel enn av eldre fisk. Et karakteristisk trekk ved forekomsten av 0-gruppe torsk har vært en meget stor variasjon fra år til år. I 1964 ble det i gjennomsnitt fanget nærmere 50 torskeyngel pr. trekk, mens det i 1988 kun ble fanget 0,06. De lave fangstene i 1988 har etter alt å dømme sammenheng med den giftige algeoppblomstringen og er derfor ikke representative for den naturlige variasjonen. Ser man bort fra dette året har forekomstene av torskeyngel variert med en faktor på ca. 50, dvs. at den største årsklassen har vært 50 ganger større enn den minste. Foruten store årlige variasjoner i forekomstene, har det også vært markerte svingninger. Glattekurva for torskeyngel viser at det gjennomgående var mye 0-gruppe torsk på 20-tallet. På 30 og 40-tallet var det, med

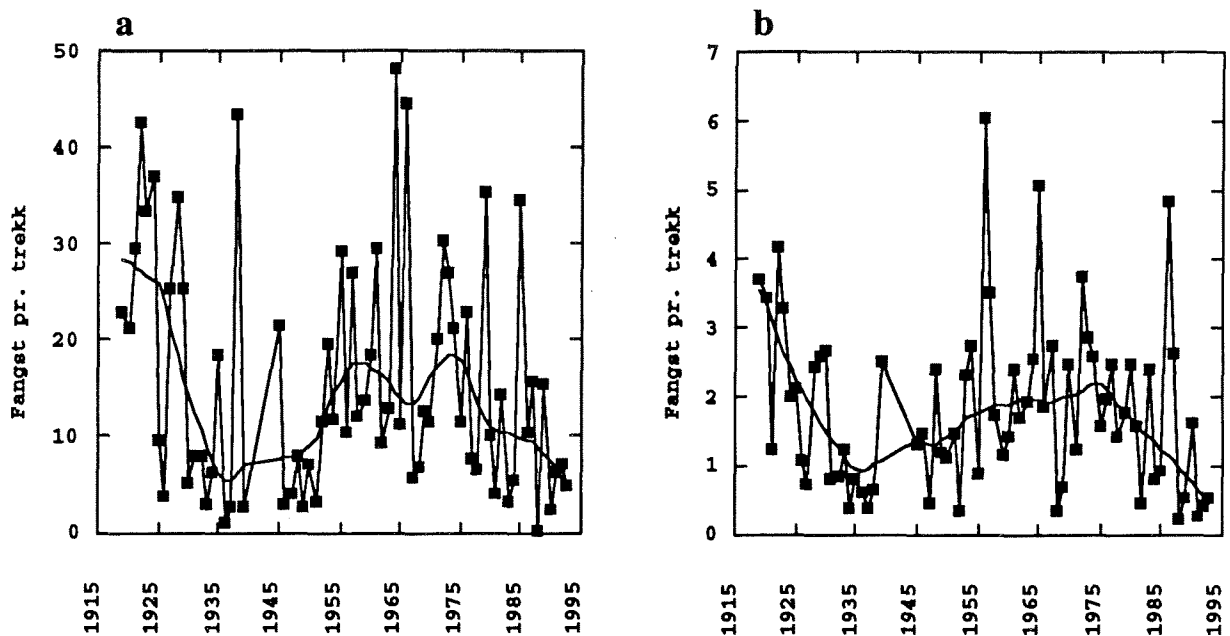


Fig. 2. Gjennomsnittsfangst av a) 0-gruppe og b) eldre (≥ 1 -gruppe) torsk på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2.
 (Average catch of a) 0-group and b) older (≥ 1 -group) cod on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

unntak av i 1938 og 1945, forholdsvis lite torsk. Mengden av torsk økte igjen fram mot 60-tallet, for deretter igjen å avta fra midten av 70-tallet og fram til i dag. Det er grunn til å legge merke til at glattemetoden underestimerer forekomstene av yngel på midten av 60-tallet da de to sterkeste årsklassene som er blitt målt forekom (for nærmere beskrivelse av LOWESS vises til avsnittet statistikk i materiale og metoder). Selv om målingen av forekomsten av eldre torsk er mindre presis enn av yngel, er det godt samsvar mellom trendkurvene for de to aldersgruppene. Beregning av samvariasjonen mellom forekomsten av torskeyngel og eldre torsk det påfølgende året ga en korrelasjonskoeffisient $r=0,650$ ($p<0,001$, Pearson korrelasjonsanalyse), noe som bidrar til å underbygge at årsklassestyrken av torsk i stor grad er bestemt på 0-gruppe stadiet. En slik sammenheng er også påvist av Tveite (1971). Forekomsten av 0-gruppe og eldre torsk etter 1988 har vært meget svak, slik at vi i dag er nede mot det laveste nivået siden undersøkelsen ble satt i gang i 1919 (utviklingen i torskbestanden etter 1988 blir omtalt nærmere i avsnittet om ettervirkningene av algeoppblomstringen).

3.1.2 Lyr (*Pollachius pollachius*)

Lyr er en torskefisk som gyter om våren. På grunn av sin størrelse og tallrikhet har lyr vært en viktig matfisk på Skagerrakkysten. I likhet med torsk har forekomsten av 0-gruppe lyr variert betydelig fra år til år (Fig. 3a), og det har vært markerte svingninger som i store trekk har vært de samme som for torsk. På 20-tallet ble det i gjennomsnitt fanget 25 lyr pr. trekk. Mengden avtok markert på 30-tallet, men økte igjen noe fram mot 60-tallet. Det siste året med brukbare

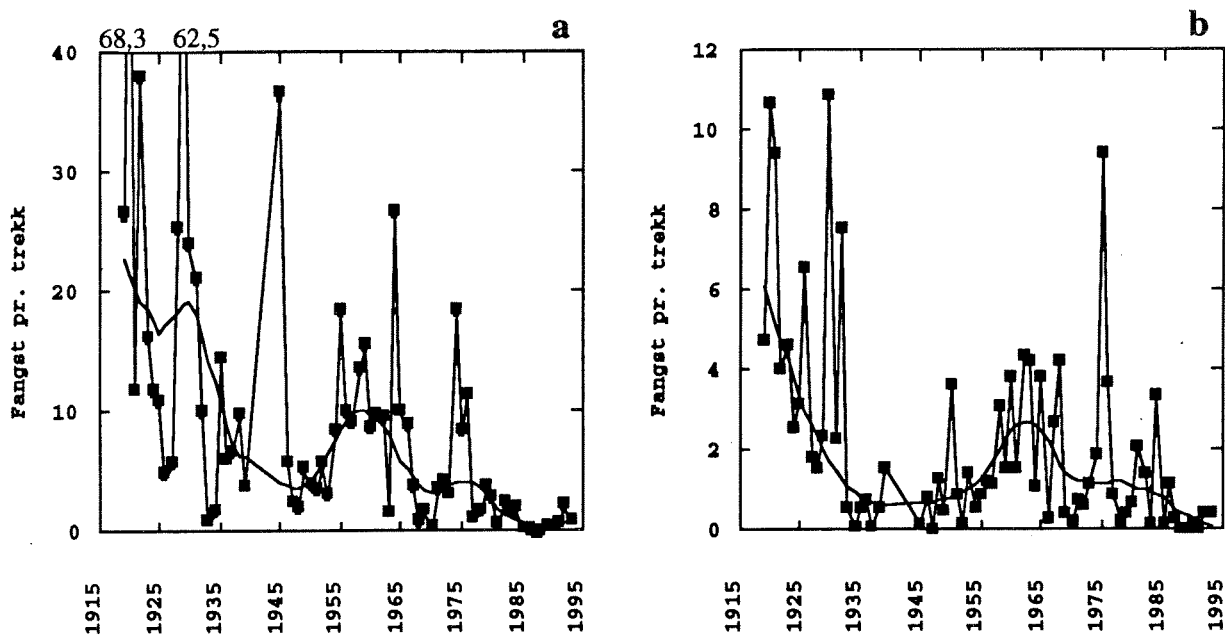


Fig. 3. Gjennomsnittsfangst av a) 0-gruppe og b) eldre ($\geq I$ -gruppe) lyr på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2.
(Average catch of a) 0-group and b) older ($\geq I$ -group) pollack on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

forekomster av lyr var i 1976. Etter 1985 er det i gjennomsnitt kun blitt fanget 0,6 lyr pr. trekk. I likhet med torsk består fangstene av eldre lyr hovedsaklig av I-gruppe fisk. Foruten at fangstene av eldre lyr er betydelig lavere enn av lyryngel, fanges det enkelte ganger små stimer av eldre lyr, noe kan påvirke estimatet, spesielt ved lave forekomster. Et slik eksempel har vi fra 1984 da 75% av eldre lyr som ble fanget dette året ble tatt i ett trekk. Imidlertid er det stor overensstemmelse i trendene for 0-gruppe og eldre lyr, og samvariasjonen mellom lyryngel og fangsten av eldre lyr det påfølgende år har vært stor ($r=0,710$, $p<0,001$), slik at også årsklassestyrken av lyr i stor grad ser ut til å være bestemt på 0-gruppe stadiet. Sett over hele perioden har det vært en negativ trend i forekomstene av både 0-gruppe ($\rho=-0,676$, $p<0,001$, Spearman rang-korrelasjonsanalyse) og eldre lyr ($\rho=-0,439$, $p<0,001$). I 1988 ble det verken fanget 0-gruppe eller eldre lyr. Mulige årsaker til nedgangen i forekomstene av lyr blir omtalt lenger bak.

3.1.3 Hvitting (*Merlangius merlangus*)

Hvitting er en torskefisk som gyter om våren, men i motsetning til torsk og lyr er den lite utnyttet som matfisk. Dette har sammenheng med at den er betydelige mindre enn de to andre artene, og at den hovedsaklig er tilgjengelig for fangst med håndsnøre. Utviklingen hos denne arten har skilt seg markert fra de to andre artene (Fig. 4). Forekomstene fram til midten av 30-tallet var 15-20 fisk pr. trekk. Siden økte mengden jevnt til ca. 100 fisk pr. trekk på første halvdel av 70-tallet, for deretter å falle til ca. 30 fisk pr. trekk, et nivå som siden har holdt seg forholdsvis stabilt. På grunn av det markerte fallet i forekomstene på midten av 70-tallet er glattningen utført i to perioder,

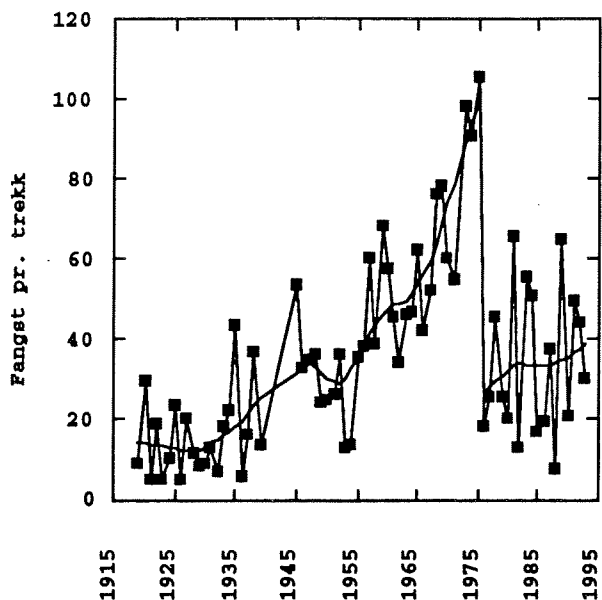


Fig. 4. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe hvitting på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS i perioden før 1976 og etter 1976. (Average catch of 0-group whiting on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS in the period before 1976 and after 1976)

men at forholdene for rekruttering av hvitting gradvis ble bedre fram til midten av 70-tallet. En mer detaljert analyse av forholdene omkring det plutselige fallet i hvittingforekomstene blir omtalt i et eget avsnitt. I 1988 var forekomsten av hvitting uvanlig liten. I åra siden har mengden svingt innenfor det nivået som har etablert seg på midten av 70-tallet.

3.1.4 Sei (*Pollachius virens*)

Sei er ikke noen typisk kystfisk siden gytingen foregår om våren i åpne havområder. Arten tilhører torskefamilien og kan oppnå en betydelig størrelse, men på Skagerrakkysten oppholder den seg vanligvis kun i sine to første leveår før den vandrer ut i åpne havområder. Som det framgår av Fig. 5 har forekomsten av 0-gruppe sei i strandsona vanligvis vært beskjeden. År om annet kan det imidlertid bli tatt betydelig fangster, slik som i 1973 da det i gjennomsnitt ble fanget ca. 16 sei pr. trekk. Siden arten er tilpasset et liv i de frie vannmasser, er det grunn til å stille spørsmål

før og etter 1976. Fangstene av eldre hvitting har vært meget beskjedne og er derfor ikke gjengitt. En markert forskjell fra torsk og lyr er at den årlige variasjonen i forekomsten synes å være markert mindre når en tar i betraktning trenden i forekomsten. Beregning av samvariasjonen mellom gjennomsnittsfangsten i påfølgende år, dvs. mellom årsklassestyrken i 1919 og 1920, 1920 og 1921 osv., fram til bruddet i utviklingen i 1976, gir en korrelasjonskoeffisient $r=0,543$ ($p<0,001$) og mellom fangst og årstall $r=0,777$ ($p<0,001$). Den partielle korrelasjonskoeffisienten mellom påfølgende årsklasser, der avhengigheten til tid er eliminert, er på $r=-0,062$, noe som indikerer at det ikke er noen direkte sammenheng mellom årsklassestyrken i påfølgende år,

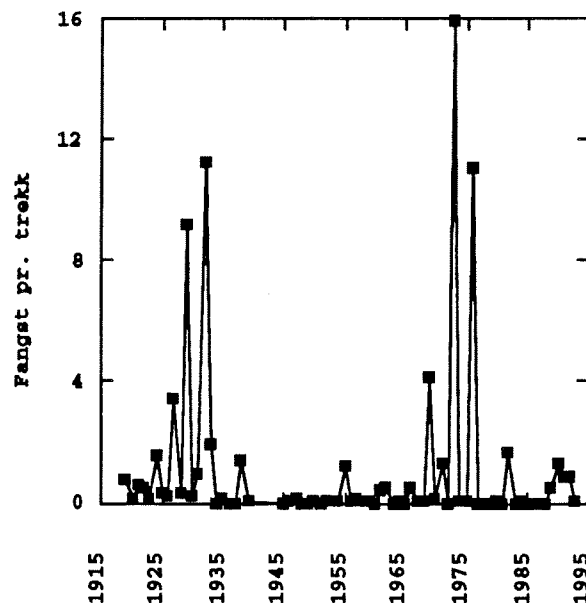


Fig. 5. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe sei på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2. (Average catch of 0-group saithe on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

ved hvor godt strandnotfangster måler mengden av sei. I toktledernes notater er det ofte beskrevet at det observeres mye sei som jager sild og brisling, uten at det blir tatt store mengder i strandnota.

3.1.5 Sypike (*Trisopterus minutus*)

Sypike er en liten torskefisk som gyter om våren. På grunn av sin beskjedne størrelse er den lite påaktet som matfisk. Fram tom. 1964 ble strandnotfangsten av sypike telt opp og i stor grad lengdemålt, i perioden 65-88 ble mengden registrert med koder, mens fangsten igjen er blitt telt fom. 1989. Som følge av dette er resultatene for denne arten framstilt både ved gjennomsnittsfangst pr. trekk (Fig. 6a) og med andel av trekkene som inneholdt fangst (Fig. 6b). Ved registrering av sypikefangstene er det ikke skilt mellom ulike aldersgrupper, men som det framgår av Fig. 6c er det to markerte topper i lengdefordelingen. På grunnlag av størrelsesangivelse i litteraturen (Wheeler 1969), består den minste størrelsesgruppa, som tallmessig har dominert fangstene, av 0-gruppe fisk og den største gruppa hovedsaklig av I-gruppe og noe eldre fisk. Legg for øvrig merke til at det er blitt fanget sypiker på helt opp i 29 cm. Det har vært store

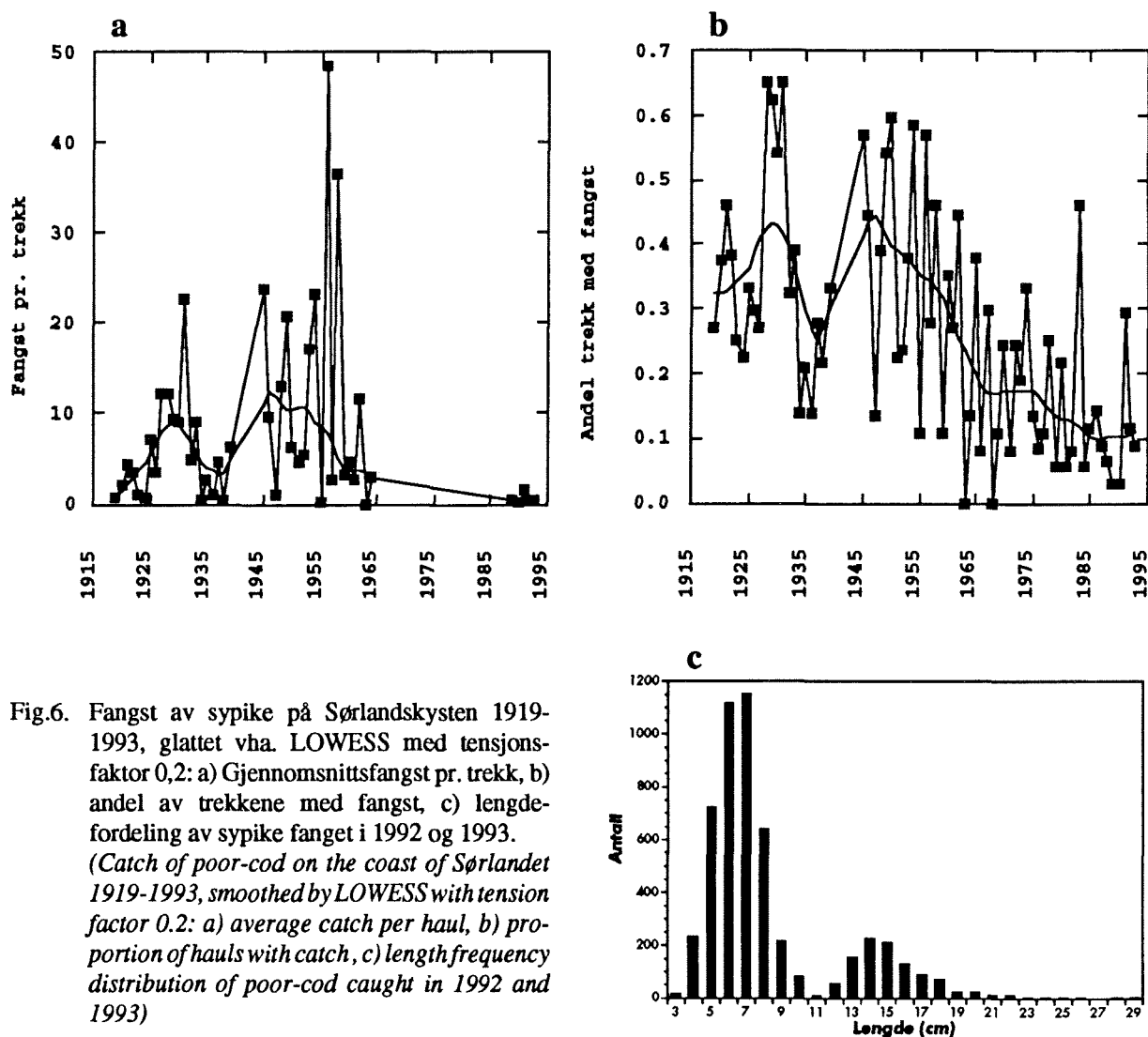


Fig.6. Fangst av sypike på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2: a) Gjennomsnittsfangst pr. trekk, b) andel av trekkene med fangst, c) lengdefordeling av sypike fanget i 1992 og 1993. (Catch of poor-cod on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2: a) average catch per haul, b) proportion of hauls with catch, c) length frequency distribution of poor-cod caught in 1992 and 1993)

variasjoner i de årlige forekomstene av sypike. I 1956 ble det i gjennomsnitt fanget nærmere 50 sypiker pr. trekk, mens det i 1963 og 1968 ikke ble fanget noen. Både andelen av trekkene som har inneholdt fangst og gjennomsnittsfangsten pr. trekk viser at det har vært markerte svingninger i forekomstene. Det var forholdsvis beskjedne forekomster under første halvdel av 20-tallet, mengden økte på mot slutten av 20 tallet, avtok på 30-tallet for deretter igjen å øke betydelig på 40- og 50-tallet. Siden den gang har det vært en markert nedgang i forekomstene fram til i dag. Sett over hele perioden har det vært en negativ trend i forekomstene ($p=-0,586$, $p<0,001$). Glattekurva indikerer at den største nedgangen fant sted på 60-tallet. På grunnlag av trenden og de meget beskjedne gjennomsnittsfangstene etter 1989, er det grunn til å tro at bestanden av sypike for tida er liten.

3.1.6 Sild (*Clupea harengus*) og brisling (*Sprattus sprattus*)

Sild og brisling behandles samlet siden de i stor grad opptrer sammen i stimer og man først begynte å finsortere fangstene i 1975. Silda langs Skagerrakkysten gyter om våren. Det kan imidlertid tenkes å være innblanding av høstgytende sild som kommer drivende inn i Skagerrak fra Nordsjøen som larver. Nordsjøilda oppholder seg i dette området i sine første to-tre leveår før den vandrer tilbake til Nordsjøen. Brisling gyter lokalt på Skagerrakkysten i tidsrommet februar - august. Hovedmengden av brislingen antas å stamme fra lokale bestander, men også hos denne arten kan det være innslag av oseaniske artsfrender. Forekomstene av sild og brisling er blitt registrert med koder. Andelen av trekkene som inneholdt sild og brisling varierte omkring 10% fra 20-åra og fram til 60-tallet (Fig. 7a), da det fant sted en markert økning som holdt seg fram til midten av 80-tallet. Etter den tid har det vært en tendens til nedgang i forekomstene. Fig. 7b viser resultatene fom. 1975, etter at man begynte å finsortere fangstene av sild og brisling. Som det framgår faller kurvene for forekomsten av brisling og av sild/brisling tett sammen, noe som viser at brisling opptrer i de fleste fangstene. Av lengdefordelingene for perioden framgår det at det meste av brislingen har vært mindre enn 10 cm og derved tilhører 0-gruppa. Silda har noe større lengdespredning. Lengdefordelingene avspeiler også antallforholdet mellom de to artene. I perioden 1975-1993 har fangstene bestått av ca. 80% brisling og 20% sild. Sild ser derfor ut til å opptre som en del av brislingstimene. Ikke i noen tilfeller i perioden 1975-1993 er det blitt tatt større fangster av kun sild. Siden verken sild eller brisling er typisk strandsonefisk, er det grunn til å stille spørsmål ved hvor godt fangster i strandnota gjenspeiler tettheten av disse artene. I toktrapportene beskrives det ofte at det observeres sild og brisling utenfor notkastet. I 1993 ble det kun fanget én brisling og én sild. Dette er i overensstemmelse med toktleders observasjoner av usedvanlig lite sild/brisling langs kysten også utenfor notkastene. Det er derfor grunn til å anta at årsklassen av i hverfall brisling var meget svak i 1993. Siden 1989 er fangstene av sild og brisling blitt telt opp. På grunn av den meget variable størrelsen på fangstene, fra én fisk til opp i tusentalls, gir gjennomsnittsfangst pr. trekk ofte et dårlige mål på forekomstene og er derfor ikke

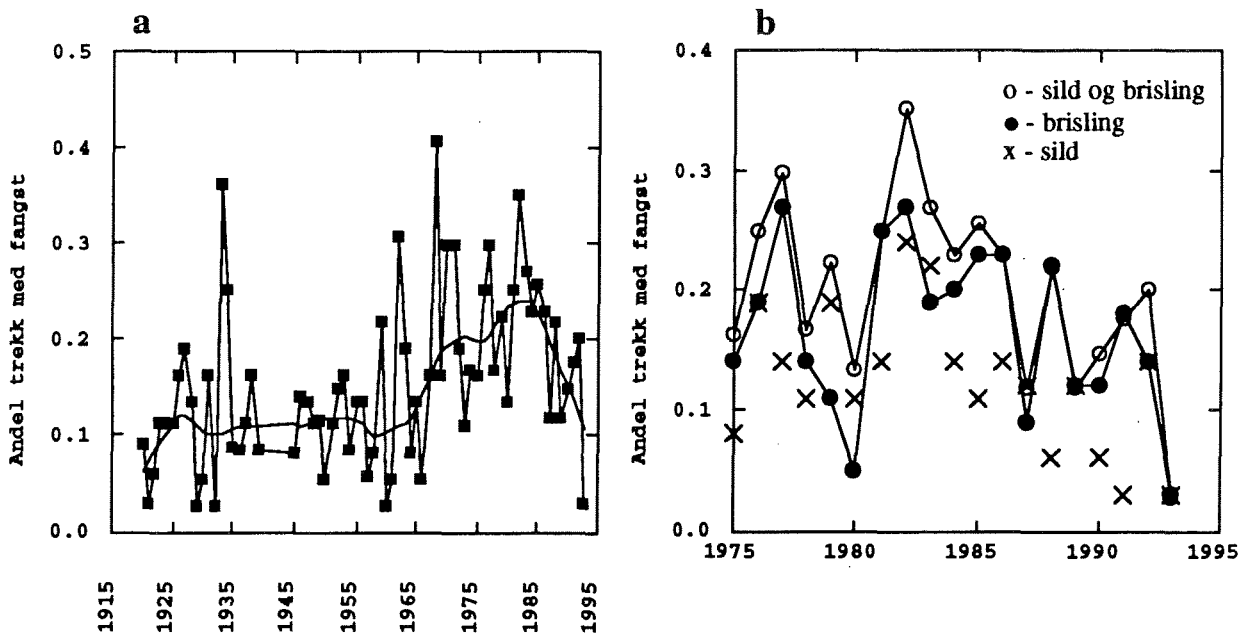
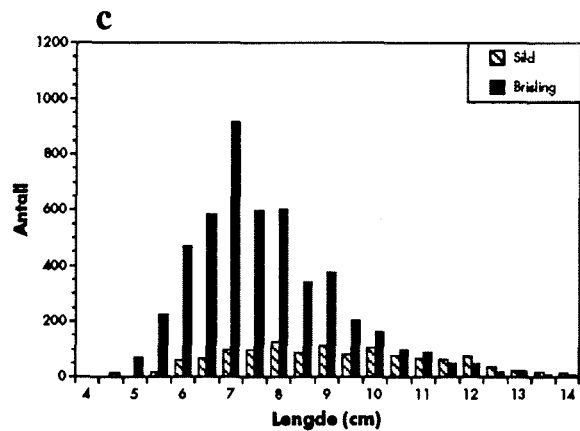


Fig. 7. Fangst av sild og brisling på Sørlandskysten: a) Andel av trekkene med fangst av sild og brisling 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) andelen trekkene med sild, brisling og sild/brisling 1975-1993 (det er ikke trukket linje mellom punktene for sild av hensyn til lesbarheten), c) lengdefordeling av sild og brisling fanget i perioden 1975-1993. (Catch of herring and sprat on the coast of Sørlandet: a) Proportion of the hauls with catch of herring and sprat smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) proportion of the hauls with catch of both herring and sprat (o), only herring (x) and only sprat (●), c) length frequency distribution of herring (open bars) and sprat (filled bars) caught between 1975-1993)



gjengitt. For eksempel kan fangst av kun én stim gi et meget høyt gjennomsnittstall.

3.1.7 Sjøaure (*Salmo trutta*)

Sjøauren gyter i ferskvann der den også oppholder seg de 2 første leveåra. Arten er derfor utsatt for andre miljøpåvirkninger enn de marine fiskeslagene. Forekomsten av sjøaure i strandnotfangstene er beskjeden, og en bør derfor være forsiktig med å legge enkeltår til grunn for å vurdere mengden av sjøaure i sjøen. Derimot vil trenden (Fig. 8a) etter alt å dømme gi et brukbart bilde på forekomsten. Som det framgår har mengden av sjøaure variert betydelig. Det var en markert økning i forekomstene fra 20-tallet og fram til 40- 50-tallet. Deretter var det en markert nedgang fram til midten av 70-tallet da det nesten ikke ble fanget sjøaure. Etter den tid har det vært en markert økning fram til dagens nivå som er opp mot det høyeste som er blitt observert. Analyse

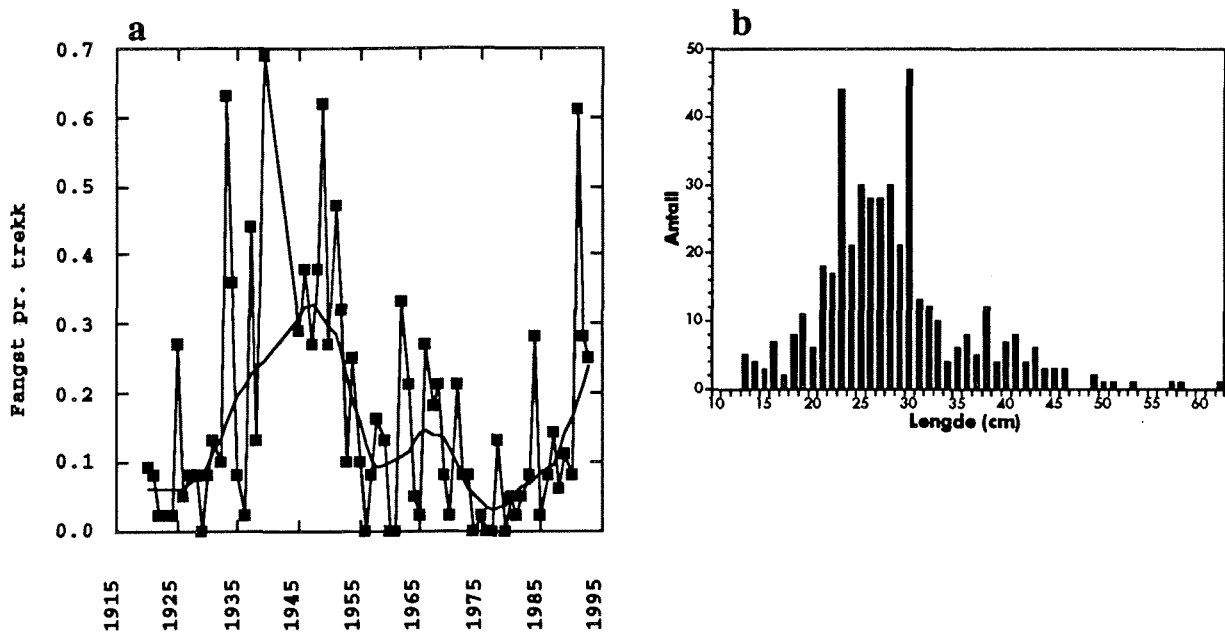


Fig. 8. a) Gjennomsnittsfangst av sjøaure på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av sjøaure fanget i perioden 1919-1993.
 (a) Average catch of sea trout on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of sea trout caught between 1919 and 1993)

av en større del av strandnotmaterialet viser at også fangstene av sjøaure i 1988 og 1989 var meget gode (Johannessen og Gjøsæter 1990). Størrelsen på fisk som fanges i strandnot har for det meste variert mellom 20 og 40 cm (Fig. 8b). Selv om det synes å være mye sjøaure i sjøen for tida, er det ikke ensbetydende med at tilstanden blant alle lokale sjøaurebestander er gode. Det er påvist en rekke lokale sjøaurebestander som er betydelig redusert og enkelte steder helt borte (Anon. 1994). Samtidig synes det å være klart at sjøaurebestandene i mange bekker og vassdrag må være til dels meget gode. Hva som er årsak til bedringen i sjøaureforekomstene er usikkert, men tre mulige forklaringer kan antydes: 1) Trenden i forekomsten av sjøaure har svingt motsatt av torsk og til dels lyr, som kan tenkes å være predatorer (rovfisk) på sjøauresmolt. I tillegg til predasjon kan også næringskonkurranse mellom nyutvandret smolt og yngel av torskefisk være av betydning. 2) Miljøforholdene i en del vassdrag kan ha blitt bedre. Selv om det ikke er blitt observert nevneverdige forbedringer i surhetsnivået i vassdragene på Sørlandet (Henriksen 1993), kan forholdene likevel ha blitt bedre mange steder som følge av redusert forurensning fra punktkilder som kloakk, jordbruk og industri. I en liten bekk kan forholdsvis små kilder få alvorlige innvirkninger. Miljøforholdene kan også ha blitt bedre i en del vassdrag som følge av kalking. 3) En tredje årsak til økningen i sjøaureforekomstene kan være redusert beskatning som følge av betydelige begrensninger i fisket etter sjøaure i sjøen. Av de nevnte punktene synes punkt 2 og 3 å være de mest sannsynlige.

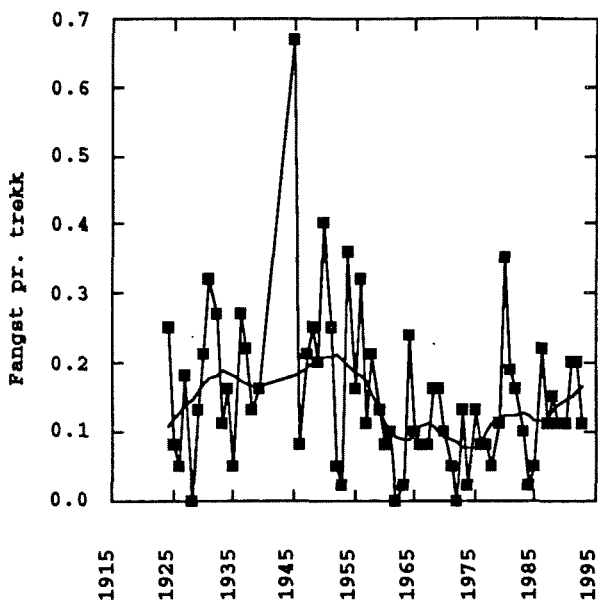


Fig. 9. Gjennomsnittsfangst av ål på Sørlandskysten 1924-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2.
(Average catch of eel on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

3.1.9 Taggmakrell (*Trachurus trachurus*)

Taggmakrell er en varmekjær stimfisk som gyter om sommeren. Det foregår en del fiske etter taggmakrell i Nordsjøen. Det er en oseanisk art, og gyting foregår blant annet i Nordsjøen og Skagerrak. Det foreligger ikke noen tilfredsstillende lengdefordeling av taggmakrell som fanges i strandnot. Størrelsen som tas i hver enkelt fangst er imidlertid vanligvis meget homogen slik at en derfor kun har målt noen få fisk. Disse målingene viser at nesten alle taggmakrellene ligger mellom 7 og 12 cm, noe som skulle tilsi at det hovedsaklig dreier seg om 0-gruppe fisk. Fangstene i strandnota er vanligvis forholdsvis beskjedne (Fig. 10). Fram til midten av 60-åra varierte andelen av trekk som inneholdt taggmakrell mellom 0 og 10%. Etter den tid har det vært en markert økning i fangstene, og spesielt etter 1988 er det blitt fanget markert mer taggmakrell enn vanlig. I 1991 ble det fanget taggmakrell i nesten

3.1.8 Ål (*Anguilla anguilla*)

Ålen gyter i Sargassohavet, som er navnet på de sentrale deler av Atlanterhavet mellom Mellom-Amerika og Afrika. Larvene kommer drivende med den Nord-Atlantiske havstrøm til de europeiske kyster. Forekomsten av ål i strandnotfangstene har vært meget beskjeden, og bør derfor ikke tillegges så stor vekt (Fig. 9). Sett over hele perioden har det ikke vært noen trend i forekomstene ($p=0,007$, $p=0,955$). 1945 skiller seg markert ut fra de andre åra. En mulig forklaring på de usedvanlig store forekomstene dette året kan være redusert fiske under krigen.

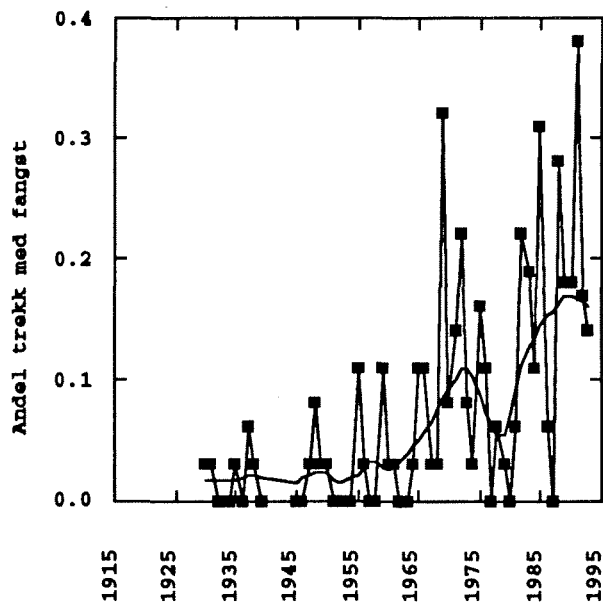


Fig.10. Andel strandnottrekk med fangst av taggmakrell på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2.
(Proportion of the hauls with catch of scad on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

40% av trekkene. Gjennomsnittsfangstene etter 1989 har variert mellom 0,2 fisk pr. trekk i 1993 og 31 fisk pr. trekk i 1991, med et gjennomsnitt på 9,90 for hele perioden. Vanligvis fanges taggmakrell i små stimer. I 1993 bestod imidlertid fangstene av spredte individer. I perioden 1930-1993 har det vært en økning i andelen av trekkene som har inneholdt fangst av taggmakrell ($\rho=0,613$, $p<0,001$).

3.1.10 Skrubbe (*Platichthys flesus*)

Skrubbe er den eneste flatfisken som har opptrådt i mer enn 10% av strandnottrekkene. Skrubba gyter om våren. Fangstene er ikke store, men arten må allikevel betraktes som en viktig del av gruntvannsfaunaen siden den vanligvis finnes jevnt fordelt langs hele kysten. Av lengdefordelingen (Fig. 11b) framgår det at bare en begrenset del av fisken var mindre enn 10-11 cm, som etter alt å dømme er 0-gruppe fisk, slik at hovedmengden av fangstene bestod av I-gruppe og eldre fisk. Spredte lengdemålinger bakover i tid tyder på at dette er typisk størrelsesfordeling av skrubbe som fanges i strandnot. Det mest markerte trekket ved trenden i fangstene av skrubbe, er en jevn økning fra midten av 20-tallet og helt fram til 90-åra, da den har opptrådt i ca. halvparten av trekkene ($\rho=0,485$, $p<0,001$). Et annet interessant trekk er at mens en lang rekke arter avtok i mengde på 30-tallet, var forekomstene av skrubbe gode. I perioden 1989 til 1993 varierte gjennomsnittsfangstene av skrubbe mellom 0,9 og 1,2 pr. trekk. Bare unntaksvis er det fanget mer enn 4-5 skrubber i ett trekk, noe som indikerer at det ikke er grunnlag for store forekomster av denne arten.

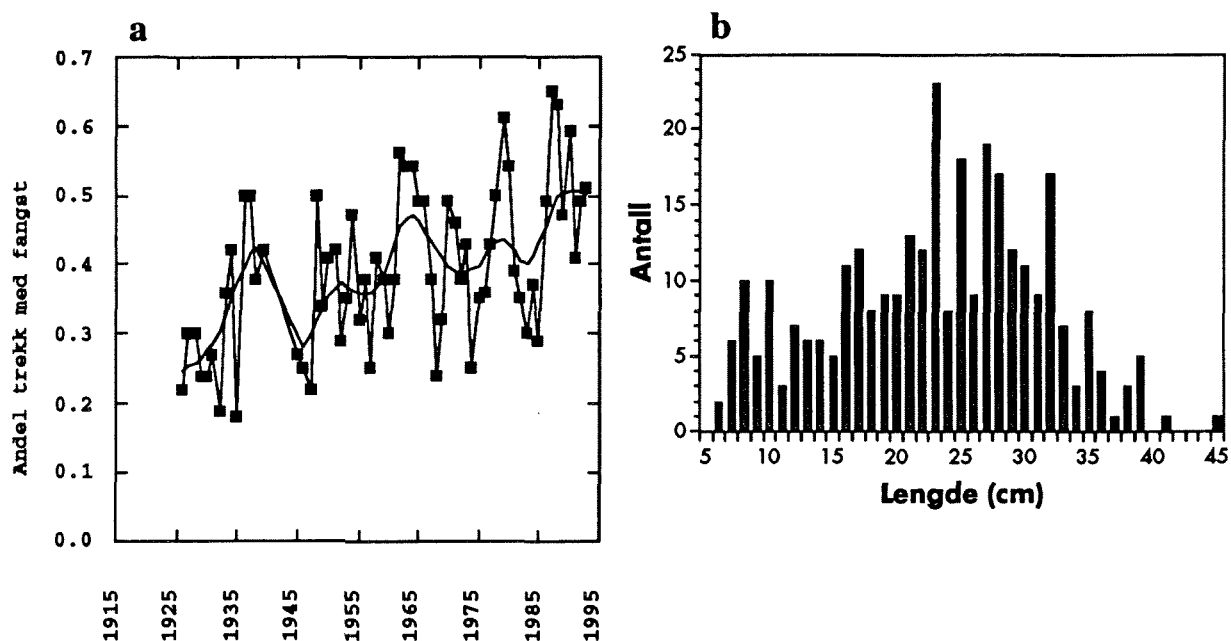


Fig. 11. a) Andel strandnottrekk med fangst av skrubbe på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av skrubbe fanget i 1992 og 1993.

(a) Proportion of the hauls with catch of flounder on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of flounder caught in 1992 and 1993)

3.1.11 Berggylt (*Labrus bergylta*)

Berggylt, som gyter om sommeren, er den største av våre leppefisker. Den lever først og fremst i tilknytning til klipper og forholdsvis kupert bunn, og fanges derfor bare i mindre grad i strandnot. Som det framgår av lengdefordelingen i Fig. 12b, består fangstene av flere aldersgrupper. I 1992/1993 bestod omkring halvparten av fangstene av I-gruppe fisk (fisk mindre enn 11 cm), mens den resterende delen bestod av eldre fisk. Det er imidlertid grunn til å anta at aldersfordelingen kan variere betydelig fra år til år. Fangstene av berggylt har variert betydelig siden man begynte å registrere arten i 1931. På 30-tallet ble det fanget forholdsvis lite berggylt. Fangstene var gode på 40 tallet og begynnelsen av 50 tallet, men avtok fram til midten av 60-tallet da arten hadde et markert . Arten var nede i en ny bølgedal på 80-tallet. I 1988 ble berggylt hardt rammet av den giftige algeoppblomstringen, og fangstene dette året er de laveste som er blitt registrert. Rekrutteringen etter 1988 var imidlertid god, og fangstene både i 1991 og 1992 var meget gode, mens fangstene i 1993 på nytt var lave. 1952 ga lave fangster av berggylt, noe som også var tilfelle for de fleste andre leppefiskartene (se nedenfor).

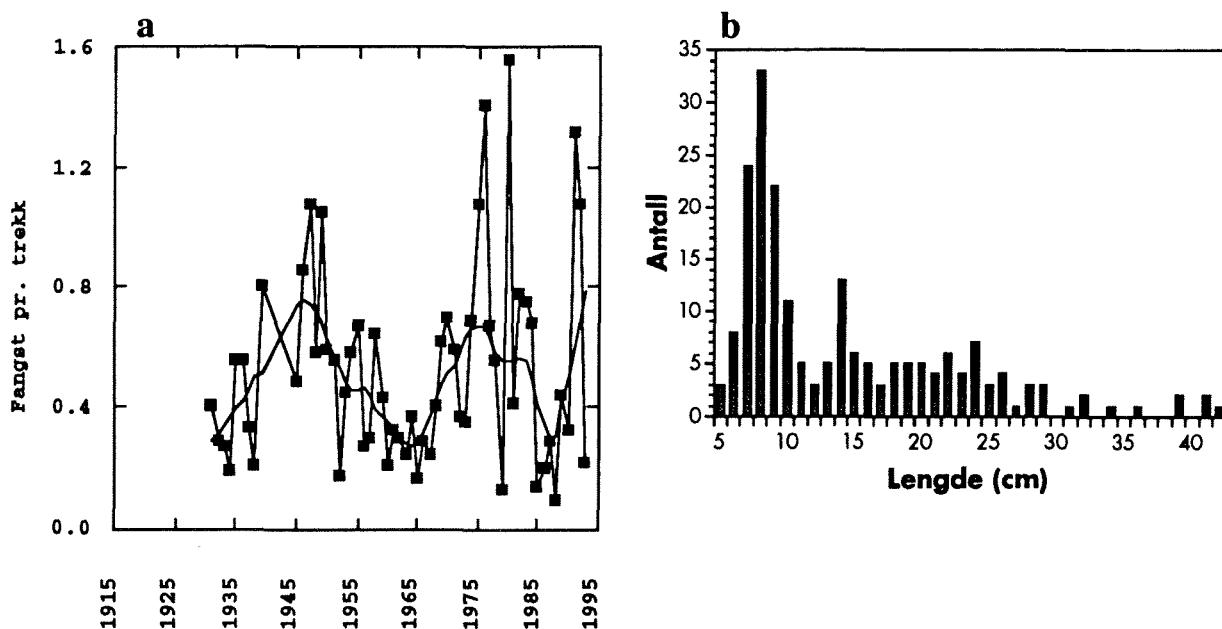


Fig.12. a) Fangst av berggylt på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av berggylt fanget i 1992 og 1993.

(a) Proportion of the hauls with catch of ballan wrasse on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of ballan wrasse caught in 1992 and 1993)

3.1.12 Bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*)

Bergnebb er en forholdsvis liten leppefisk som gyter om sommeren. Arten er mest tallrik ved klipper og kupert bunn, men det fanges også betydelige mengder i strandnot. Det er ikke mulig

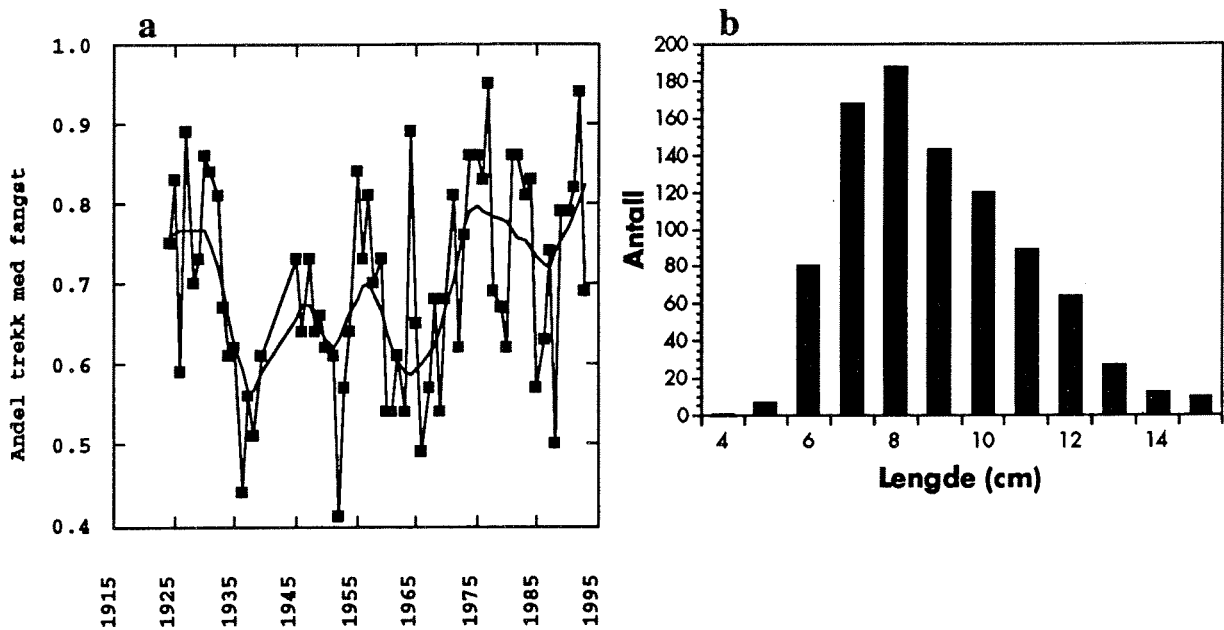


Fig. 13. a) Andel strandnottrekk med fangst av bergnebb på Sørlandskysten 1924-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2 (observer at y-aksen starter på 0,4), b) lengdefordeling av bergnebb fanget i 1992 og 1993.

(a) *Proportion of the hauls with catch of goldsinny on the coast of Sørlandet 1924-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of goldsinny caught in 1992 and 1993)*

på grunnlag av lengdefordelingen å skille mellom årsklasser (Fig. 13b). Det meste av I-gruppa er mindre enn 9 cm, mens eldre fisk oftest er større enn 8 cm (Johannessen og Gjørseter 1990). Fangstene i 1992 og 1993 bestod derfor av omkring halvparten I-gruppe og halvparten II-gruppe og eldre fisk. Andelen strandnottrekk med bergnebb har variert betydelig siden 1924. På 20-tallet ble det fanget bergnebb i omkring 80% av trekkene. Andelen avtok betydelig på 30-tallet. På 40- og 50-tallet var det noe større forekomster, bortsett fra påfallende små mengder i 1952. 60-tallet var preget av lave forekomster, mens det på 70-tallet og første halvdel av 80-tallet var gode forekomster. Bergnebben ble meget hardt rammet av den giftige algeoppblomstringen i 1988. Den overlevende delen av bestanden som gytt like etter at algeoppblomstringen var over, ga imidlertid opphav til en sterk årsklasse og bergnebb har siden holdt seg tallrik. I perioden 1989 til 1993 er det i gjennomsnitt blitt fanget 12,9 bergnebb pr. trekk, med den størst gjennomsnitt på 19,2 i 1992 og lavest i 1993 på 10,5 bergnebb pr. trekk.

3.1.13 Grøngylt (*Symphodus melops*)

Grøngylt er en leppefisk som gyter om sommeren. Størrelsesmessig ligger den mellom bergnebb og berggylt. Veksten hos grønngylt er dårlig beskrevet, men det antas at fisk mellom 5 og 8 cm er I-gruppe fisk. Av størrelsesfordelingen i Fig. 14b framgår det at mellom 80 og 90% av grønngylten som ble fanget i 1992 og 1993 trolig var I-gruppe fisk, mens resten var større fisk. Målinger på en del stasjoner 1991 viste at nesten 100% av grønngylten også dette året bestod av

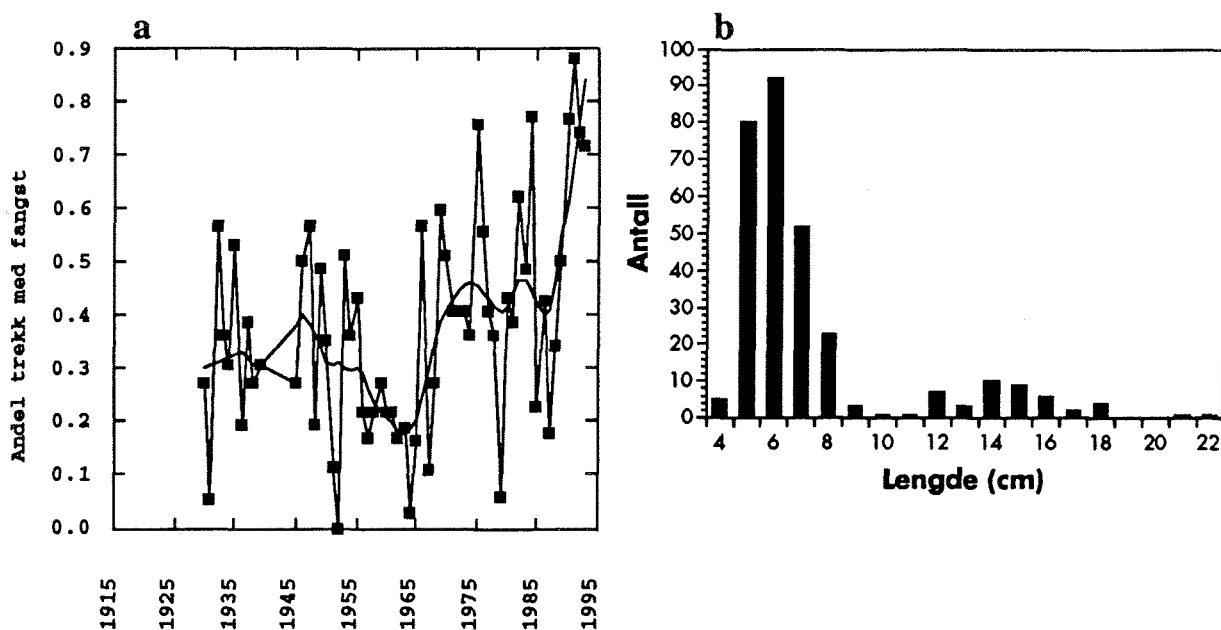


Fig. 14. a) Andel strandnottrekk med fangst av grønngylt på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av grønngylt fanget i 1992 og 1993.
 (a) Proportion of the hauls with catch of corkwing on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of corkwing caught in 1992 and 1993)

antatt I-gruppe fisk. Det ser derfor ut til å være typisk at fangstene hovedsaklig består av ei aldersgruppe. Som det framgår av Fig. 14a har andelen av trekkene med grønngylt variert fra 0 i 1952 til nesten 90% i 1991. Denne variasjonen er betydelig større enn for de andre leppefiskene, og har trolig sammenheng med at fangsten nesten utelukkende består av en aldersgruppe, mens de andre artene er sammensatt av flere aldersgrupper. Gjennomsnittsfangsten av grønngylt i perioden 1989-1993 var 4,6 pr. trekk, med en variasjon fra 1,0 i 1989 til 9,0 fisk pr. trekk i 1991. Forekomstene av grønngylt etter 1988 har vært noen av de største som er blitt observert. Sett over hele perioden har det vært en positiv trend i forekomstene av grønngylt ($\rho=0,349$, $p=0,008$).

3.1.14 Grasgylt (*Centrolabrus exoletus*)

Grasgylt er en leppefisk som er noe mindre enn grønngylt. Arten gyter om sommeren. Størrelsen av fisken fanget i 1992 og 1993 indikerer at fangstene bestod av flere årsklasser (Fig. 15b). Lite er kjent om veksten hos grasgylt, men ut fra at arten størrelsesmessig ligger mellom bergnebb og grønngylt er det grunn til å anta at fisk mindre enn 9 cm hovedsaklig er I-gruppe, mens større fisk trolig domineres av II-gruppa. Forholdstallet mellom aldersgruppene av fisk i 1992/1993 var ca 1/3 I-gruppe og 2/3 eldre fisk. Andelen av trekkene med fangst av grasgylt har variert mellom 0 (opptrådte første gang i 1952) og 30% av trekkene. Det var en jevn nedgang i forekomstene fra begynnelsen av 50-tallet og fram til midten av 60-tallet. Andelen har siden holdt seg på et lavt nivå, bortsett fra noen år med noen større forekomster på begynnelsen av 80-tallet og etter 1990. Gjennomsnittsfangsten av grasgylt i perioden 1989-1993 var imidlertid kun på 0,16 fisk pr.

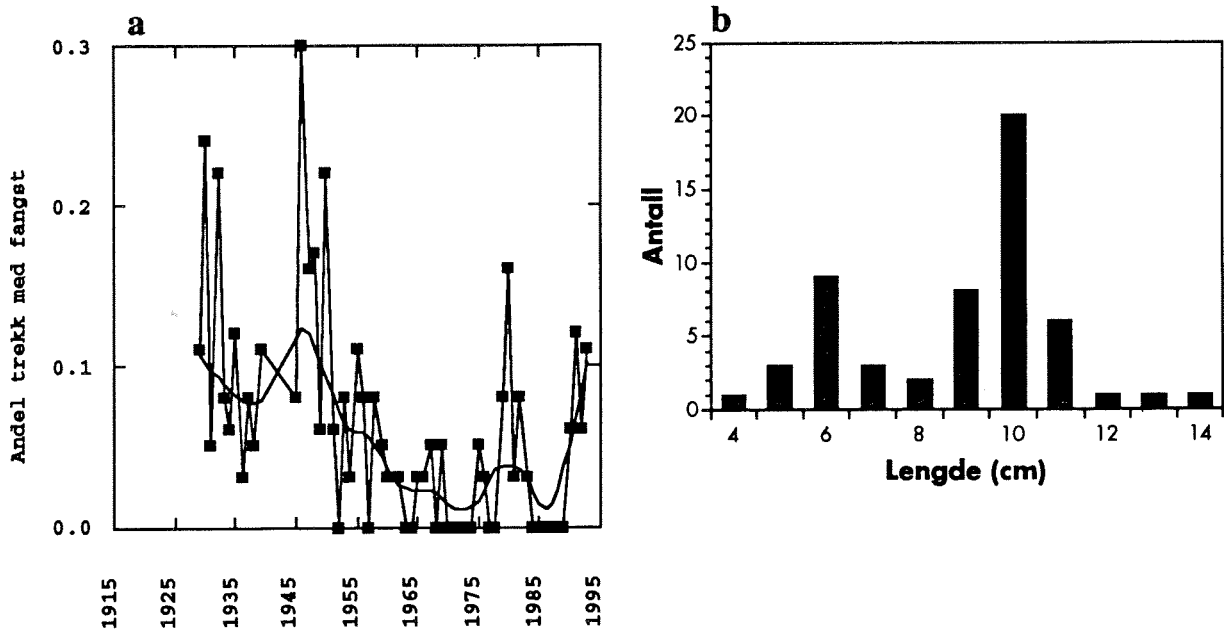


Fig. 15.a) Andel strandnottrekk med fangst av grasgylt på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av grasgylt fanget i 1992 og 1993.
 (a) Proportion of the hauls with catch of rock cook on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of rock cook caught in 1992 and 1993)

strek, med et minimum i 1989 på 0 og maksimum på 0,32 fisk pr. trekk i 1991. Sett over hele perioden har det vært en negativ trend i forekomstene av grasgylt ($\rho = -0,462$, $p < 0,001$).

3.1.15 Rødnebb og blåstål (*Labrus bimaculatus*)

Rødnebb og blåstål tilhører samme art. Arten er såkalt proterogyn hermafrodit, dvs. at den skifter kjønn fra hunn til hann. Fisken er først hunn, da kalt rødnebb, men skifter siden kjønn ved 8 til 12 års alderen og blir da kalt blåstål. Som for de andre leppefiskene finnes den største mengden av rødnebb/blåstål i tilknytning til klipper og kupert bunn, og fisken gyter om sommeren. Det foreligger ikke noen tilfredsstillende lengdefordeling for rødnebb som følge av meget små fangster de siste åra, men i følge Pethon (1985) fanges yngre individer av rødnebb sjelden. Det er derfor grunn til å anta at det mye av fisken som fanges i strandnot er flere år gammel. Det har imidlertid vært en del svingninger (Fig. 16). Blant annet var det en nedgang på 40-

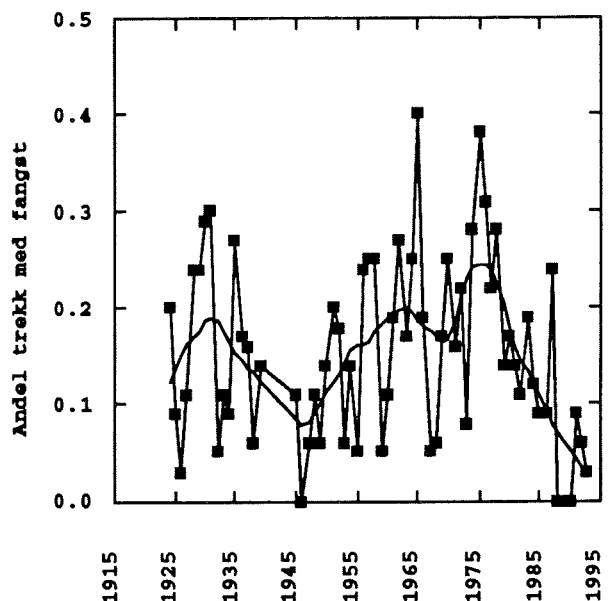


Fig. 16. Andel strandnottrekk med fangst av rødnebb/blåstål på Skagerrakkysten 1924-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2.
 (Proportion of the hauls with catch of cuckoo wrasse on the coast of Sørlandet 1924-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

tallet, men siden det mangler data fra krigsåra er det mulig at glattekurva overdriver nedgangen i denne perioden. Etter 40-åra økte andelen av trekkene med fangst noe, men har avtatt betydelig igjen på 80-tallet. Arten ble meget hardt rammet av den giftige algeoppblomstringen i 1988, og forekomstene har siden vært meget små med kun fangst av 13 rødnebb etter 1988. Det er grunn til å forvente at bestanden av rødnebb/blåstål vil forbli lav i enda en del år som følge av at artens særegne reproduksjonsbiologi. Rødnebben gyter i et reir som blåstålen bygger av makroalge-materiale (tang og tare). Etter gyting vokter blåstålen eggene fram til klekking. Siden arten først skifter kjønn ved 8 til 12-års alderen, vil det ta forholdsvis lang tid før det på nytt er blitt en tilstrekkelig bestand av hannfisk til å passe på eggene som kan gi opphav til bedre forekomster.

3.1.16 Kutlinger (Gobiidae)

Kutlingfamilien består av en rekke arter som er meget tallrike på grunt vann langs Skagerrakkysten. Alle kutlingartene er små og har derved ingen betydning som matfisk. Derimot spiller de trolig en sentral rolle i økosystemet i kraft av sin tallrikhet. Kutlingene er sommergyter, og alle artene som opptrer på grunt vann langs Skagerrakkysten har yngelpleie. Gytingen foregår i små huler, gjerne under små stein og skjell. Hunnfisken fester eggene i huletaket, og hannen passer på eggene fram til klekking. Larvene opptrer pelagisk en periode etter klekkingen. Noen arter opptrer enkeltvis, mens andre opptrer i stimer.

3.1.17 Svartkutling (*Gobius niger*) og sandkutling (*Pomatoschistus minutus*)

Svartkutling er den største kutlingarten på Skagerrakkysten og kan oppnå en lengde på inntil 17 cm, mens sandkutlingen sjelden blir mer enn 9 cm. De to artene er svært like av utseende og er av praktiske grunner blitt registrert samlet under betegnelsen smørbutt. Begge arter gyter om sommeren. De fleste svartkutlingene som ble fanget i 1992 og 1993 var mellom 6 og 13 cm (Fig. 17b). Det er ikke mulig å skille mellom årsklasser på grunnlag av lengdefordelingen. I tillegg er veksten av svartkutling dårlig beskrevet. Vi har derfor tatt med noen resultater fra undersøkelser i Risørrområdet i 1993, der det ble benyttet ei mer finmasket not, for å gi et inntrykk av alderssammensetningen. Junimålingene av svartkutling viser en markert aldersgruppe av fisk som er mindre enn ca. 7 cm. Siden svartkutlingen gyter om sommeren er dette etter alt å dømme I-gruppe fisk, mens fisken som er større enn 7 cm tilhører II-gruppa og noen trolig også III- og IV-gruppa. Fangstene i den finmaskete nota i september og oktober ga tilnærmet samme lengdefordeling som for den mer grovmaskete nota (Fig. 17b), noe som indikerer at hovedtyngden av fangstene i 1992/1993 bestod av I- og II-gruppe fisk, og noe mer beskjedne forekomster av III- og IV-gruppe. Det ble ikke fanget 0-gruppe svartkutling i den finmaskete nota i september og oktober. Om dette skyldes at 1993-årsklassen var meget svak eller om 0-gruppe svartkutling av ulike årsaker ikke fanges i strandnot er usikkert.

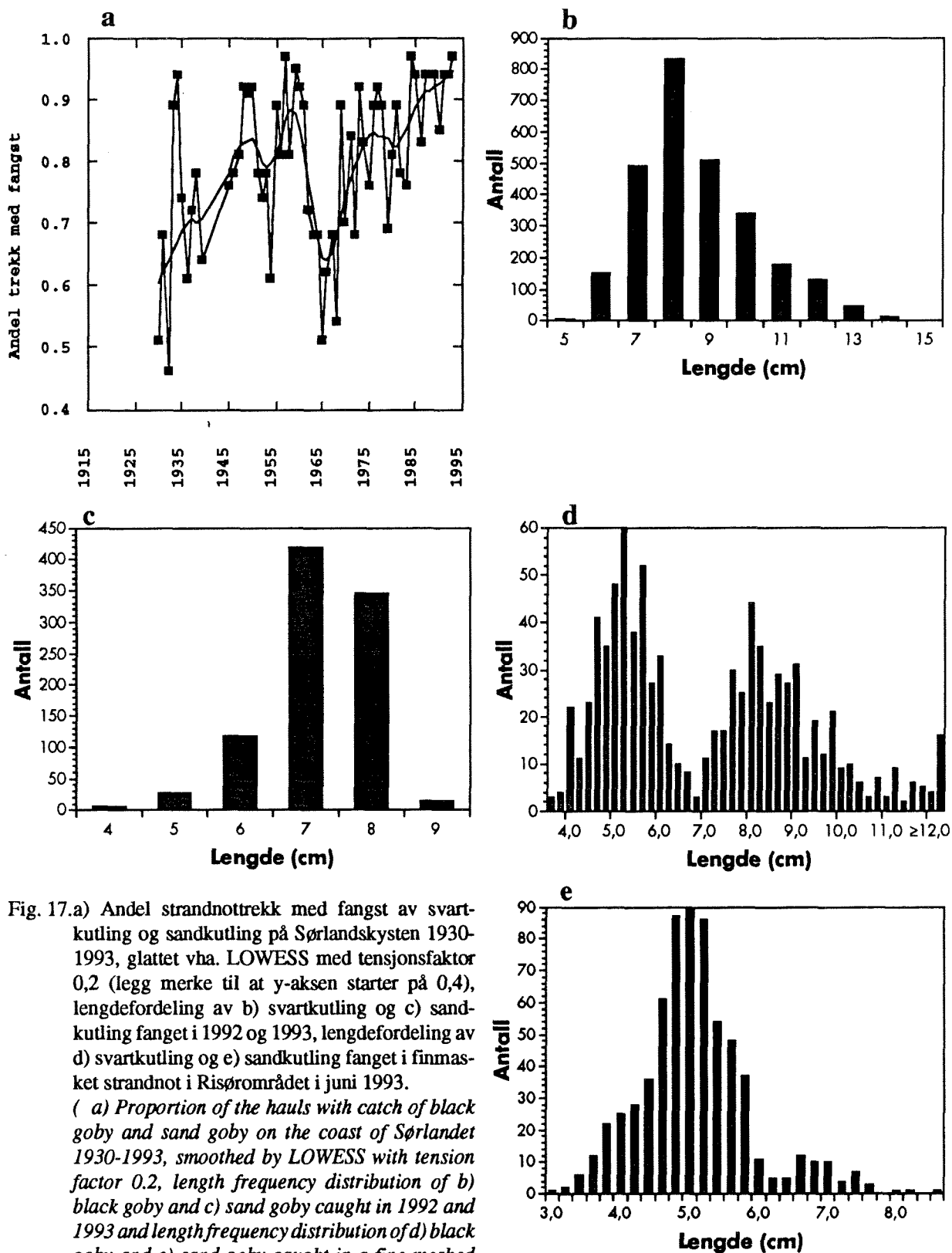


Fig. 17. a) Andel strandnottrekk med fangst av svartkutling og sandkutling på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2 (legg merke til at y-aksen starter på 0,4), lengdefordeling av b) svartkutling og c) sandkutling fanget i 1992 og 1993, lengdefordeling av d) svartkutling og e) sandkutling fanget i finmasket strandnot i Risørområdet i juni 1993.
 (a) Proportion of the hauls with catch of black goby and sand goby on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, length frequency distribution of b) black goby and c) sand goby caught in 1992 and 1993 and length frequency distribution of d) black goby and e) sand goby caught in a fine-meshed beach seine in the Risør area in June 1993)

Sandkutlingen blir kjønnsmoden på I-gruppe stadiet. Etter gyting dør de fleste fiskene. Størrelsesfordelingen av sandkutlingene som ble fanget i den finmaskete nota i september 1993 (Fig. 17e) indikerer at fisk som er mindre enn ca. 6 cm tilhører 0-gruppa, mens større fisk trolig

hovedsaklig tilhører I-gruppa. Det meste av det som fanges i de årlige undersøkelsene med den mer grovmaskete nota tilhører derfor etter alt å dømme I-gruppa (Fig. 17c).

Historisk har det vært en del svingninger i andelen av trekkene som har inneholdt sand- og svartkutling (Fig. 17a). Det var en økning fra 30-tallet og fram til 50-tallet, på 60-tallet var det en markert nedgang, mens andelen av trekkene med fangst gjennomgående har vært høye etter 60-tallet, spesielt i åra etter 1988. Siden man begynte å registrere fangstene av "smørbutt" i 1930, har det vært en økning i forekomstene ($\rho=0,424$, $p=0,001$). Gjennomsnittsfangsten av svartkutling i perioden 1989-1993 har ligget på 57,2 fisk pr. trekk, med et maksimum i 1992 på 97,7 og et minimum i 1991 på 33,3 fisk pr. trekk. I 1993 ble det fanget 39,1 fisk pr. trekk. Gjennomsnittsfangsten av sandkutling var i samme periode på 11,2 fisk pr. trekk, med et minimum i 1990 på 3,9 og et maksimum i 1993 på 22,3 fisk pr. trekk. På grunnlag av toktleders kommentarer synes det å være klart at det også historisk stort sett har vært svartkutling som har dominert i fangstene, noe som også faller naturlig sett på bakgrunn av den høyere levealderen blant svartkutling og at fangstene av 0-gruppe av begge arter etter alt å dømme har vært beskjeden. Det kan imidlertid tenkes at forholdet mellom de to artene har svingt en del etter som svartkutlingen er mest tallrik på lokaliteter med vegetasjon, spesielt ålegras, mens sandkutling gjerne er knyttet til lokaliteter med lite vegetasjon (Blegvad 1917, egne upubliserte observasjoner).

3.1.18 Tangkutling (*Gobiusculus flavescens*), bergkutling (*Pomatoschistus pictus*) og leirkutling (*Pomatoschistus microps*)

Tangkutling, bergkutling og leirkutling er tre kutlingarter som sjelden blir mer enn 6 cm. Alle artene blir kjønnsmodne som ettåringer, og de aller fleste dør etter gytingen som foregår om sommeren. Artene er omtalt samlet siden de er blitt registrert under samlebetegnelsen "knott". Det er også mulig at en del 0-gruppe sandkutling og svartkutling som ikke fanges i den grovmaskete strandnota er blitt registrert som "knott". Av lengdefordelingene fra undersøkelsene med finmasket strandnot i Risør i slutten av oktober framgår det at de fleste tangkutlingene var mindre enn 5 cm (Fig. 18b), mens bergkutlingene stort sett var mindre enn 4,5 cm (Fig. 18c). Leirkutling forekom i så små mengder at det ikke er mulig å gi en tilfredsstillende lengdefordeling for denne arten. De få leirkutlingene som ble målt var mellom 4 og 5 cm. De tre kutlingartene er så små at de nesten ikke fanges i den mer grovmaskete strandnota. De følger imidlertid med nota helt inn til land og begynner først å svømme ut av nota når nota er helt ved land. Det har derfor vært mulig å anslå mengden av "knott". Før 1962 ble det benyttet bomullsnot som hvert år ble impregnerert. Impregnering førte til at maskevidden avtok en smule. Tveite (1971) konkluderte med at dette ikke påvirket fangsten av torsk og lyr, som kan opptre helt ned i 4 cm lengde, noe som indikerer at krympingen har vært beskjeden. I bomullsnota ble imidlertid de største

individene av "knott" fanget, mens de går ut gjennom maskene på nylonnota som benyttes i dag. Som en følge av dette må fangstene av "knott" før og etter 1962 vurderes hver for seg. I perioden før 1962 varierte andelen av trekkene med fangst av "knott" mellom 80 og nærmere 100%, bortsett fra en nedgang fra midten av 30-tallet og fram mot slutten av 40-tallet. Denne nedgangen kan imidlertid være overestimert pga. manglende data fra krigsåra. Ved overgang til bruk av nylonnot begynte man først å foreta systematiske registreringer av "knott" fra 1969. Som det framgår falt andelen betydelig. Dette har etter alt å dømme sammenheng med at selv beskjedne forekomster ble registrert i bomullsnota som følge av at de største individene ble fanget, mens små fangster lett vil bli oversett ved fangst med nylonnota. Resultatene antyder at det var noe mer "knott" på 70-tallet enn på deler av 80-tallet. Det mest markerte trekket er imidlertid en kraftig økning i andelen på slutten av 80-tallet. At mengden av "knott" for tida er meget store bekreftes av undersøkelsene med den finmaskete nota i Risørområdet i september og oktober 1993. Gjennomsnittsfangsten av små kutlinger, som trolig ikke fanges i den nota og derved går under betegnelsen "knott", var på ca. 5931 individer pr. trekk med en vekt av 2725 g. Av dette var 3775 tangkutlinger (1560 g), 749 0-gruppe sandkutlinger (767 g) og 1414 bergkutlinger (439 g) og 3 leirkutlinger. Tar en i tillegg med svartkutlinger (57 pr. trekk) og glasskutlinger (18 pr.

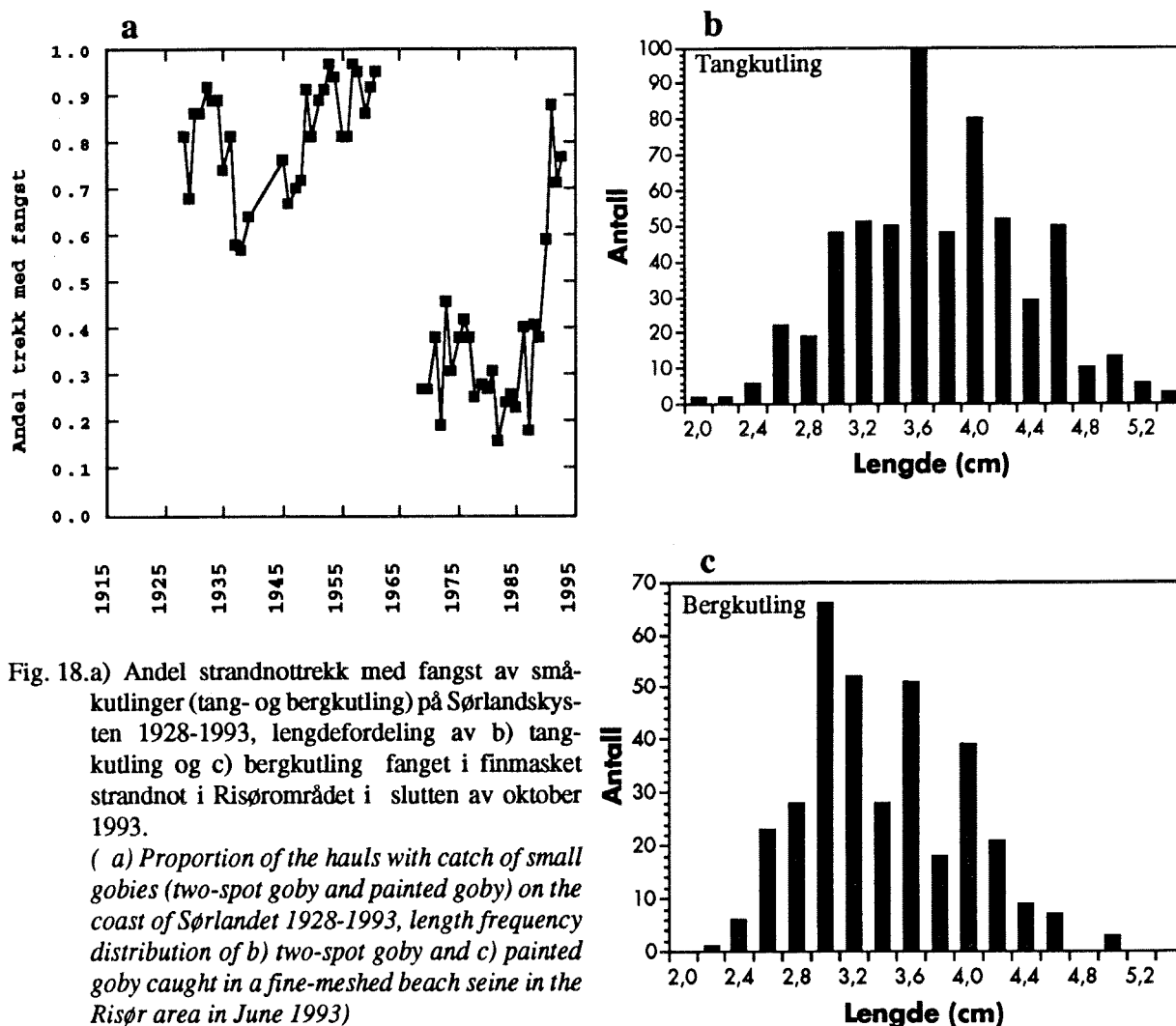


Fig. 18.a) Andel strandnottrekk med fangst av småkutlinger (tang- og bergkutling) på Sørlandskysten 1928-1993, lengdefordeling av b) tangkutling og c) bergkutling fanget i finmasket strandnot i Risørområdet i slutten av oktober 1993.
 (a) Proportion of the hauls with catch of small gobies (two-spot goby and painted goby) on the coast of Sørlandet 1928-1993, length frequency distribution of b) two-spot goby and c) painted goby caught in a fine-meshed beach seine in the Risør area in June 1993)

trekk) var gjennomsnittsfangsten av kutlinger ca. 6000 individer av totalt 6180 fisk pr. trekk. Vekta av kutlingene var 3150 gram, mens vekta av de resterende fiskeslagene var 1600 gram. På grunnlag av disse tallene er det grunn til å anta at kutlingene har en sentral posisjon i økosystemet på Skagerrakkysten.

3.1.19 Glasskutling (*Aphy minuta*) og krystallkutling (*Crystallogobius linearis*)

Glass- og krystallkutling er to små kutlingarter som i likhet med "knott" slipper ut gjennom maskene i nota. De er imidlertid praktisk talt pigmentløse og gjennomsiktige og lar seg derfor lett skille fra "knott", selv om de ikke fanges i nota. Etter gyting, som foregår om sommeren, dør foreldrene. Krystallkutlingen opptrer også pelagisk i åpne havområder og er ikke noen typisk strandsonefisk. Den er så liten at den kun fanges i beskjedne mengder i den finmaskete nota. Glasskutlingen blir noe større og ble fanget i betydelige mengder i den finmaskete nota i Risørområdet i juni 1993, med et gjennomsnitt på 981 individer med ei vekt på ca. 500 gram pr. trekk. Til sammenligning ble det i samme periode fanget 107 tangkutlinger og 13 bergkutlinger pr. trekk. I oktober var glasskutlingene så små at det meste slapp ut også av den finmaskete nota. Størrelsen på glasskutlingene som ble fanget i juni varierte mellom 3,5 og 5,5 cm (Fig. 19b), mens de få individene som ble fanget i oktober stort sett var mindre enn 3,5 cm. Andelen av trekkene som har inneholdt fangst av glass- og krystallkutling (observert idet nota dras sammen og fisken

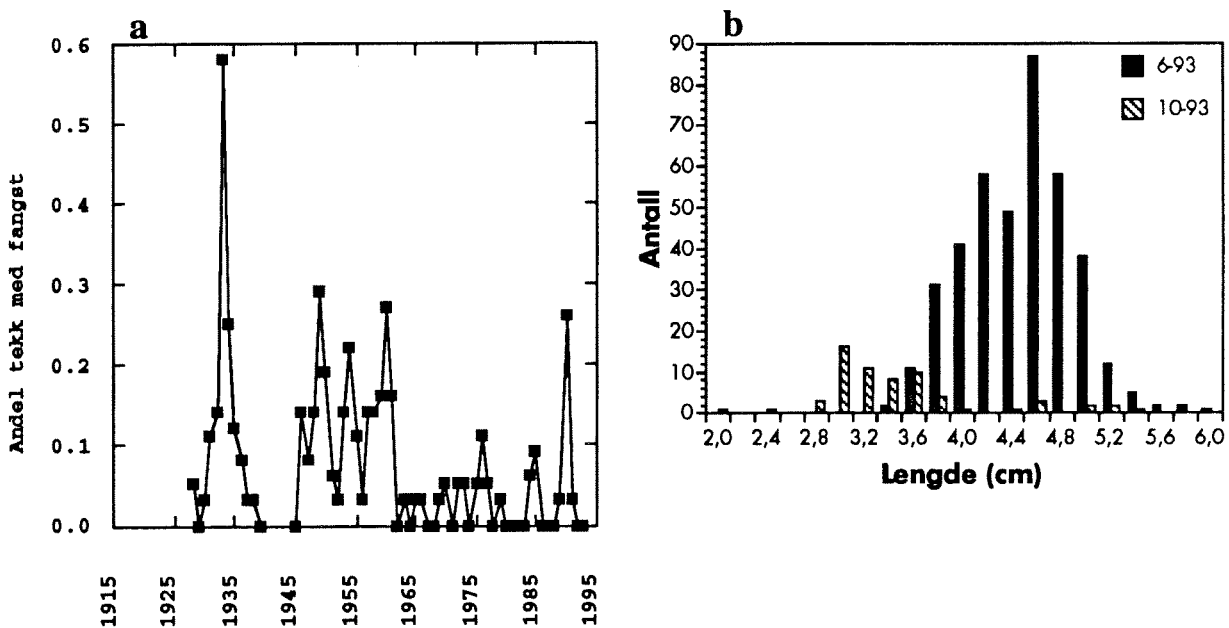


Fig. 19.a) Andel strandnottrekk med fangst av glass- og krystallkutlinger på Skagerrakkysten 1928-1993, b) lengdefordeling av glasskutling fanget i finmasket strandnot i Risørområdet i juni 1993 og slutten av oktober 1993.

(a) Proportion of the hauls with catch of transparent goby and crystal goby on the coast of Sørlandet 1928-1993, b) length frequency distribution of transparent goby caught in a fine-meshed beach seine in the Risør area in June 1993 and in October 1993)

svømmer ut av nota) har variert betydelig. På grunn av overgangen til nylonnot i 1962 bør en være forsiktig med å vurdere om det har vært historiske trender i forekomstene. Et interessant trekk ved forekomstene av glass- og krystallkutling er at de opptrer i perioder. Dette framtrer mest markert på 30-tallet da andelen av trekkene med fangst økte til nærmere 60% i 1933. Siste gang det var betydelige forekomster var i 1990. Det er grunn til å merke seg at det ikke ble gjort observasjoner av glass- og krystallkutling i strandnota i 1992 (0-gruppe), mens det ble fanget betydelige mengder glasskutlinger (981 pr. trekk) i den finmaskete nota i juni 1993 (I-gruppe). En mulig forklaring på dette kan være at 0-gruppe glasskutling om høsten opptrer pelagisk og derved fanges lite i strandnot

3.1.20 Trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*)

Stingsilda kan bli inntil 3 år gammel og 11 cm lang. Arten er utpreget euryhalin (kan tåle store variasjoner i saltholdigheten), og finnes både i ferskvann og saltvann. Gytingen foregår i mai/juni. Den opptrer vanligvis i små stimer, men enkelte ganger også i stimer av betydelig størrelse. Størrelsesfordelingen i 1992/1993 indikerer at det meste av stingsilda var I og II-gruppe fisk (Fig. 20b). Det har vært markerte svingninger i andelen av trekk med fangst av trepigget stingsild (Fig. 20a). Spesielt var det store forekomster på slutten av 20-tallet og begynnelsen av 30-tallet, da den opptrådte i 80-90% av trekkene. Andelen avtok betydelig på midten av 30-tallet, og den holdt

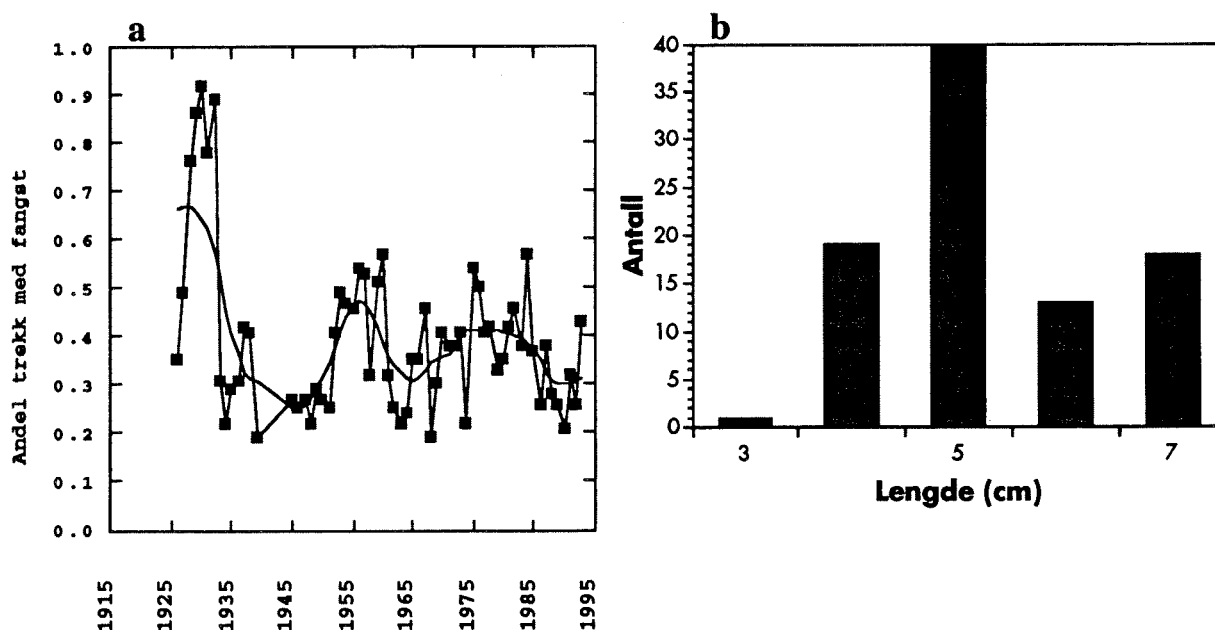


Fig. 20.a) Andel strandnottrekk med fangst av trepigget stingsild på Sørlandskysten 1926-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av trepigget stingsild fanget i 1992 og 1993. (a) Proportion of the hauls with catch of three-spined stickleback on the coast of Sørlandet 1926-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of three-spined stickleback caught in 1992 and 1993)

seg forholdsvis lav til begynnelsen av 50-tallet, da den på nytt økte noe i mengde. Under første halvdel av 60-tallet var det igjen lave forekomster. Også etter 1988 har det gjennomgående vært lave forekomster. Gjennomsnittsfangsten av trepigget stingsild i perioden 1989-1993 var på 27,3 individer pr. trekk, med et maksimum i 1993 på 40,3 og et minimum i 1990 på 10,4. Det er imidlertid grunn til å presisere at trepigget stingsild opptrer i stim av varierende størrelse, noe som gjør at gjennomsnittsfangstene trolig er et lite presist mål på de årlige forekomstene og må derfor kun oppfattes som en indikasjon på tallrikhet. Sett over hele perioden har det ikke vært noen trend i forekomstene av trepigget stingsild ($\rho=0,138$, $p=0,276$)

3.1.21 Tangstikling (*Spinachia spinachia*)

Tangstikling, som tilhører stingsildfamilien, er en tynn og langstrakt fisk som gyter på forsommeren. Etter gyting dør de fleste foreldrene, slik at det meste av tangstiklingen som fanges om høsten tilhører 0-gruppa (se lengdefordeling i Fig. 21b). Andelen av trekkene med fangst av tangstikling har variert fra ca. 5 til 75%. Den store variasjonen har trolig sammenheng med at fangstene nesten utelukket består av én årsklasse. Det har også vært markerte svingninger, med høye andeler på slutten av 20-tallet og første halvdel av 30-tallet, etterfulgt av lave andeler på slutten av 30-tallet. Etter krigen var det gjennomgående høye andeler fram til 60-tallet da det på nytt var en markert nedgang. Tangstiklingen ble hardt rammet av den giftige algeoppblomstringen i 1988, men tok seg raskt opp igjen og forekom i en stor andel av trekkene i 1993.

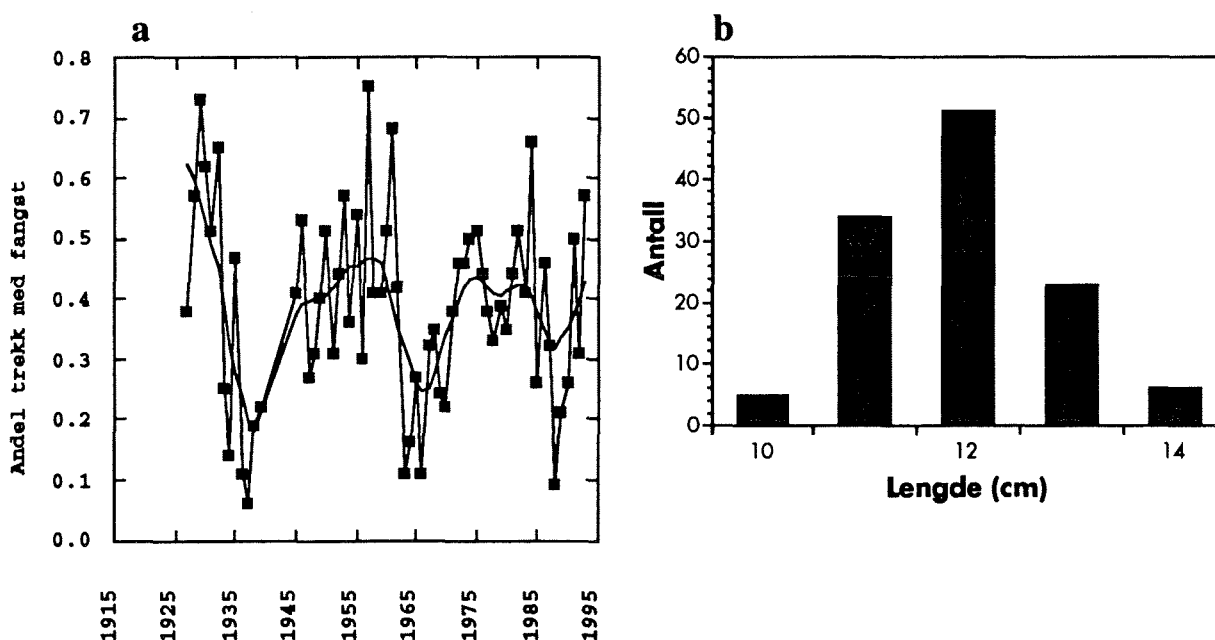


Fig. 21 a) Andel strandnottrekk med fangst av tangstikling på Sørlandskysten 1926-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av tangstikling fanget i 1992 og 1993.
(a) Proportion of the hauls with catch of fifteen-spined stickleback on the coast of Sørlandet 1926-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of fifteen-spined stickleback caught in 1992 and 1993)

Gjennomsnittsfangsten av tangstikling i perioden 1989-1993 har vært 1,0 fisk pr. trekk, med et maksimum i 1993 på 1,5 og et minimum i 1989 på 0,7.

3.1.22 Tangsnelle (*Syngnathus typhle*), stor kantnål (*Syngnathus scus*) og liten kantnål (*Syngnathus rostellatus*)

Tangsnelle, stor kantnål og liten kantnål er blitt registrert samlet. De tilhører nålefiskfamilien som er lett kjennelige på sin langstrakte, tynne kropp. Gytingen foregår om sommeren. Fangstene av tangsnelle bestod i 1992 og 1993 av to størrelsesgrupper (Fig. 22b), ei mindre enn 16 cm og ei større enn 18 cm. Veksten av tangsnelle er dårlig beskrevet, slik at det er usikkert om den minste gruppa er 0-gruppe eller I-gruppe fisk. Tangsnelle kan bli minst tre år gammel. Lengdefordelingen av tangsnelle som ble fanget i den finmaskete nota i Risørområdet i september og oktober (ikke gjengitt) var tilnærmet lik fangstene i den mer grovmaskete nota. Lengdefordelingen av stor kantnål var derimot forskjellig i finmasket og grovmasket not (Fig. 22c), i det fisk under 25 cm ikke ble fanget i den grovmaskete nota. Lengdefordelingene av stor kantnål antyder at fangsten består av tre størrelsesgrupper. Hvor gammel fisken er i de ulike størrelsesgruppene er usikkert. Stor kantnål kan bli minst 4 år gammel. I følge Wheeler (1969) er liten kantnål den mest utbredte av nålefiskene langs Europas kyster. Liten kantnål fanges nesten ikke i den mer grovmaskete nota som er blitt benyttet ved de årlige undersøkelsene. I den mer finmaskete nota ble det imidlertid fanget liten kantnål med lengde på mellom 8 og 16 cm (artens maksimallengde er angitt til 17 cm). I gjennomsnitt ble det fanget 2,1 liten kantnål pr. trekk i juni, det samme var gjennomsnittsfangsten av tangsnelle. Om høsten var gjennomsnittsfangsten av liten kantnål kun 0,1 fisk pr. trekk i den finmaskete nota, noe som kan skyldes at årsklassen var meget svak eller at 0-gruppa ikke blir fanget. At heller ikke eldre fisk opptrådte i fangstene kan skyldes at de dør etter gyting. Resultatene indikerer at liten kantnål er relativt tallrik på Sørlandskysten.

Andelen av trekkene som har inneholdt fangst av nålefisk har variert mellom ca. 15 og 95% av trekkene. Størst andeler var det omkring slutten av 20-tallet og begynnelsen av 30-tallet. Mengden avtok betydelig på midten av 30-tallet. Det var på nytt høye andeler på siste halvdel av 50-tallet, mens det under første halvdel av 60-tallet var meget lave forekomster. Nålefiskene ble hardt rammet av algeoppblomstringen i 1988, og forekomstene har gjennomgående vært lave siden. Gjennomsnittsfangsten av tangsnelle i perioden 1989-1993 var på 0,8 fisk pr. trekk, med laveste gjennomsnitt i 1989 på 0,6 og høyeste i 1992 med 1,0 fisk pr. trekk. Gjennomsnittsfangsten av stor kantnål i samme perioden var 0,1 fisk pr. trekk og av liten kantnål 0,05 fisk pr. trekk. Den grovmaskete nota underestimerer forekomstene av begge disse artene, spesielt av liten kantnål. På grunnlag av toktleders kommentarer er det grunn til å anta at tangsnelle også historisk har vært den mest tallrike av de tre artene i strandnotfangstene. Sett over hele perioden

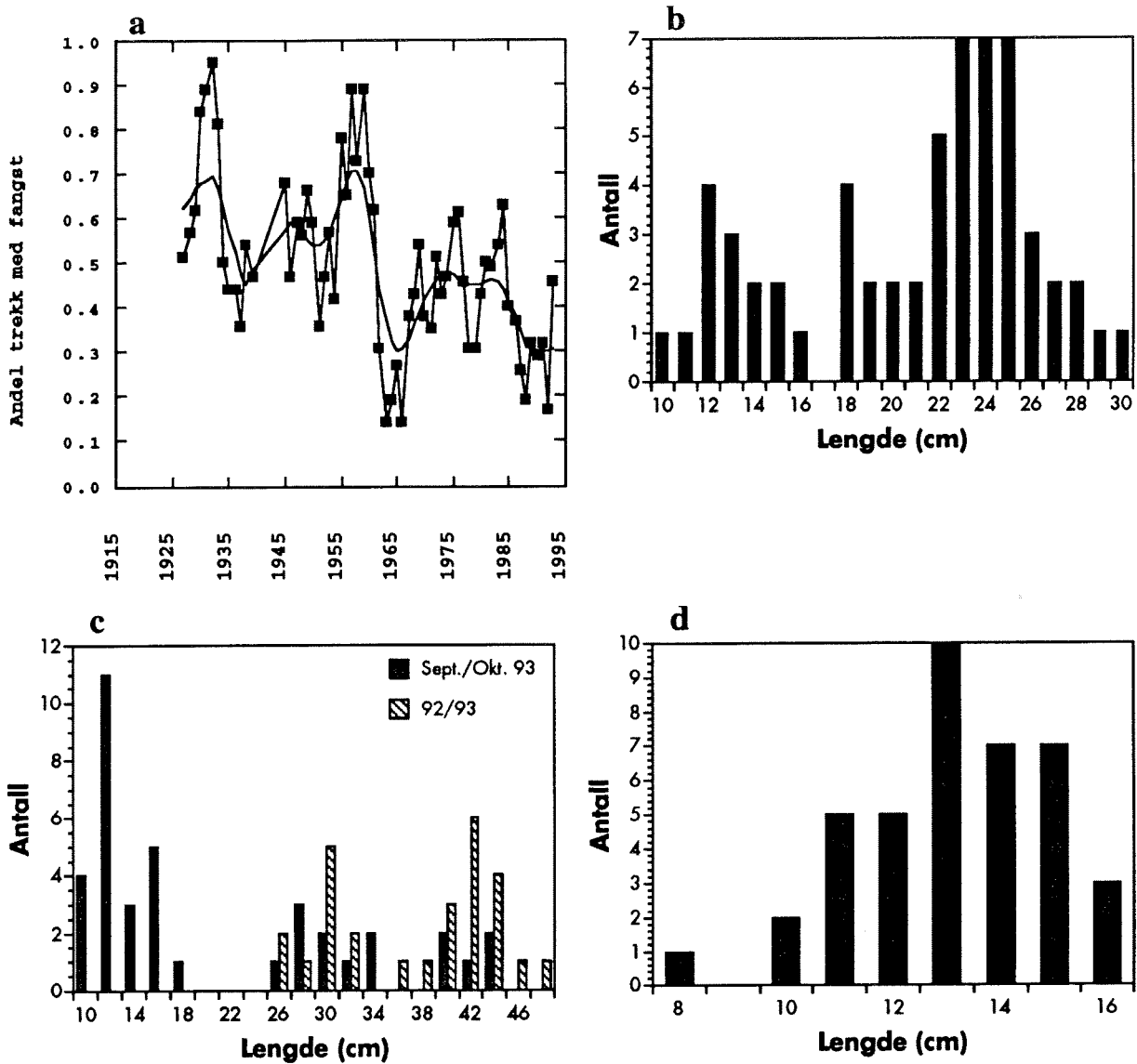


Fig. 22. a) Andel strandnottrekk med fangst av tangsnelle, stor kantnål og liten kantnål på Sørlandskysten 1926-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av tangsnelle fanget i 1992 og 1993, c) lengdefordeling av stor kantnål fanget i september og oktober 1993 i finmasket strandnot i Risørrområdet, d) lengdefordeling av liten kantnål fanget i Risørrområdet i juni 1993.
 (a) Proportion of the hauls with catch of deep-nosed pipefish, greater pipefish and lesser pipefish on the coast of Sørlandet 1926-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of deep-nosed pipefish caught in 1992 and 1993, c) length frequency distribution of greater pipefish caught in the Risør areas in a fine-meshed beach seine in September/October 1993, d) length frequency distribution of lesser pipefish caught in the Risør areas in June 1993

har det vært en signifikant nedgang i andelen av trekkene med fangst av nålefisk ($\rho = -0,514$, $p < 0,001$)

3.1.23 Vanlig ulke (*Myxocephalus scorpius*) og dvergulke (*Taurulus bubalis*)

Det fanges to arter av ulke på Skagerrakkysten, vanlig ulke og dvergulke. Vanlig ulke gyter på seinvinteren, mens dvergulke gyter om våren. De to ulkeartene er blitt registrert samlet. På bakgrunn av lengdefordelingen er det grunn til å anta at det meste av vanlig ulke var I-gruppe fisk og eldre (større enn 9-10 cm, Fig.23b). Tilsvarende bestod trolig også fangstene av dvergulke av I-gruppe og eldre fisk (fra 8 cm og oppover, Fig. 23c). Andelen av trekk med fangst av ulker var høy på begynnelsen av 30-tallet (Fig. 23a), men avtok markert på midten av 30-tallet og fortsatte å avta fram mot 60-70-tallet. Siden den gang har andelen trekk med fangst holdt seg forholdsvis konstant, bortsett fra noe høyere andeler i 1992 og 1993. Andelen i 1988 er den laveste som er blitt observert. I perioden 1989-1993 ble det i gjennomsnitt fanget 0,16 individer av vanlig ulke pr. trekk, med laveste gjennomsnitt i 1989 med kun 0,06 og høyeste i 1993 med 0,43. Gjennomsnittsfangsten av dvergulke var i samme periode 0,19 individer pr. trekk, med laveste gjennomsnitt på 0,11 fisk pr. trekk i 1989 og 1993, og høyeste på 0,34 i 1992. Sett over hele perioden har det vært en signifikant nedgang i andelen av trekk med fangst av ulker ($\rho = -0,457$, $p < 0,001$).

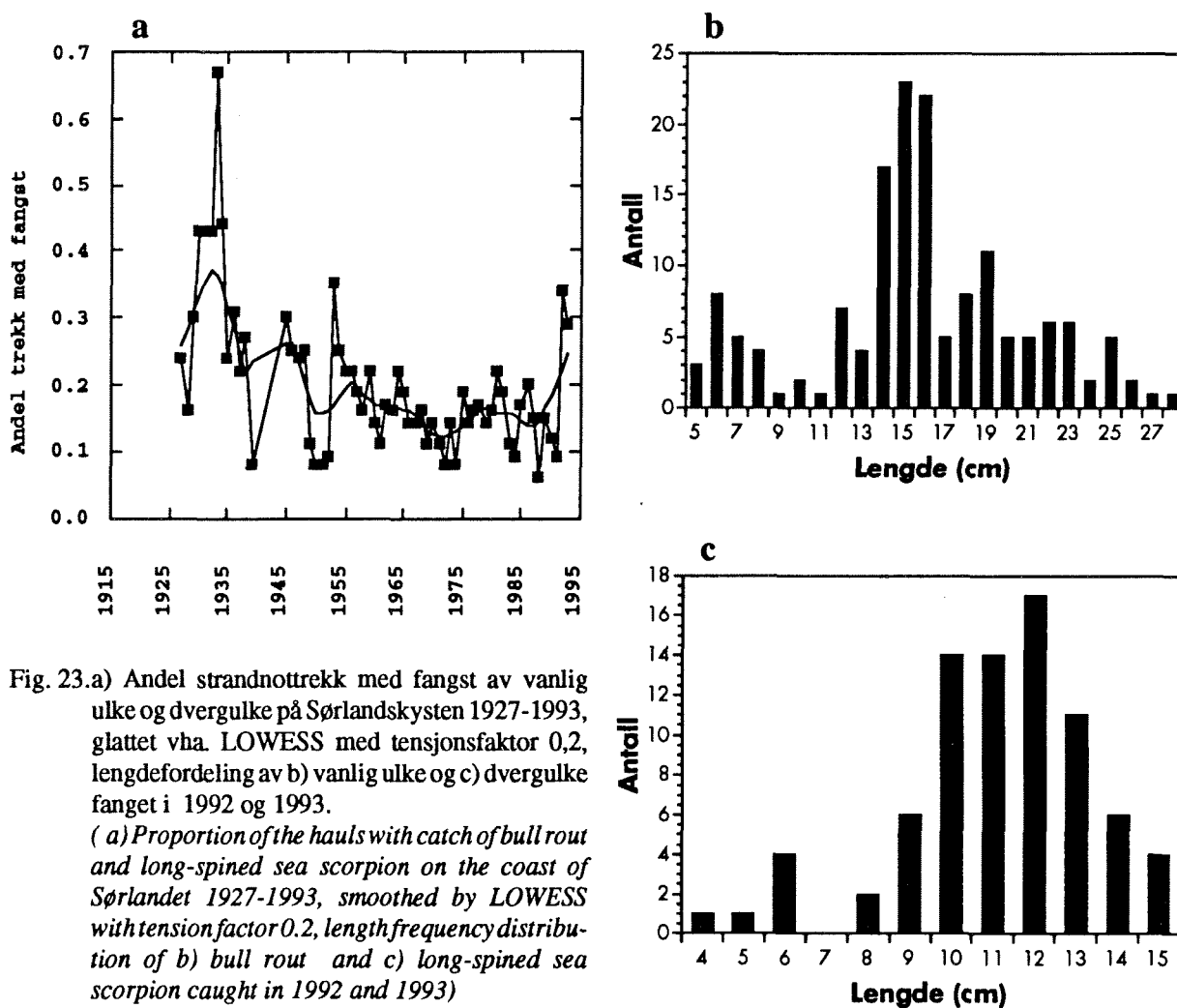


Fig. 23.a) Andel strandnottrekk med fangst av vanlig ulke og dvergulke på Sørlandskysten 1927-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, lengdefordeling av b) vanlig ulke og c) dvergulke fanget i 1992 og 1993.

(a) Proportion of the hauls with catch of bull rout and long-spined sea scorpion on the coast of Sørlandet 1927-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, length frequency distribution of b) bull rout and c) long-spined sea scorpion caught in 1992 and 1993)

3.1.24 Knurr (*Eutrigla gurnardus*)

Knurr er ingen typisk strandsonefisk, og fanges da også i beskjedne mengder i strandsona med ca. 0,5 fisk pr. trekk som det høyeste gjennomsnittet (Fig. 24a). Arten gyter om sommeren. Størrelsen på knurren som ble fanget i 1992 og 1993 var over 11 cm, noe som skulle tilsi at det aller meste av fisken var ett år og eldre. Det var en økning i fangstene av knurr fra begynnelsen av 30-tallet og fram til 50-tallet. Etter den tid var det en markert nedgang i forekomsten av knurr helt fram til 1988 da mengden økte til et betydelig høyere nivå enn det tidligere maksimum. Fangstene har siden holdt seg høye bortsett fra i 1991 og 1993. Det ble ikke foretatt lengdemålinger i 1988, men av toktleders notater framgår det at det aller meste tilhørte 0-gruppa, slik at økningen i forekomstene falt sammen med gyting like etter at den giftige algeoppblomstringen var over.

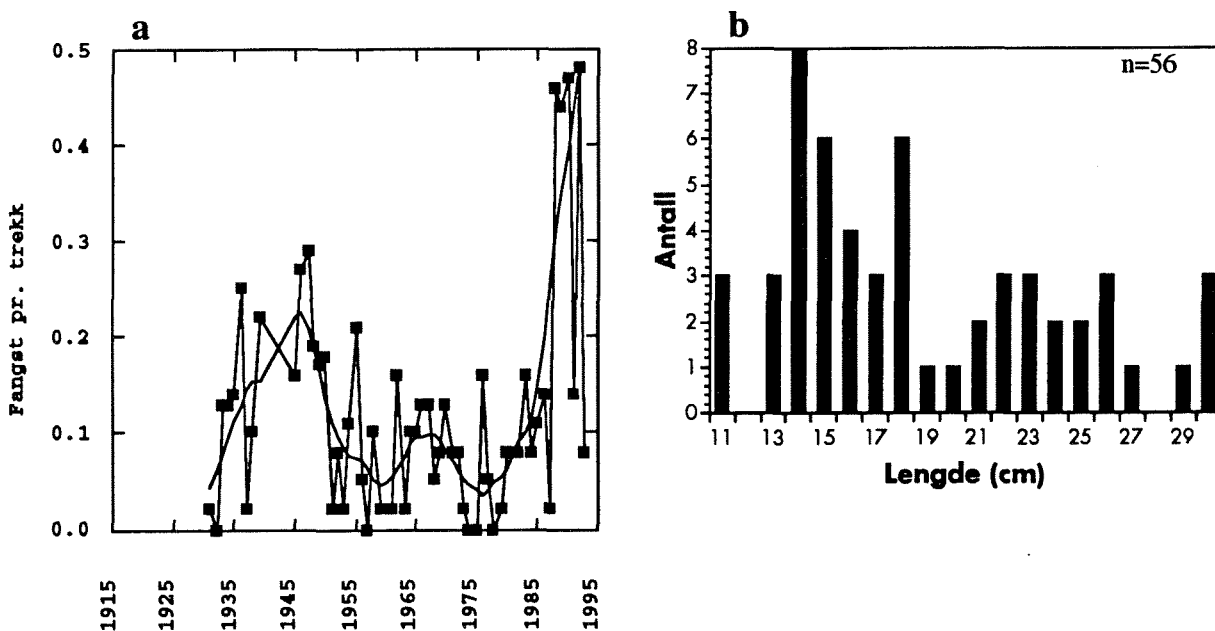


Fig. 24. a) Gjennomsnittsfangst av knurr på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, b) lengdefordeling av knurr fanget i 1992 og 1993.

(a) Average catch of grey gurnard on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) length frequency distribution of grey gurnard caught in 1992 and 1993)

3.1.25 Evertebrater

Nedenfor er det gitt en oversikt over utviklingen blant noen arter av evertebrater (virvelløse dyr) som er blitt registrert siden slutten av 1920-tallet. Forekomstene av disse evertebratene er blitt registrert som følge av at de enten er blitt ansett som viktige byttedyr for fisk, eller at de beiter på fiskeegg og fiskelarver. I de siste 20-30 åra er også forekomsten av andre evertebrater blitt registrert. Svingningene i forekomstene av disse artene er ikke gjengitt i denne rapporten.

3.1.26 Strandkrabbe (*Carcinus maenas*)

Strandkrabben har såkalt utrogn, dvs. at hunnkrabben bærer eggene festet til utsida av kroppen. Eggene klekkes om sommeren. Bortsett fra lave forekomster på begynnelsen av 30-tallet (Fig. 25), første halvdel av 60-tallet og på midten av 70-tallet, var det ingen markert trend i andelene av trekkene med fangst av strandkrabbe fram til begynnelsen av 80-tallet. Etter den tid har det vært en markert økning, spesielt har strandkrabbe forekommet i en høy andel av trekkene etter 1988. Sett over hele perioden har det vært økning i andelen av trekkene med fangst av strandkrabbe ($\rho=0,286$, $p=0,037$), noe som skyldes de høye forekomstene etter 1988.

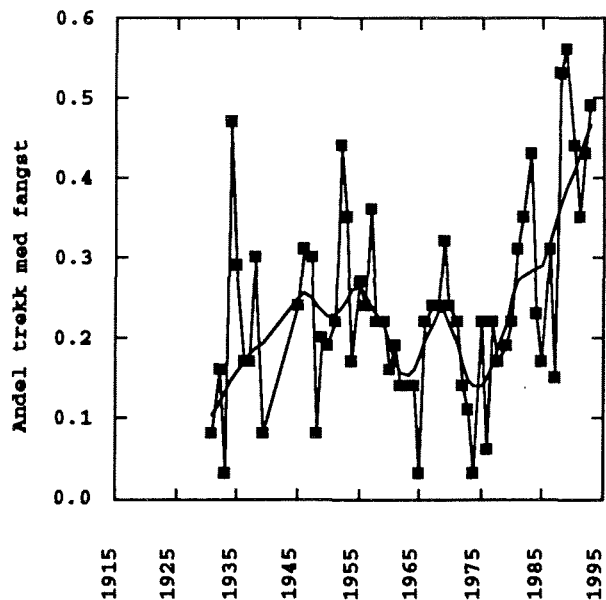


Fig. 25. Andel strandnottrekk med fangst av strandkrabbe på Sørlandskysten 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2. (Proportion of the hauls with catch of shore crab on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

3.1.27 Strandreker (*Palaemon* spp.)

Under betegnelsen strandreker er det to arter, vanlig strandreke (*Palaemon adspersus*) og stripet strandreke (*Palaemon elegans*).

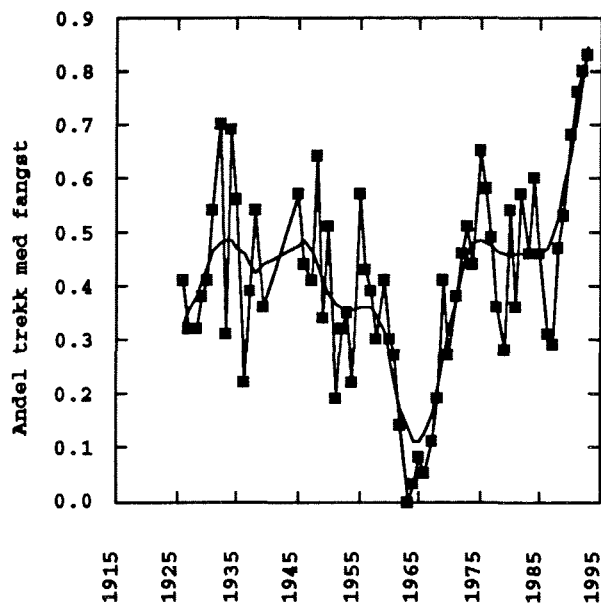


Fig. 26. Andel strandnottrekk med fangst av strandreke på Skagerrakkysten 1926-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2. (Proportion of the hauls with catch of *Palaemon* sp. on the coast of Sørlandet 1926-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2)

Begge arter har utrogn, og eggene klekkes om sommeren. Andelen av trekkene med fangst holdt seg på et forholdsvis jevnt nivå fra midten av 20-tallet og fram til begynnelsen av 60-tallet (Fig. 26), da det var en markert nedgang. På slutten av 60-tallet økte andelen til et noe høyere nivå enn det som var før nedgangen. Dette nivået holdt seg forholdsvis jevnt fram til slutten av 80-tallet da andelen økte på til rekordnivå. I de årlige undersøkelsene er det ikke blitt skilt mellom de to strandrekeartene. Ved detaljert gjennomgang av fangstene som ble tatt i den finmaskete nota i Risørrområdet i september og oktober 1993, var antallforholdet mellom vanlig strandreke og stripet strandreke 16:1.

3.1.28 Brennmanet (*Cyanea capillata*)

Fangstene av brennmanet er blitt telt opp siden arten er en mulig predator på fiskeyngel. Brennmanet har en livssyklus som består av et stadium der organismen er festet til bunnen, en såkalt schyphistoma, og medusestadiet som er den fritt svømmende brennmaneten slik den observeres i sjøen. Medusene produseres av schyphistomaen ved knopp skyting, mao. ukjønnert formering, mens medusene har kjønnert formering. Gjennomsnittsfangsten av brennmanet har variert betydelig, fra nesten ikke å være til stede til nærmere 60 individer pr. trekk (Fig. 27a). De store forekomstene, som på ingen måte er typisk for forekomsten av brennmanet, stjeler mye av oppmerksomheten og det er derfor vanskelig å vurdere om det har vært noen trend. En måte å løse dette problemet på er å beregne logaritmen til gjennomsnittsfangsten (\ln). Resultatet av denne datatransformasjonen viser at det har vært en signifikant nedgang i forekomstene av brennmanet ($p < 0,001$, t-test). Regresjonsmodellen som er tilpasset datasettet antyder at det har vært en nedgang fra 9,2 brennmaneter pr. trekk på begynnelsen av 1920 til 1,5 pr. trekk på 90-tallet (en regresjonsmodell tilpasset det uttransformerte datasettet ga et enda høyere estimat av reduksjonen).

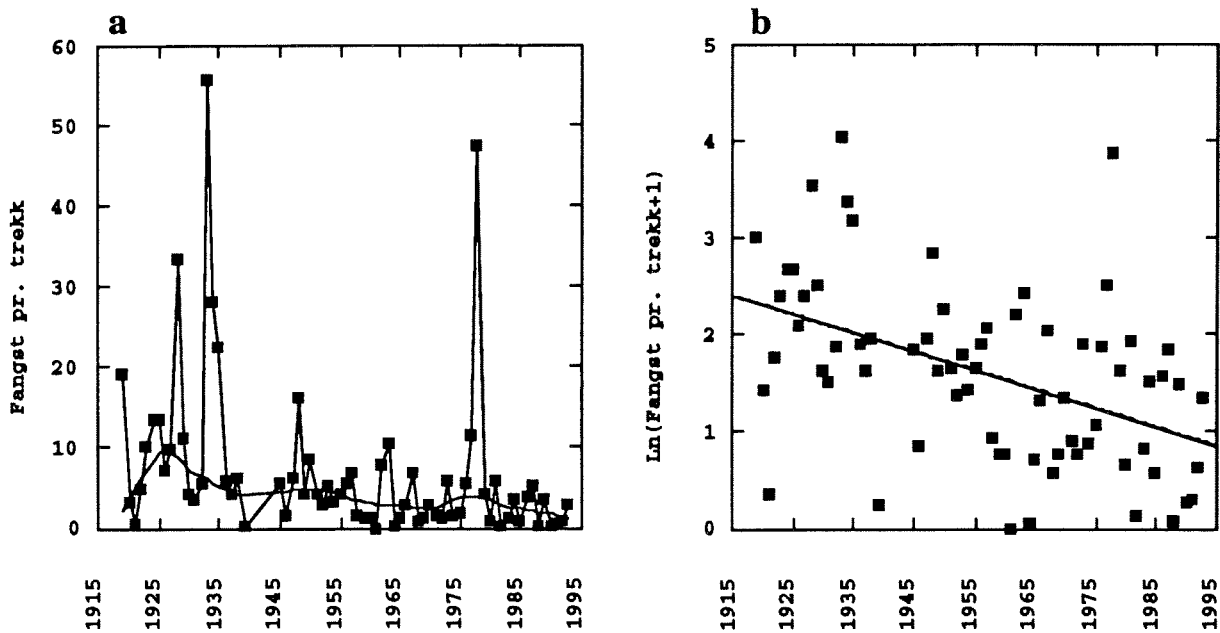


Fig. 27. a) Gjennomsnittsfangst av brennmanet på Sørlandskysten 1919-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2, og b) logaritmen (\ln) til gjennomsnittsfangsten.

(a) Average catch of *Cyanea capillata* on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) logarithm (\ln) average catch)

3.1.29 Glassmanet (*Aurelia aurita*)

Glassmanet har tilsvarende livssyklus som brennmanet. Andelen av trekkene med fangst av glassmanet har variert betydelig, fra ikke å bli fanget til å forekomme i nærmere 60% av trekkene (Fig. 28). Det har også vært betydelige svingninger i andelen, der det mest markerte trekket er høye andeler på 20-tallet og en topp omkring 1980-tallet. Siden toppen omkring 1980 har andelen igjen avtatt betydelig. Sett over hele perioden har det ikke vært noen klar trend i retning av økning eller nedgang i andelen av trekkene med fangst av glassmanet ($\rho = -0,115$, $p = 0,358$).

3.1.30 Andre arter

I Tabell 1 er det gitt en oversikt over andre fiskeslag som har opptrådt mer eller mindre regelmessig i strandnotfangstene. Ikke for noen av disse artene har det vært markerte trender i forekomstene. I tillegg er det sporadisk fanget ytterligere en del andre arter som ikke er med i Tabell 1.

Fjesing (*Trachinus draco*) er en giftig fisk som er blitt fanget en og annen gang i løpet av undersøkelsene. I forbindelse med tilleggsundersøkelsene i juni 1993 ble det tatt noen strandnottrekk i den ytre del av skjærgården (de årlige undersøkelsene foregår hovedsaklig fra den midtre del av skjærgården og inne i fjordene). Det ble fanget 12 fjesinger i 7 av i alt 13 strandnottrekk. Lengden på fjesingen varierte mellom 16-32 cm. Disse resultatene indikerer at fjesingbestanden for tida er forholdsvis stor og at arten først og fremst opptrer i de ytre deler av skjærgården. Artene ble kun fanget på bunn av sand og mergel (skjellsand).

Paddetorsk (*Raniceps raninus*) er en fisk som sjelden observeres, men under den giftige algeoppblomstringen i 1988 ble det fanget noen eksemplarer i strandnot, og det ble observert en god del døde fisk og fisk som svømte rundt i halvsvime. Dette indikerer at arten er en forholdsvis vanlig fisk på Skagerrakkysten.

Øyepål (*Trisopterus esmarkii*) er en oseanisk art som opptrådte for første og hittil eneste gang i strandnotfangstene i 1992 (omtalt av Gjøsæter et al. 1993).

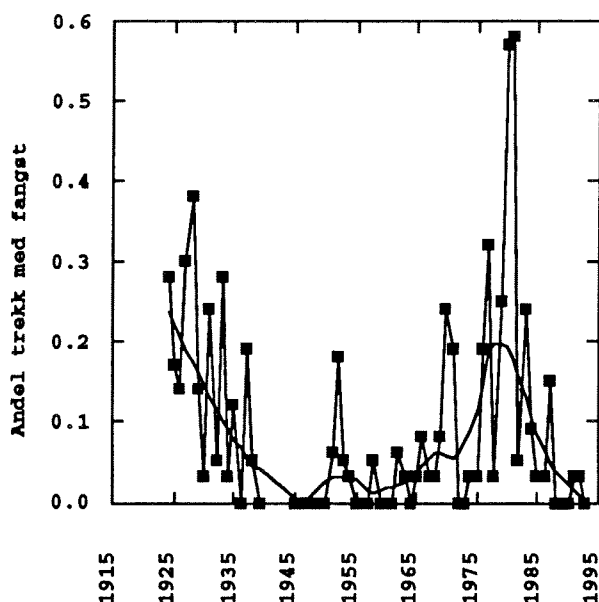


Fig. 28. Andel strandnottrekk med fangst av glassmanet på Sørlandskysten 1924-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2.
(a) Average catch of *Aurelia aurita* on the coast of Sørlandet 1924-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2.)

Tabell 1. Gjennomsnittlig forekomst av arter som er blitt fanget i mindre enn 10% av trekkene på Sørlandskysten i perioden 1919-1993; f.eks. er hyse blitt fanget i 1,49% av trekkene. I de tilfeller der flere fangster av flere arter er blitt registrert samlet, slik som sil og havnål, er den arten som står oppført først, den mest tallrike. (Average occurrence of species which have been caught in less than 10% of the beach seine hauls on the coast of Sørlandet between 1919 and 199; for instance has *Melanogrammus aeglefinus* been caught in 1.49% of the hauls)

Art	Vitenskaplig navn	Forekomst (%)
Storsil og Småsil	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	
Hyse	<i>Ammodytes tobianus</i>	2,59
Makrell	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	1,49
Rødspette	<i>Scomber scombrus</i>	3,14
Sandflyndre	<i>Pleuronectes platessa</i>	5,01
Gapeflyndre	<i>Limanda limanda</i>	6,4
Lomre	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	1,64
Piggvar	<i>Microstomus kitt</i>	1,26
Slettvar	<i>Scophthalmus maximus</i>	0,51
Småvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>	3,09
Hårvar	<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	0,09
Tunge	<i>Zeugopterus punctatus</i>	0,04
Ålekvabbe	<i>Solea solea</i>	0,51
Tangsprell	<i>Zoarces viviparus</i>	7,7
Vanlig fløyfisk	<i>Pholis gunnellus</i>	5,2
Stor havnål og Liten havnål	<i>Callionymus lyra</i>	2,56
Panserulke	<i>Entelurus aequoreus</i>	1,66
	<i>Nerophis ophidon</i>	0,86
	<i>Aconus cataphractus</i>	

Av andre arter som opptrer sporadisk kan nevnes laks (*Salmo salar*), abbor (*Perca fluviatilis*), havabbor (*Dicentrarchus labrax*), mulle (*Mullus surmuletus*), tykkleppet multe (*Chelon labrosus*), rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*), vanlig ringbuk (*Liparis liparis*), rødknurr (*Trigla lucerna*), horn gjel (*Belone belone*), krumnsnutet havnål (*Nerophis lumbriciformis*), kveite (*Hippoglossus hippoglossus*), glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) og tungevar (*Arnoglossus laterna*).

3.1.31 Rødflekket kutling - en ny art på Skagerrakkysten

Rødflekket kutling (*Thorogobius ephippiatus*) er i følge litteraturen utbredt fra de britiske øyer og sydover til Middelhavet. Arten er imidlertid observert på den svenske vestkysten (Holm og Mattson 1981), og man har ventet at den også vil dukke opp på den norske Skagerrakkysten. Rødkutlingen holder til ved bratte klipper og i huler og revner og er derfor lite tilgjengelig for fangst. Egne dykkeobservasjoner av rødkutling er blitt gjort i Arendalsområdet (1992, artsidentifikasjon bekreftet av forsker Mark Costello som kjenner arten fra Irland) og i Fedafjorden

ved Flekkefjord i 1993. I Fedafjorden ble det observert 20-30 individer på et begrenset område. Arten ser derfor ut til å ha etablert seg på Skagerrakkysten. Det er også observert rødflekket kutling ved Kristiansund (Holm og Mattson 1990).

3.2 Generell utvikling i fiskefauna på Sørlandskysten

I det følgende er den generelle utviklingen i fiskefauna på grunt vann på Sørlandskysten beskrevet. Innledningsvis er det gitt en beskrivelse av svingninger i bunnvegetasjon og sjøtemperatur siden begge disse forholdene antas å være viktige for artssammensetning og biomasse av fiskefauna.

3.2.1 Bunnflora

Estuarine områder, som er den faglige betegnelsen på den lokalitetstype som strandnotundersøkelsene er blitt utført i, tilhører sammen med tropiske regnskoger og korallrev jordklodens mest produktive områder (Odum 1971). En viktig årsak til dette er den frodige bunnvegetasjonen som kun finnes på grunt vann som følge av at det er kun i den øverste del av vannsøyla at det er tilstrekkelig lys for plantevekst. Områder med bunnvegetasjon har både et rikt næringstilbud og mange skjulesteder for yngel og småfisk (Blegvad 1917). For mange kystbestander av fisk er derfor estuarine områder viktige oppvekstområder (Odum 1971). Svingninger i bunnvegetasjonen vil således kunne få betydelige innvirkninger på gruntvannsfaunaen.

En av de viktigste plantene langs Skagerrakkysten er ålegras (*Zostera marina*). Dette er en høgvokst, grasliknende plante som danner tette "enger" på bunn av mudder, sand og mergel (skjellsand). I overgangen mellom 20- og 30-tallet ble denne arten utsatt for en sykdom som reduserte mengden av ålegras i områdene rundt hele Nordsjøen (Yonge 1963). På grunn av denne hendelsen begynte en å registrere dekningsgraden av bunnvegetasjon (ålegras, tang og tare) på strandnotstasjonene i 1934. På grunnlag av disse registreringene er det blitt beregnet gjennomsnittlig dekningsgrad pr. år (Fig. 29a). Presisjonen i estimatet for enkelte år kan imidlertid være noe upresist, slik at resultatene kun er egnet til å studere trenden i dekningsgraden. Det var lite vegetasjon på siste halvdel av 30-tallet. Etter krigen økte dekningsgraden gradvis fram til 60-tallet. Etter den tid har dekningsgraden holdt seg forholdsvis jevn, bortsett fra en midlertidig nedgang på slutten av 80-tallet. I Fig. 29b er andelen av trekkene med bar eller nesten bar bunn presentert (registrert som 1- bar bunn eller 2 - få planter). Figuren støtter i hovedsak opp estimatet av gjennomsnittlig dekningsgrad, men bidrar til å framheve hvor stor andel av trekkene som fram mot midten av 50-åra var nesten vegetasjonsløse. I de seinere år har det på nytt vært en økning i andelen av stasjonene som har lite eller ingen vegetasjon.

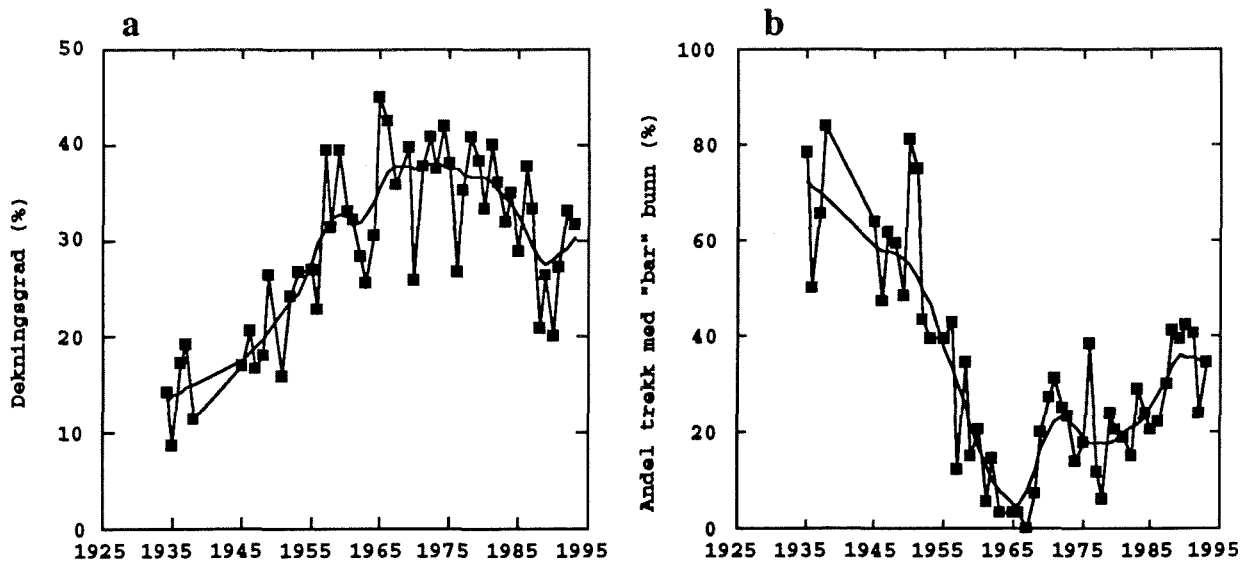


Fig. 29. Utvikling i bunntflora i perioden 1934-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2. a) Gjennomsnittlig dekningsgrad pr. stasjon og b) andelen av stasjoner med bar bunn eller få planter, mao. trekk med ubetydelig bunntvegetasjon. År med observasjoner på mindre en halvparten av stasjonene er utelatt. (Bottom flora coverage 1934-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, a) Average bottom coverage per beach seine station, b) proportion of stations with little or no bottom flora)

3.2.2 Temperatur

Temperaturforholdene på gruntvannsområdene på Skagerrakkysten varierer mye gjennom året, med lave temperaturer om vinteren, da fjorder og skjærgård ofte er dekket av is, og høye sommertemperaturer. Arter som opptre årvisst og i betydelige mengder, er etter alt å dømme godt tilpasset de rådende temperaturforholdene, mens arter som befinner seg på nedre eller øvre grense for sin temperatortoleranse trolig vil fluktuere med temperaturen. En tommelfingerregel sier at arter som gyter om sommeren befinner seg mot nedre toleransegrense, vintergytere befinner seg mot den øvre grense, mens vårgytere befinner seg innenfor sitt temperaturoptimum (Lagler et al. 1977). Det kan imidlertid være betydelige avvik fra dette mønsteret.

I Flødevigen er temperaturen på 1 m dyp blitt målt daglig siden 1924 (vintertemperaturen inkluderer også 1923). Årstemperaturen har variert mellom 7,6°C i 1979 til 10,8°C i 1990, med et gjennomsnitt på 9,0°C (Fig. 30a). Temperaturforholdene har vært preget av store år til år variasjoner, men det har også vært markerte svingninger som har strakt seg over flere år. Temperaturen på 20-tallet var forholdsvis lav, 30- og 40-åra var gjennomgående varme, bortsett fra 40-42 som var meget kalde. I 60-åra var temperaturen lav, store deler av 70-åra var tilnærmet gjennomsnittlige, slutten av 70-åra og fram til 1987 hadde gjennomgående lave temperaturer. Det største avviket i temperaturen hadde vi i perioden 1988-1992 med usedvanlig høye temperaturer. I 1993 lå årstemperaturen tilnærmet på gjennomsnittet.

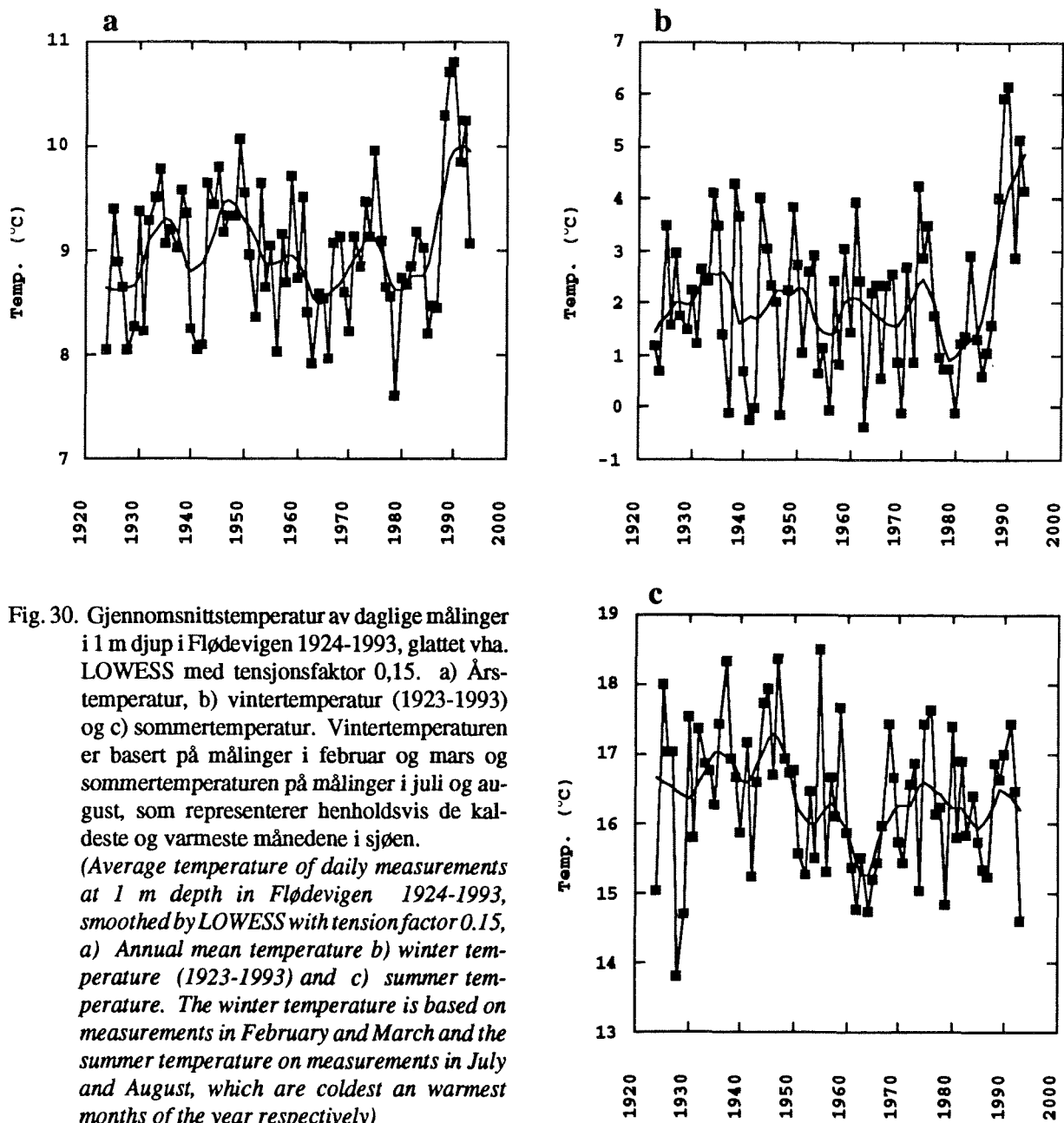


Fig. 30. Gjennomsnittstemperatur av daglige målinger i 1 m djup i Flødevigen 1924-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,15. a) Års-temperatur, b) vintertemperatur (1923-1993) og c) sommertemperatur. Vintertemperaturen er basert på målinger i februar og mars og sommertemperaturen på målinger i juli og august, som representerer henholdsvis de kaldeste og varmeste månedene i sjøen. (Average temperature of daily measurements at 1 m depth in Flødevigen 1924-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.15, a) Annual mean temperature b) winter temperature (1923-1993) and c) summer temperature. The winter temperature is based on measurements in February and March and the summer temperature on measurements in July and August, which are coldest and warmest months of the year respectively)

Temperaturen er normalt på sitt laveste i sjøen i februar - mars. Disse månedene er derfor blitt lagt til grunn for beregning av vintertemperaturene (Fig. 30b). Gjennomsnittstemperaturen i måleperioden har ligget på 2,1°C, med et minimum på -0,4°C i 1963 og et maksimum på 6,1°C vinteren 1990. Fram til slutten av 70-tallet var vintertemperaturen i større grad preget av år-til-år variasjoner enn av sammenhengende svingninger. Bare unntaksvis har det forekommet inntil tre år med påfølgende høye eller lave temperaturer. Et slikt unntak var vintrene 1940-1942 som hadde lave sjøtemperaturer og 1973-1975 som hadde høye temperaturer. Fra slutten av 70-tallet og fram tom. 1987 var det gjennomgående lave temperaturer, om enn ikke uvanlig lave. Derimot har vintrene fom. 1988 vært usedvanlig milde med temperaturer på høyde med eller over tidligere målte maksimumsverdier, med unntak av 1991 da temperaturen var noe lavere.

De høyeste temperaturene i sjøen inntreer i juli/august. Foruten at temperaturen om sommeren påvirkes av lufttemperaturen, har vindforholdene stor innvirkning på overflatetemperaturen. Fralandsvind vil føre til at det varme overflatelaget føres ut fra kysten, noe som resulterer i at kaldere vann fra djupet strømmer opp til overflaten. I perioden 1924-1993 har den gjennomsnittlige sommertemperaturen ligget på 16,4°C (Fig. 30c), med et minimum på 13,8°C i 1928 og et maksimum på 18,5°C i 1955. Også sommertemperaturen har vært preget av markerte år-til-år variasjoner, men det har også vært markerte sammenhengende svingninger. På 20-tallet skiller 1928 og 1929 seg ut som uvanlig kalde sommere. Under deler av 30-tallet og spesielt siste halvdel av 40-tallet var det høye sommertemperaturer i sjøen. Det mest markerte avviket fant sted på 60-tallet med en rekke kalde sommere i perioden 1960-1967. Etter den tid har det ikke vært markerte svingninger. Sommertemperaturene i perioden 1988 til 1992 var forholdsvis høye, mens 1993 hadde den nest laveste sjøtemperaturen i måleperioden med et gjennomsnitt på 14,6°C.

3.2.3 Artsrikhet

I Fig. 31a er gjennomsnittlig antall arter pr. strandnottrekk gjengitt. Ved beregning av det årlige gjennomsnittet er alle arter av fisk tatt med, bortsett fra småkutlinger ("knott" og glass-/krystallkutlinger) siden registreringen av disse artene er blitt forandret i løpet av undersøkelsesperioden. I tillegg til fisk er de fire artene av evertebrater som er omtalt tidligere tatt med. Som det framgår av Fig. 31a, har det gjennomsnittlige antall arter pr. trekk variert betydelig fra år til år, fra 7 til mer enn 11, og det har også vært markerte svingninger. På begynnelsen av 30-tallet ble det fanget et høyt antall arter pr. trekk. Artsrikheten avtok på midten av 30-tallet, var forholdsvis høy etter krigen og store deler av 50-tallet. De eneste åra som skilte seg ut med lav artsrikhet på 50-tallet var 1951 og 1952. Artsrikheten var lav under store deler av 60-tallet, betydelig høyere på 70-tallet og første halvdel av 80-tallet, avtok på slutten av 80-tallet og har siden økt igjen på 90-tallet. I 1988, da den giftige algeoppblomstringen fant sted, var det et lavt artsantall pr. strandnottrekk. Sett over hele perioden har det ikke vært noen trend i gjennomsnittlig antall arter pr. trekk ($\rho = -0,090$, $p = 0,494$).

For å analysere hvilke arter som har bidratt mest til svingningene i artsrikheten, er det anvendt en statistisk metode med betegnelsen PLS (Partial Least Square regression). Selve metoden vil ikke bli beskrevet her, og det vises til Martens og Martens (1986) og Johannessen og Tveite (1989) for nærmere omtale. Det vil imidlertid bli gitt en beskrivelse av hvordan resultatene av PLS-analysen tolkes. En del kommentater beregnet for statistikk-kyndige vil bli gitt i parentes. (PLS er en multivariat regresjonsmetode som minner om PCA og PCR, i det man opererer med skåringer og ladninger. Ved hjelp av PLS er det foretatt en "regresjonsanalyse" mellom gjennomsnittlig artsantall, "y-variabel", og i hvor stor andel av trekkene de ulike artene forekommer hvert år, "x-variabler". Bortsett fra sentrering av x- og y-variablene ble dataene ikke

transformert). Resultatene av PLS-analysen er gitt i Fig. 31b-d. Ved å sammenholde resultatene i Fig. 31a og 31b ser en at åra med et høgt gjennomsnittsansattl befinner seg til høgre i figuren og har høge verdier (skåringer) på den horisontale aksene, PLS 1 (se i første omgang bort fra den vertikale aksene, PLS 2). For eksempel ga 1930-1932 de høgeste artsantall pr. trekk som er blitt

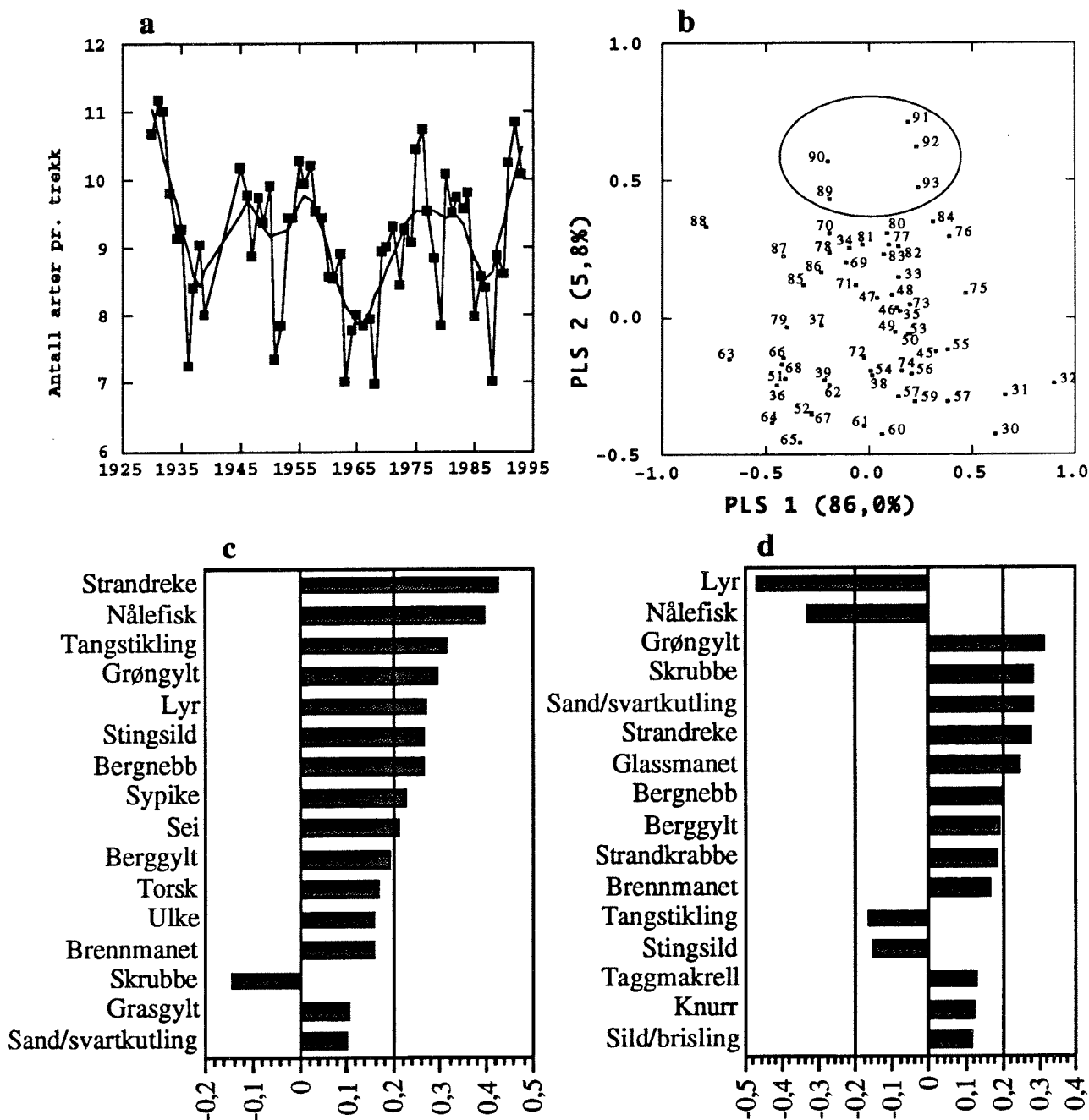


Fig. 31. a) Gjennomsnittlig antall arter pr. strandnottrekk på Sørlandskysten i perioden 1930-1993, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2 (observer at y-aksene starter på 6), b) de ulike års skåringer i forhold til første og andre PLS-komponent (PLS-komponentene er uskalerte, %-tallene i parentes angir forklart varians), de ulike arters ladninger (kovarians) i forhold til c) første og d) andre PLS-komponent, rangert etter størrelsen på ladningsverdien.

(a) Average number of species per beach seine haul on the coast of Sørlandet 1930-1993, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2, b) object scores on the first and second PLS component (PLS - partial least squares regression, explained variance in parentheses), variable loadings for the c) first and d) second PLS component)

observert, og disse åra befinner seg da også lengst til høyre i Fig. 31b. Tilsvarende ser vi at 1988 og 1963 ga meget lave artsantall pr. trekk, noe som har gitt seg utslag i at de befinner seg lengst til venstre i Fig. 31b, mao. representerer den horisontale aksens (PLS 1) en "rangering" av artsrikheten i de ulike åra. Hvilke arter som bidrar mest til variasjonen i artsrikheten framgår av Fig. 31c. Størrelsen på ladningsverdien gir et mål på hvor mye de ulike artene bidrar med, og som en ser av figuren er artene rangert slik at arter med høg ladningsverdi befinner seg øverst i figuren og de med lave ladningsverdier nederst (rangeringen er utført uavhengig av fortegn). Av dette følger det at år med høge artsantall er preget av store forekomster av først og fremst strandreke og nålefisk (hovedsaklig tangsnelle, men også innslag av stor og liten kantnål). Andre arter som også er typiske i år med høg artsriksantall er grøngylt, lyr, stingsild, bergnebb, sypike og sei. Grenseverdien på 0,20 er satt for å markere de artene som har størst samvariasjon med det artsantallet. Arter som har ladningsverdi mindre enn 0,1 har liten påvirkning på artsantallet og er derfor ikke tatt med (modellen omfatter i alt 39 arter/grupper). I år med lave artsantall har arter med høge positive ladningsverdier lave forekomster. Av figuren framgår det at det kun er skrubbe som har negativ ladningsverdi. Dette indikerer at skrubbe, som den eneste arten, har en tendens til å opptre i en større andel av trekkene i år med lave artsantall enn i år med et høgt antall arter i fangstene. Første PLS-komponent (PLS 1) forklarer hele 86% av variasjonen i artsantallet (y-variabelen), noe som viser at svingningene i artsantallet har vært systematisk knyttet til de nevnte arter. På den annen side forklarer første PLS-komponent kun 17% av variasjonen i artssammensetningen (x-variablene, forekomsten av de ulike artene), noe som viser at det har vært svingninger i artssammensetningen som ikke har hatt nevneverdig innvirkning på artsantallet.

Av Fig. 31a framgår det at artsantallet i fangstene i 1991-1993 var høge, uten at disse åra gir høge skåringer på den horisontale aksens (PLS 1, Fig. 31b). Derimot gir åra etter 1989 høge skåringer på den vertikale aksens (PLS 2). Det at ingen andre år blander seg med disse åra indikerer at kombinasjonen av arter som har gitt opphavet til høge artsantall i de siste åra ikke har opptrådt tidligere. Hvilke arter som har bidratt mest til denne uvanlige artssammensetningen er vist i Fig. 31d. Fiskefaunaen har vært preget av lave forekomster av lyr, nålefisk, tangstikling og stingsild (ladningene er rangert på grunnlag av tallverdien uavhengig av fortegn), og blant annet av høye forekomster av skrubbe. Dette står i direkte motsetning til den "vanlige" artssammensetningen ved høge artsantall som har vært preget av høge forekomster av nålefisk, tangstikling, lyr og stingsild, og lave forekomster av skrubbe.

Kort oppsummert viser resultatene at det gjennomsnittlige artsantallet pr. strandnotrekk har variert mye fra år til år, det har vært svingninger men ikke noen systematisk trend i retning av økning eller reduksjon i artsantallet, svingningene i artsantallet har vært knyttet til et begrenset antall vanlige forekommende arter som har "svingt i takt", bortsett fra åra 1989-1993 som skiller seg ut med noe uvanlig artssammensetning.

3.3.4 Hovedtrekkene i utviklingen i fiskefauna

Et karakteristisk trekk ved utviklingen i fiskefaunaen på Sørlandskysten har vært at forekomsten av en del vårgytende fisk er blitt redusert. Blant vårgyterne finner vi de viktigste kommersielle artene, torsk og lyr. Lyr har hatt spesiell stor tilbakegang, fra et gjennomsnitt på 25,0 fisk pr. trekk i perioden 1919-1929, til 0,6 fisk pr. trekk etter 1985. Andre vårgytere som har hatt en tilbakegang, er sypike og ulker (dvergulke og vanlig ulke). Den eneste torskefisk som har økning i antall siden 20-åra er hvitting. Økningen var meget stor fram til midten av 70-tallet, da gjennomsnittsfangsten av hvitting falt fra ca. 100 til 30 fisk pr. trekk. Mulige årsaker til denne reduksjonen og til nedgangen i forekomstene av lyr diskuteres lenger bak. Den eneste arten av vårgytere som har hatt en forholdsvis jevn økning i forekomstene helt fram til 90-åra er skrubbe. Utviklingen blant sommergyterne har vært mer sammensatt idet forekomsten av enkelte arter har avtatt, deriblant grasgylt og nålefisker, mens noen har økt i mengde, slik som sand- og svartkutling og grøngylt. For flertallet av sommergyterne har det imidlertid ikke vært noen trend.

Selv om vårgyterne ikke omfatter så mange arter, utgjør de vanligvis en betydelig del av fiskebiomassen på grunt vann og er i tillegg viktige predatorer (rovfisk). Spesielt nedgangen i forekomstene lyr og i de seinere år også av torsk, som er de største predatorene i økosystemet på Skagerakkysten, kan ha bidratt til at sommergyterne, som gjennomgående består av mer småfallen fisk, ikke har hatt tilsvarende nedgang i forekomstene som en del av vårgyterne.

Både når det gjelder svingninger og trender i forekomstene av de ulike fiskeslagene, er det naturlig å sammenholde resultatene med utviklingen i bunnvegetasjon og temperaturforhold. I Fig. 32 er glattekurvene for antall arter som opptrer i fangstene og for sommertemperaturene plottet. Kurva for vintertemperaturene er ikke gjengitt siden temperaturen på denne årstida i større grad har vært preget av år-til-år variasjoner enn av flerårig svingninger, bortsett fra de siste åra som har hatt uvanlig høge vintertemperaturer. Glattekurva for

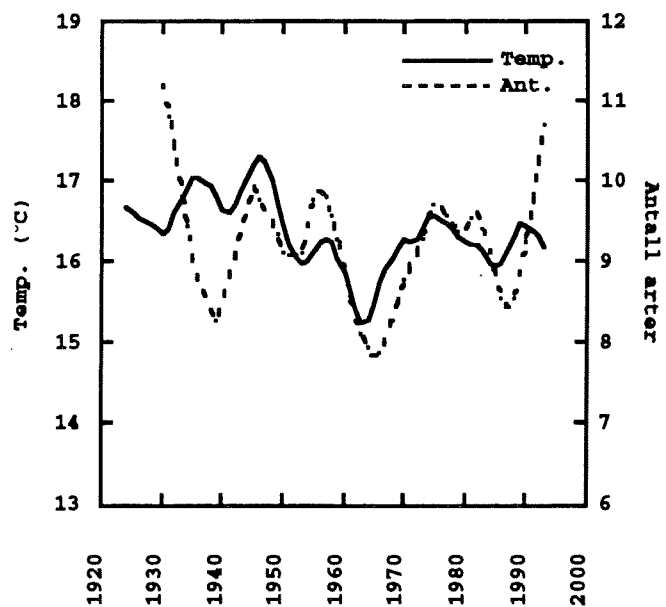


Fig. 32. Gjennomsnittlig sommertemperatur i perioden 1924-1993 og antall arter pr. strandnottrekk i perioden 1930-1933, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,15. Grunnlaget for glattekurvene er punktene i henholdsvis Fig. 30c og Fig. 31a. (Mean summer temperature (solid line) and number of species per beach seine haul (dotted line), smoothed by LOWESS with tension factor 0.15. The smoothing curves are derived from the time series of Fig. 30c and Fig. 31a respectively)

artsantallet viser at det har vært tre markerte perioder med lave artsantall, under siste halvdel av 30-tallet, på 60-tallet og på slutten av 80-tallet. Den siste nedgangen i artsantallet og den påfølgende oppgangen på 90-tallet antas i stor grad å henge sammen med den giftige algeoppblomstringen i 1988 som er omtalt nedenfor. Nedgangen på 60-tallet falt sammen med en rekke år med usedvanlig lave sommertemperaturer. På dette tidspunkt hadde de fleste sommergyterne en midlertidig nedgang i forekomstene, mens vårgyterne ikke hadde en tilsvarende nedgang. Det ser derfor ut til at de lave temperaturene på midten av 60-tallet har hatt en negativ innvirkning på rekrutteringen av mange sommergyter, og at det er temperaturen i reproduksjonsfasen som er begrensende for utbredelsen av disse fiskene. Dette synes også rimelig etter som mange av sommergyterne som opptrer tallrike på Skagerrakkysten, har sin nordlige utbredelsesgrense på kyststrekningen mellom Trondheim og Lofoten. Vintertemperaturene på Nordvestlandet er generelt høyere enn på Skagerrakkysten på grunn av innvirkningen av den Nordatlantiske havstrøm, mens sommertemperaturen er markert lavere. Den viktigste grunnen til at mange varmekjære fiskeslag finnes i større mengder på Skagerrakkysten har derfor etter alt å dømme sammenheng med høye temperaturer under gytingen om sommeren. Om vinteren har de varmekjære fiskene mulighet til å løse problemet med lave temperatur med å gå i "dvale" eller søke ned på større djup der temperaturene er høyere. Glattekurvene indikerer at nedgangen i artsantallet fulgte noe etter nedgangen i temperaturen. Dette er naturlig siden de fleste av sommergyterne som fanges i strandnot er ettåringer og eldre fisk.

Sommertemperaturen i 1993 var den nest laveste som er blitt målt siden 1924. Selv om det er grunn til å anta at rekrutteringen også avhenger av en rekke andre forhold enn temperaturen, er det mulig at flere av sommergyterne kan ha hatt svak rekruttering i 1993, slik som resultatene med den finmaskete nota indikerte for svartkutling.

På 30-tallet skilte verken sommer- eller vintertemperaturene seg markert ut fra normalen. Nedgangen i artsantallet på 30-tallet rammet da også anderledes enn på 60-tallet med nedgang både blant vårgytere som torsk, lyr og sypike, og sommergytere som bergnebb, stingsild, tangstikling og nålefisker. Selv om forekomsten av hvitting ikke avtok på 30-tallet, er det grunn til å legge merke til at den markerte økningen først fant sted fra 50-tallet. Den mest sannsynlige årsaken til nedgangen i forekomstene av mange fiskeslag på 30-tallet er at ålegaset i stor grad døde ut. I et omfattende arbeide påviste Blegvad (1917) at både artsrikhet og fiskemengde var betydelig høyere i enger av ålegras enn på vegetasjonsløs bunn. En av de få artene som hadde en økning i forekomstene på 30-tallet var skrubbe. Skrubba er en flatfisk som trives på barbunn av mudder og sand der den skjuler seg ved å grave seg ned i substratet. For flere av kutlingartene som er registrert samlet er det ikke mulig å avgjøre hvilken betydning nedgangen i ålegrasforekomstene hadde. Sandkutling og bergkutling finnes i størst antall på bar bunn, mens svartkutling og tangkutling er mest tallrike på lokaliteter med bunnvegetasjon (Blegvad 1917,

egne upubliserte observasjoner). Sand- og svartkuting ble tidligere registrert samlet, og det samme ble berg- og tangkutling.

I tillegg til nedgangene i artantallet på 30-, 60- og slutten av 80-tallet, var det påfallende lave artsantall i 1951 og 1952. Det foreligger imidlertid ingen klare sammenhenger som kan forklare de lave artsantallene i de to åra.

Kort oppsummert viser resultatene at det gjennomgående har vært en nedgang i forekomstene av en del vårgytende fisk, mens det ikke har vært noen entydig trend blant sommergyterne. Det har vært tre perioder med lave artsantall, på 30-tallet, 60-tallet og slutten av 80-tallet. Nedgangen på 30-tallet var sannsynligvis et resultat av nedgangen i bunnvegetasjonen, nedgangen på 60-tallet skyldtes trolig lave sommertemperaturer som rammet rekrutteringen av sommergyterne, mens nedgangen på slutten av 80-tallet i stor grad skyldtes den giftige algeoppblomstringen i mai 1988.

3.3 Eftervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988

Resultatene som ligger til grunn for å undersøke mulige ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988 stammer fra kyststrekningen mellom Torvefjorden vest for Kristiansand og Tjøme ved Tønsberg. Denne kyststrekningen ble valgt siden skadene var størst i dette området (for mer detaljert informasjon om strandnotstasjoner og valg av område vises til Johannessen og Gjøsæter 1990). I alt 74 stasjoner inngår i analysen, der artssammensetningen i fiskefaunaen etter 1988 er blitt sammenlignet med forholdene i 30-årsperioden før 1988 (1958-1987). Alle de 37 stasjonene fra Sørlandskysten er inkludert i analysen, noe som gjør at det er stor likhet i resultatene. For det meste er det derfor henvist til resultatene ovenfor ved omtale av enkeltarter.

For å beskrive mulige ettervirkninger av algeoppblomstringen på artssammensetningen ble det benyttet prinsipalkomponent-analyse (PCA). I analysen er det tatt med 23 arter/grupper av fisk, samt strandreke og strandkrabbe siden disse evertebratene er viktige byttedyr for flere arter av fisk (analysen omfatter alle arter/grupper av fisk som er omtalt i beskrivelsen av de historiske svingningene, bortsett fra sei og sild, i avsnittet "Andre arter" er kun ålekvabbe tatt med). (Statistikkbeskrivelse: For arter som er blitt registrert med antallkoder er målet på den årlige forekomsten gitt ved andelen av trekkene de har opptrådt i, dvs. et tall mellom 0 og 1. For arter som er blitt telt er gjennomsnittsfangsten blitt justert slik at største gjennomsnittsfangst får tallverdi lik største andel av trekkene arten har opptrådt i. Dersom f.eks. en art på det meste har opptrådt i 80% av trekkene, og det største gjennomsnittet har vært 50 fisk pr. trekk, blir tallverdien som anvendes i analyse 0,8. En gjennomsnittsfangst på 25 fisk pr. trekk vil således bli justert til 0,4, mens 5 fisk pr. trekk vil gi 0,08. På denne måten utnyttes informasjonen av tellingene,

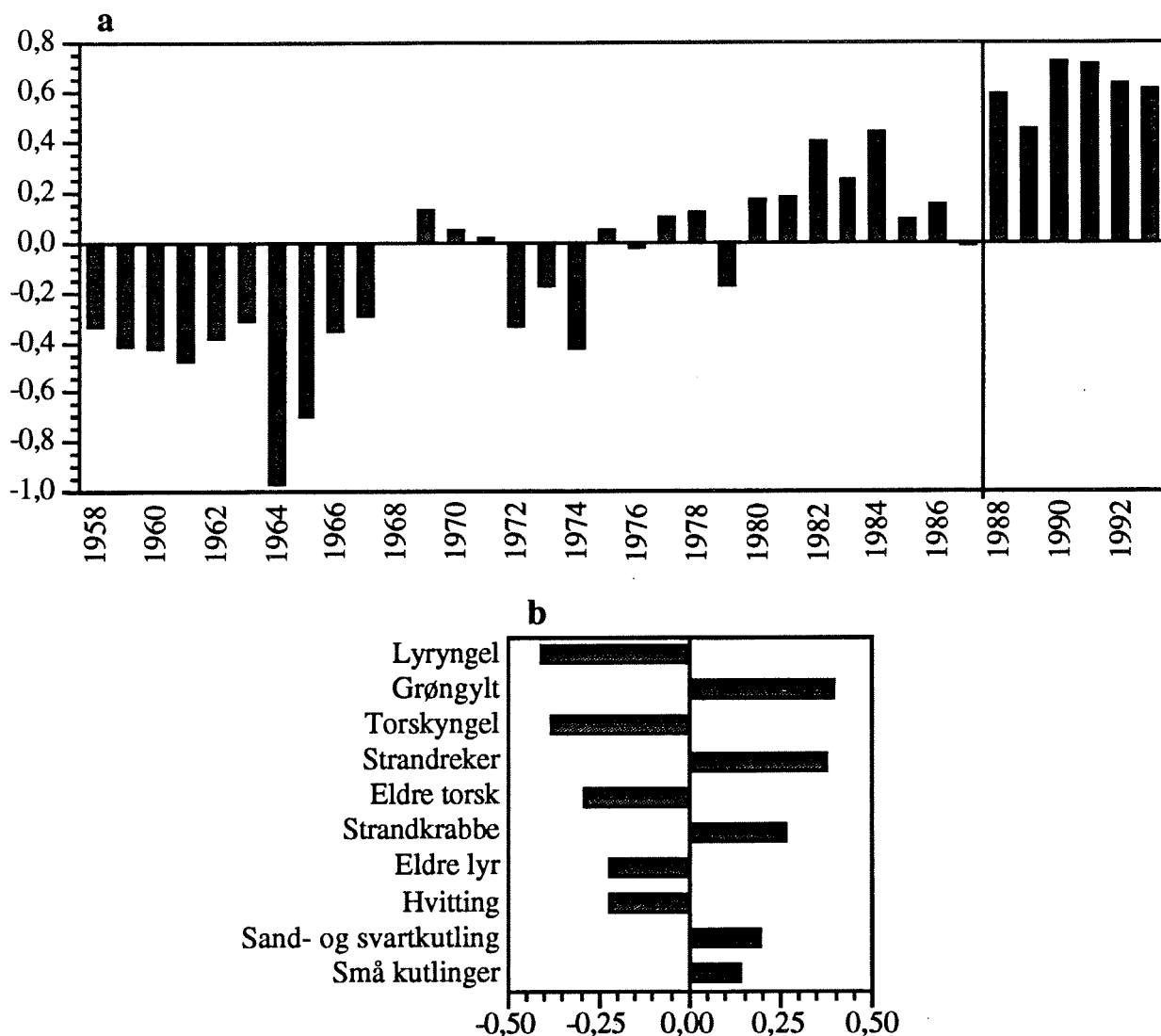


Fig. 33. Resultater av prinsipalkomponentanalyse for 23 arter/grupper av fisk og 2 arter av evertebrater for perioden 1958-1993: a) De ulike års skåring på første prinsipalkomponent, b) rangerte ladningsverdier i tilknytning til første prinsipalkomponent for arter med tallverdi større enn 0,15. Både skårings- og ladningsverdier er uskalerte. Første prinsipalkomponent forklarer 36,6% av variansen i datamaterialet (små kutlinger omfatter hovedsaklig tang- og bergkutling).

(Results of a principal component analysis (PCA) which include the abundance 23 species of fish and 2 species of invertebrates between 1958 and 1993: a) Object scores on PC1, b) ranked variable loadings greater than 0.15 on PC1 (objects - years, variables - species))

samtidig som variansen vektet til omtrent samme nivå som for arter som ikke er blitt telt).

Resultatene av analysen er gjengitt i Fig. 33. Resultatene tolkes på tilsvarende måte som PLS-analysen (Fig. 31b-d). Av Fig. 33a framgår det at alle åra etter 1988 har høyere skåringer enn noen av de tidligere åra, noe som viser at artssammensetningen som har preget fiskesamfunnet etter 1988 skiller seg ut fra 30-årsperioden før algeoppblomstringen. Av Fig. 33b framgår det hvilke arter som har bidratt mest til avviket i artssammensetningen. Siden ladningene er rangert etter tallverdien, befinner de artene som har bidratt mest til avviket seg øverst i figuren. Som det framgår har 0-gruppe lyr den høyeste ladningsverdien, og siden verdiene er negative, betyr det

at år som har høge positive skåringer, slik som åra etter 1988, gjennomgående har gitt små fangster av lyr. Grøngylt bidrar også betydelig til avviket, og siden ladningsverdien er positiv betyr det at grøngylt har vært tallrik i åra etter 1988. Et karakteristisk trekk ved artssammensetningen etter 1988 er at fangstene av vårgytende torskefisk gjennomgående har vært lave, mens typiske sommergytere som grøngylt og kutlinger og evertebratene strandkrabbe og strandreke har vært uvanlig tallrike. Samlet utgjør torskefiskene og kutlinger den vesentligste delen av fiskebiomassen på grunt vann. I undersøkelsene med finmasket not i Risørområdet i september og oktober 1993 utgjorde kutlinger 2/3 av biomassen, mens torskefisk utgjorde halvparten av den resterende biomassen. På 60-tallet utgjorde torskefiskene etter alt å dømme en betydelig større del av biomassen. Endringene i artssammensetningen i åra etter 1988 er derfor knyttet til arter som dominerer biomassemessig på grunt vann.

Av Fig. 33a framgår det at slutten av 50-tallet og store deler av 60-tallet hadde lave skåringsverdier, noe som indikerer at disse åra var rike på torskefisk. Imidlertid framgår det at skåringene gradvis har økt fra negative mot positive verdier. Forholdene etter 1988 representrer derfor en forsterkning av en utvikling som har vært på gang. 1976 var det siste året med brukbar rekruttering av lyr (Fig. 3a), mens rekrutteringen av hvitting falt fra omkring 100 fisk pr. trekk før 1976, til ca 30 fisk pr. trekk siden (Fig. 4). Bortsett fra i 1988, da det ikke ble fanget lyr, og hvittingfangstene var meget beskjedne, har ikke forekomstene av lyr og hvitting skilt seg nevneverdig ut fra det lave nivået som hadde etablert seg før den giftige algeoppblomstringen. Det er derfor først og fremst torsk som er blitt redusert etter 1988. I 1988 ble tilnærmet en hel årsklasse slått ut, i 1989 var indeksen for årsklassestyrken av torsk omtrent lik gjennomsnittet i 30-årsperioden før algeoppblomstringen, mens den i perioden 1990-1993 har vært henholdsvis 15, 37, 55 og 23% av en gjennomsnittsårsklasse. Glattekurva i Fig. 34 indikerer at den relative fangsten av eldre torsk har variert med årsklassestyrken året i forveien ($\rho = -0,495$, $p = 0,009$, Spearman rang-korrelasjon anvendt på data for perioden 1958-1986). Siden fangsten av eldre torsk domineres av I-gruppe fisk, betyr det at etter årsklasser som er sterke på 0-gruppe stadiet fanges det relativt færre fisk på I-gruppe stadiet enn ved svake årsklasser. I alle åra etter 1988 har de relative fangstene av eldre torsk vært like lave eller lavere enn minimumsverdien for perioden 1958-1986. 1987-årgangen ble trolig redusert som en direkte følge av den giftige algeoppblomstringen. I de andre åra har fangstene av eldre torsk variert fra 4 - 7% av mengde på 0-gruppe stadiet, mens glattekurva antyder at man skulle ha forventet fra 13-17%. En mulig forklaring kunne ha vært at på grunn av beskjedne forekomster av torsk kunne veksten tenkes å ha vært uvanlig stor, og derved gjort det vanskeligere å fange fisken. Imidlertid har det ikke vært nevneverdige forskjeller i størrelsen på eldre fisk før og etter algeoppblomstringen (gjennomsnittslenge på fisk $>17,5$ cm var henholdsvis 25,7 og 25,6 cm), slik at denne forklaringen synes usannsynlig. Resultatene indikerer derfor at overlevingen fra 0-gruppe til I-gruppe stadiet har vært uvanlig liten. Siden det for tida synes å være beskjedne forekomster av større

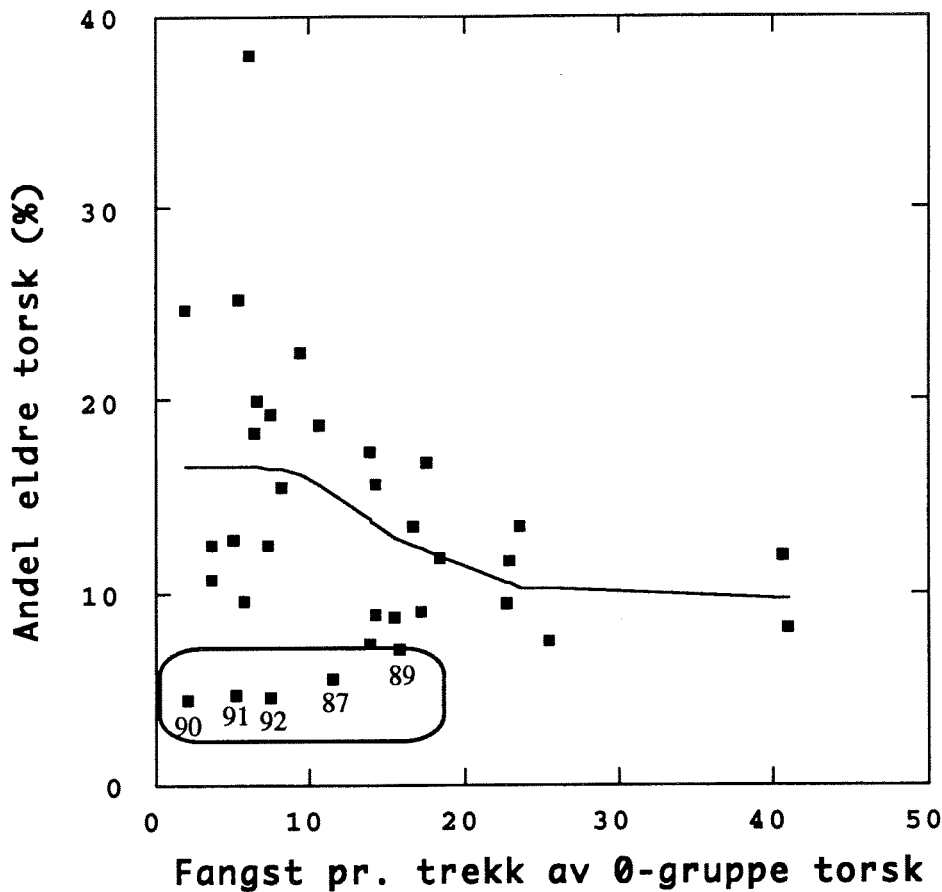


Fig. 34. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torsk plottet mot prosentandelen eldre torsk året etter. For eksempel ble det i 1964 fanget 40,7 0-gruppe torsk, mens det i 1965 ble fanget 4,9 eldre torsk, noe som gir en andel på 12% (4,9 tilsvarer 12% av 40,7). Siden eldre torsk hovedsaklig består av I-gruppe fisk, indikerer figuren sammenhengen mellom årsklassestyrken på 0-gruppe og hvor stor andel som fanges som I-gruppe. Glattingen er utført vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,7 for perioden 1958-1986. Årsklassene fom. 1987 er markert. 1988-årsklassen ble praktisk talt slått helt ut av den giftige algeoppblomstringen og er derfor ikke tatt med.

(Average catch of 0-group cod versus the percentage of I-group cod the following year. For example, in 1964 the average catch of 0-group cod was 40.7 per haul, whereas in 1965 the average catch of older cod (mainly I-group) were 4.9, which corresponds to 12% of the 0-group catches the previous year. Data from the period 1958-1986 have been smoothed by LOWESS with tension factor 0.7. Year-classes after 1987 are encircled. The 1988 year-class became almost extinct due to the toxic algal bloom that year and are therefore not included in the figure)

predatorer (rovfisk), peker næringsbegrensning om vinteren seg ut som den mest sannsynlig forklaringen. På Skagerrakkysten består næringen til torsk som er mindre enn 30 cm om vinteren hovedsaklig av ulike arter av bunndyr og bare i beskjeden grad av fisk (Hop, Danielssen og Gjøsæter 1993). Direkte eller indirekte næringskonkurransen med de tallrike småfiskene kan være en forklaring på de beskjedne forekomstene av 0-gruppe og eldre torsk etter 1988.

Vintertemperaturen i åra 1988-1993 var uvanlig høge. Selv om det tidligere ikke er påvist noen markerte sammenhenger mellom høge vintertemperaturer og fiskefaunaen, kan en ikke utelukke at de høge vintertemperaturene de siste åra har bidratt til forskyvningen i artssammensetningen.

På den annen side er det flere forhold som tyder på at den giftige algeoppblomstringen har vært av vesentlig betydning. Arter som har høy yngelproduksjon og som formerte seg i tomrommet like etter at algeoppblomstringen var over, økte betydelig i mengde (Johannessen og Gjøsæter 1990), blant annet sand- og svartkutling, bergnebb og grøngylt og evertebrater som blåskjell, korstroll (vanlig sjøstjerne), strandkrabbe og strandreke. Bortsett fra blåskjell og korstroll har flertallet av disse artene holdt seg tallrike fram tom. 1993. Vårgytere som torsk, lyr og hvitting, som hadde pelagiske (frittsvevende) larver på det tidspunkt algene blomstret opp, ble meget hardt rammet av giftalgene. Høsten 1988 ble det kun fanget noen få 0-gruppe torsk, ingen 0-gruppe lyr, og hvittingfangstene var meget beskjedne. Også fangstene av andre vårgytere som sei og sypike var ubetydelige. Det er flere forhold som tyder på at gjenoppbyggingen av spesielt torsk hemmes av de tallrike småfiskene. For det første har årsklassestyrken av 0-gruppe torsk vært meget beskjedne. Dernest indikerer resultatene at overlevingen fra 0 til I-gruppe stadiet har vært liten. Et annet resultat som støtter opp om at forandringen i artssammensetningen har sammenheng med den giftige algeoppblomstringen er at den kombinasjonen av arter som har gitt opphav til det forholdsvis høge artsantallet de siste åra (se Fig. 31b) skiller seg fra tidligere år. Normalt har svingningene i artsantallet vært knyttet til et begrenset antall arter som har svingt i takt.

I følge strandnotundersøkelsene befinner torsk seg for tida på det laveste nivået som er blitt målt siden 1919 (eldre torsk tatt i betraktning). Siden også lyr synes å være sterkt redusert, betyr det at bestandene av de største predatorene i økosystemet på Skagerrakkysten for tida er meget beskjeden, slik at det er få fisk som beiter på de tallrike småfiskene. Det er derfor mulig at ettervirkningen av den giftige algeoppblomstringen i 1988 kan komme til å vare i enda noen år. På den annen side hersker det stor usikkerhet om hvilke mekanismer som styrer rekrutteringen av fisk, slik at en ikke kan utelukke at en sterk årsklasse av f.eks. torsk kan dukke opp. Det er også mulig at den kalde sommeren i 1993 kan ha gitt svak rekruttering blant en del av sommergyterne som har oppstrådt tallrike etter 1988.

Kort oppsummert indikerer resultatene at det fremdeles er ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i 1988. Artsantallet i strandnotfangstene har økt siden oppblomstringen, noe som også er vist for bunndyr og makroalger (Pedersen et al. 1990). Imidlertid har det skjedd en forskyvning i artssammensetningen ved at arter med høy yngelproduksjon som formerte seg i "tomrommet" like etter algeoppblomstringen økte betydelig i mengde. Disse artene har siden holdt seg meget tallrike. Etter 1988 har forholdene således vært preget av lave forekomster av torskefisk, og tilsvarende høge forekomster av små sommergytende fisk som grøngylt, kutlinger og evertebrater som strandkrabbe og strandreke. Hvor langvarige ettervirkningene kan komme til å bli er usikkert.

3.4 Områder med betydelig reduserte forekomster av fisk

I det følgende er det gitt en beskrivelse av tre områder der det har vært en meget negativ utvikling i fiskeforekomstene av yngel av vårgytende torskefisk. I tillegg er det gitt en mer detaljert beskrivelse av forholdene omkring reduksjonen i forekomstene av spesielt hvitting og lyr på Sørlandskysten på midten av 70-tallet.

3.4.1 Grenlandsfjordene

I Grenlandsfjordene er 7 av strandnotstasjonene blitt tatt årlig siden undersøkelsene ble satt i gang i dette området i 1953. På hele 50-tallet og første halvdel av 60-tallet var det store fangster av 0-gruppe torsk (Fig. 35a). I perioden 1953-1965 ble det i gjennomsnitt fanget 39,8 torsk pr. trekk, mot 19,8 torsk pr. trekk i samme periode på de gamle stasjonene på Sørlandskysten. Også fangstene av hvitting var i denne perioden betydelig høyere i Grenlandsfjordene enn på strekningen Kragerø-Kristiansand (gjennomsnitt på henholdsvis 90,1 og 43,1), mens fangstene av lyr var lavere i Grenlandsfjordene (henholdsvis 5,1 og 11,2). På midten av 60-tallet falt imidlertid fangstene av både torsk, lyr og hvitting nærmest dramatisk. Sammenlignet med perioden 1953-1965 ble fangstene av torsk, lyr og hvitting i perioden 1966-1993 redusert med henholdsvis 91, 96 og 95%. Et påfallende trekk er at reduksjonen ser ut til å ha skjedd i løpet av ett til to år, og det ser ut til å ha rammet alle tre arter samtidig. Det er ellers grunn til å merke seg at det etter reduksjonen ikke har vært noen trend i forekomstene av torsk, lyr og hvitting. Gjennomsnittet av de tre artene har etter reduksjonen ligget på 8,7 fisk pr. trekk, sammenlignet med 67,0 fisk pr. trekk i samme periode på Sørlandskysten.

3.4.2 Holmestrandsfjorden

I Holmestrandsfjorden er 6 av strandnotstasjonene blitt tatt årlig siden 1936. Også i denne fjorden var det klare tegn til sterkt redusert rekrutteringen av torskefisk fra midten av 60-tallet (Fig. 36). Et typisk trekk ved fangstene av både torsk, lyr og hvitting før midten av 60-tallet var en meget stor årlig variasjon. Det er grunn til å tro at dette er et resultat av store svingninger i forekomstene og at så få som 6 strandnottrekk gir et forholdsvis lite presist mål på forekomstene. I 1938 ble det i gjennomsnitt fanget 350 torsk pr. trekk, noe som neppe skyldtes tilfeldigheter siden alle trekkene ga meget store fangster. I 1938 var det forøvrig usedvanlig gode fangster i hele Oslofjorden (Løversen 1946). På grunn av de store årlige variasjonene er det vanskelig å fastslå nøyaktig når reduksjonen fant sted, men det siste året med god rekruttering av torsk var i 1966. Også etter 1966 har det vært en del svingninger i fangstene, men på et betydelig lavere nivå. Gjennomsnittsfangsten av torsk i perioden 1936-1966 var på 38,7 torsk pr. trekk, sammenlignet med 15,8 torsk pr. trekk i området mellom Kragerø og Kristiansand. Fangstene av hvitting og

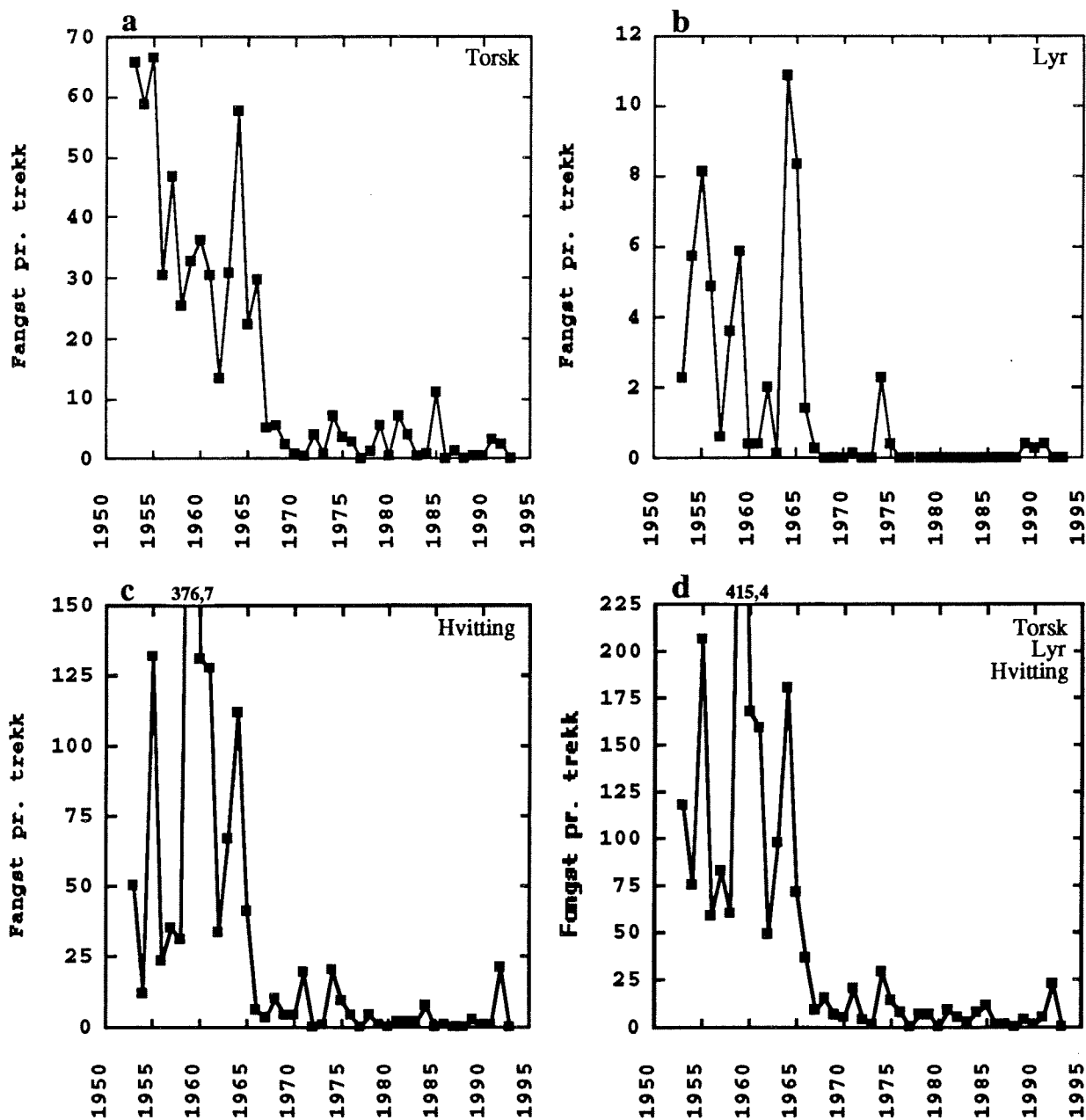


Fig. 35. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torskfisk i Grenlandsfjordene i perioden 1953-1993: a) torsk, b) lyr, c) hvitting, d) torsk, lyr og hvitting.
 (Average catch of 0-group gadoids in the Grenland fjords 1953-1993: a) cod, b) pollack c) whiting and d) cod, pollack and whiting)

lyr var derimot noe lavere i Holmestrandfjorden (henholdsvis 23,7 mot 36,3 hvitting og 3,8 mot 9,5 lyr). Sammenlignet med perioden 1936-1966 var gjennomsnittsfangsten av torsk, lyr og hvitting henholdsvis 90, 92 og 78% lavere i perioden 1967-1993. Etter reduksjonen har det ikke vært noen tegn til økning i fangstene av noen av artene. Gjennomsnittsfangsten av de tre torskfiskene har etter reduksjonen ligget på 9,4 fisk pr. trekk.

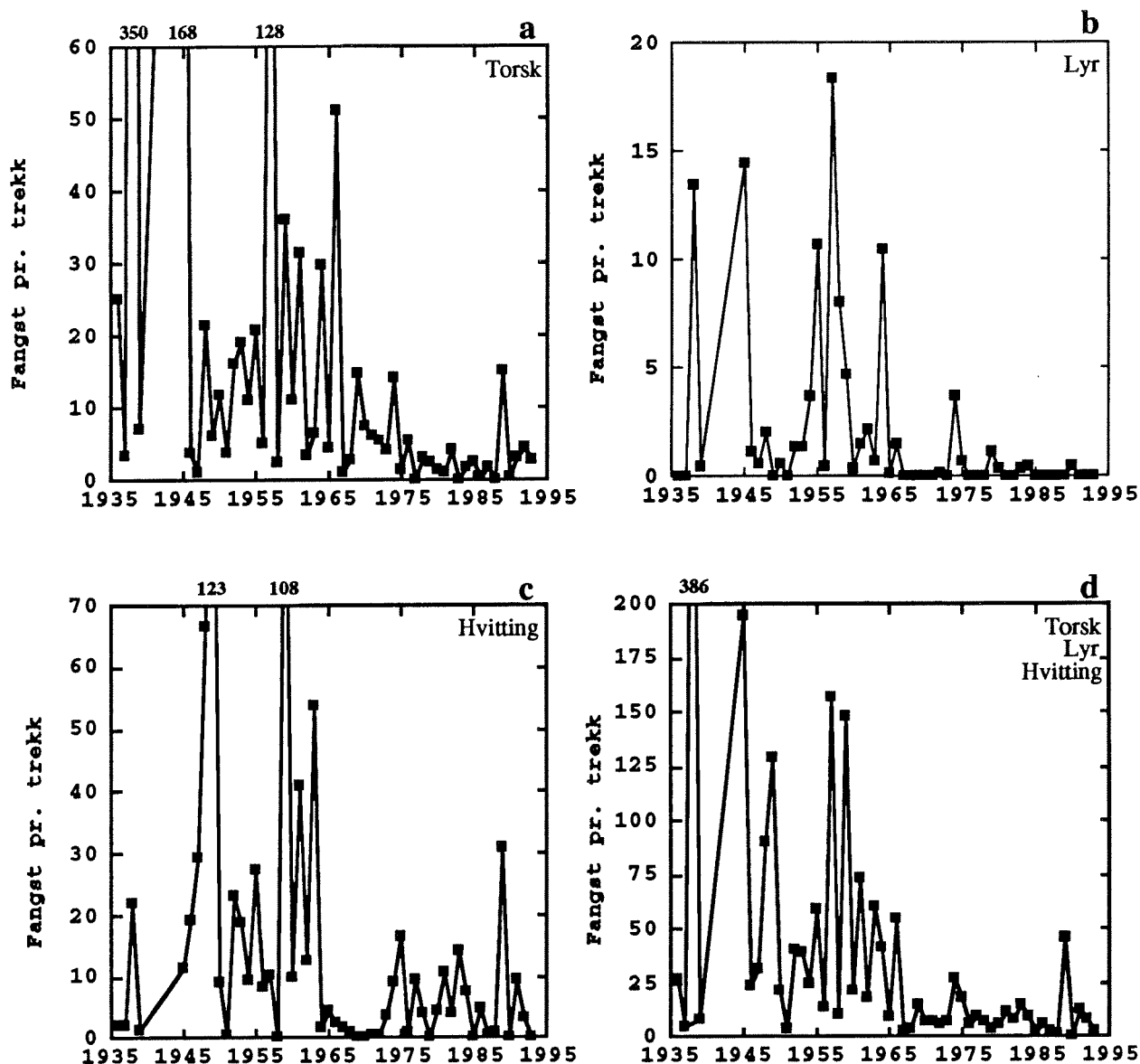


Fig. 36. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torskfisk i Holmestrandsfjorden i perioden 1936-1993: a) torsk, b) lyr, c) hvitting, d) torsk, lyr og hvitting.
(Average catch of 0-group gadoids in the Holmestrandfjord 1936-1993: a) cod, b) pollack c) whiting and d) cod, pollack and whiting)

3.4.3 Indre Oslofjord

Indre Oslofjord strekker seg fra Bunnefjorden til Drøbaksundet. Siden oppstart av undersøkelsene i dette området i 1936, er 9 stasjoner blitt tatt årlig i samme posisjon (fram til 1961 ble det tatt 27 strandnottrekk i Indre Oslofjord). Helt siden starten har det gjennomgående vært meget små fangster av torsk, lyr og hvitting, med gjennomsnittsfangster på henholdsvis 3,8 - 1,6 og 6,5 fisk pr. trekk (Fig. 37). Dette ligger meget nært opp til fangstene i Langesund og Holmestrand etter reduksjonen i rekrutteringen. Et karakteristisk trekk ved forholdene i Indre Oslofjord er at det ikke har vært noen systematiske svingninger eller trender slik som på Sørlandskysten. År om

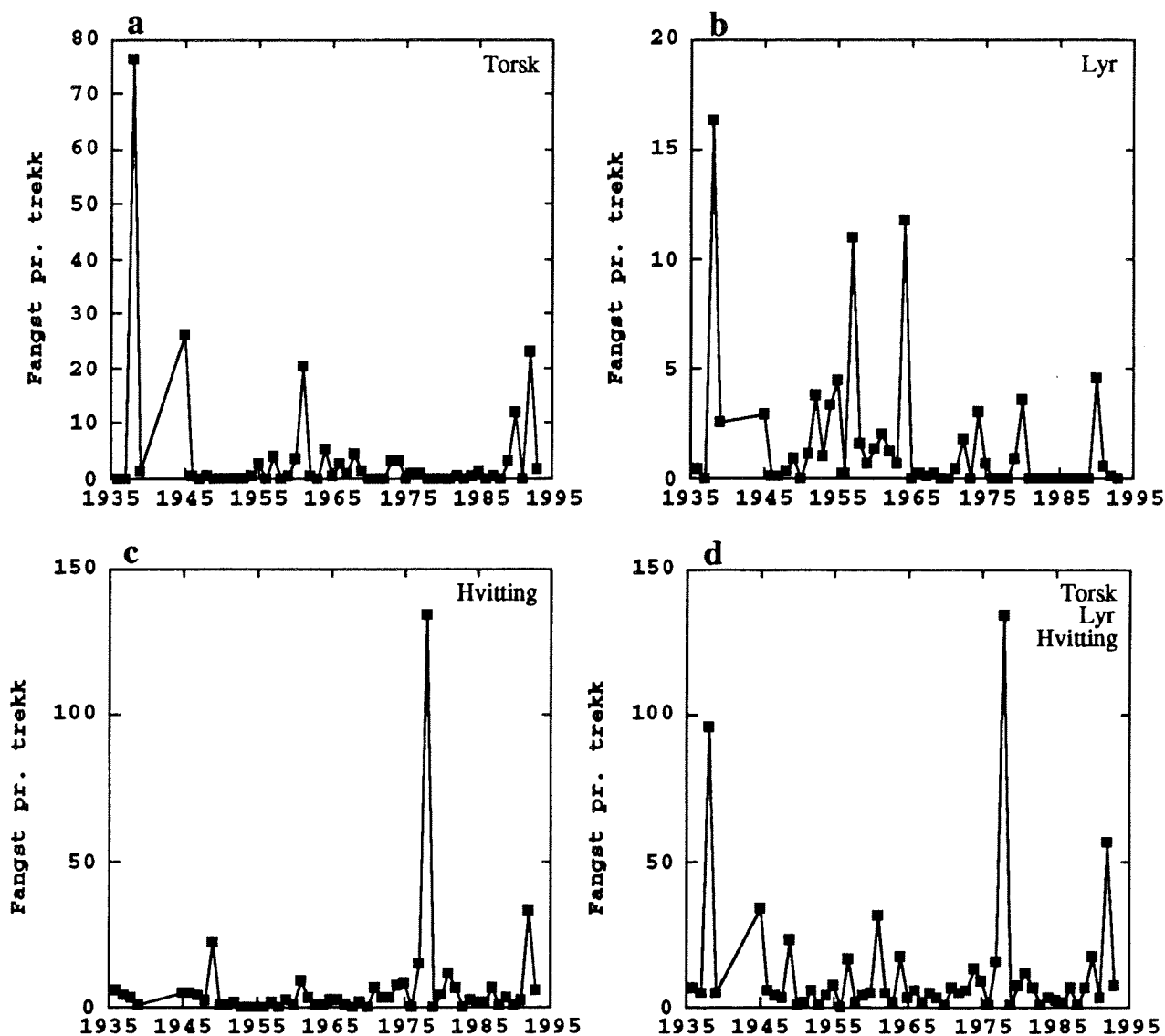


Fig. 37. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torskfisk i Indre Oslofjord i perioden 1936-1993: a) torsk, b) lyr, c) hvitting, d) torsk, lyr og hvitting.
 (Average catch of 0-group gadoids in the Inner Oslofjord 1936-1993: a) cod, b) pollack c) whiting and d) cod, pollack and whiting)

annet er det imidlertid blitt tatt gode fangster av spesielt torsk, slik som i 1938 da det ble fanget ca 73 torsk pr. trekk (analyse av alle de 27 stasjonene bekrefter at det var meget gode forekomster dette året). I 1945, 1961, 1990 og 1992 var det også forholdsvis gode torskefangster, noe som indikerer at fjorden har et høgt produksjonspotensiale. Når det gjelder hvitting er det grunn til å presisere at gjennomsnittsfangsten både i 1978 og 1992 gir et sterkt misvisende bilde av forekomstene siden nesten all hvittingen ble fanget i ett trekk, i begge tilfeller i ytterste trekket som ligger like innenfor det vestre innløpet til fjorden.

Sett på bakgrunn av at gjennomsnittsfangstene av torskfisk i Indre Oslofjord har vært like lave som i Langesund og Holmestrand etter reduksjonen i rekrutteringen, er det naturlig å stille spørsmål ved om det kan ha funnet sted en tilsvarende reduksjon i rekrutteringen av torskfisk

før strandnotundersøkelsene kom i gang. "Foreningen til fremme av fiskeriet i Oslofjorden innenfor Drøbak" har gitt ut årlig statistikk over fisk fanget i Indre Oslofjord og som er blitt levert ved Oslo Fiskemottak. Med utgangspunkt i dette materialet har Ruud (1968) publisert fangststatistikk for torsk i perioden 1872-1964 (Fig. 38). Som det framgår av figuren har det vært en del svingninger i leveransene. Dette har trolig sammenheng med at hovedtyngden av fangstene har bestått av småtorsk. Fangst basert på unge individer gjør fisket stekt avhengig av svingningene i årsklassestyrken. Det har imidlertid også vært en klar trend i leveransene, med en økning fra omkring 40-50 tonn torsk i åra før 1900 til omkring 100 tonn på slutten av 20-tallet. På begynnelsen av 30-tallet avtok leveransene drastisk til et gjennomsnitt på omkring 15 tonn etter 1933. Ruud presiserer at det er knyttet en god del usikkerhet til fangststatistikken siden hobbyfiske og leveranser utenfor fiskemarkedet kommer i tillegg. I en tidligere publikasjon antyder Ruud (1939) at reduksjonen i fiskeforekomstene kunne skyldes overfiske. Ved gjennomgang av fiskermantall, fangstmetoder og fangsttinningsfaktor, fant han at det ikke hadde funnet sted endringer som kunne forklare den store nedgangen i fiskeleveransene på begynnelsen av 30-tallet (Ruud 1968), og konkluderer med at nedgangen mest sannsynlig har sammenheng med forurensning av fjorden.

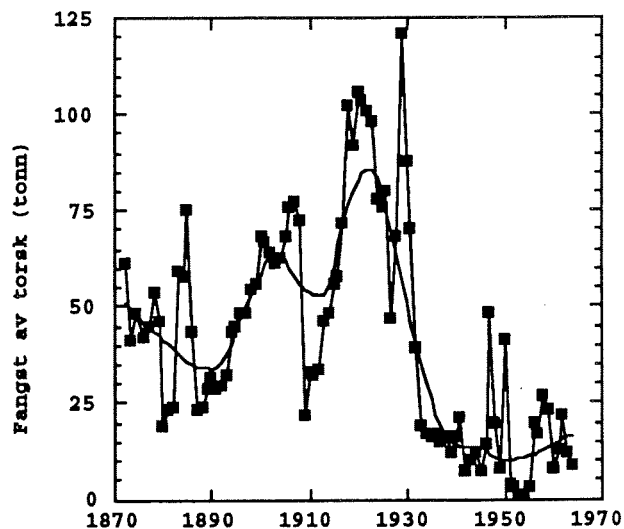


Fig. 38. Fangst av torsk i Indre Oslofjord levert ved fiskehallen i Oslo i perioden 1872-1964, glattet vha. LOWESS med tensjonsfaktor 0,2 (modifisert etter Ruud 1968).
(Commercial landings of cod in the Inner Oslofjord 1872-1964, smoothed by LOWESS with tension factor 0.2 (modified from Ruud 1968))

Sett på bakgrunn av fangststatistikken for torsk og de meget lave forekomstene av torskeyngel i strandnota, er det overveiende sannsynlig at det har funnet sted en betydelig reduksjon i rekrutteringen av torskefisk også i Indre Oslofjord. Etter som torskeleveransene hovedsaklig har bestått av unge individer, er det grunn til å anta at reduksjonen fant sted i 1929/1930. Foruten at forekomstene av torskeyngel har vært like lave i Indre Oslofjord som i Langesundfjorden og Holmestrandfjorden, er det også andre likhetsteegn. For det første tyder fangststatistikken av torsk på at reduksjonen fant sted i løpet av noen få år. Dernest ser det ut til at forekomstene av i hvertfall torsk har vært meget gode før den antatte reduksjonen i rekrutteringen.

3.4.4 Sørlandskysten

På Sørlandskysten fant det sted en reduksjon i forekomstene av enkelte torskefisk på midten av 70-tallet. Mest markert var reduksjonen i fangstene av hvittingyngel som falt fra ca. 100 til 30 fisk pr. trekk fra 1975 til 1976 (Fig. 4). Forut for dette fallet var det en betydelig økning i forekomstene. Etter 1976 har fangstene av hvitting svingt rundt et gjennomsnitt på ca. 30. 1976 var det siste året som ga brukbare fangster av 0-gruppe lyr (Fig. 3a), og glattekurva for torsk indikerer at også forekomstene av denne arten avtok på dette tidspunkt. Gjennomsnittsfangstene av torsk i 18-årsperioden før og etter 1976 var på henholdsvis 19,5 og 11,4 fisk pr. trekk. Samlet for torsk, lyr og hvitting falt fangstene til ca. en tredjepart på midten av 70-tallet (Fig. 39, det er grunn til å presisere at fallet først og fremst er knytte til hvitting og i noen grad lyr). Fallet ser ut til å ha skjedd i løpet av ett til to år, og det har ikke vært noen tegn til økning i forekomstene etter fallet. På 30- og 40-tallet var det også lave forekomster av 0-gruppe torskefisk, noe som skyldtes reduksjon i forekomstene av torsk og lyr. Denne reduksjonen hadde etter alt å dømme sammenheng med at ålegraset ble rammet av en sykdom som gjorde bunnen nærmest vegetasjonsløs. På midten av 70-tallet var det imidlertid ingen markerte endringer i dekningsgraden av bunnvegetasjonen (Fig. 30) som kan forklare reduksjonen i forekomstene av 0-gruppe torskefisk.

3.4.5 Fangst av 0-gruppe torsk, lyr og hvitting på Sørlandskysten i periodene 1958 -1975 og 1976 -1993

For å gi et bedre bilde av reduksjonen i rekrutteringen av torskefisk på midten av 70-tallet, er fangstene for torsk, lyr og hvitting på de enkelte stasjonene i 18-årsperioden før (1958-1975) og etter 1976 gjengitt (det ble valgt 18-årsperioder siden bunnvegetasjonens dekningsgrad i de to periodene var tilnærmet like, se Fig. 29a). Som det framgår av Fig. 40 har det vært store variasjoner i gjennomsnittsfangstene av torsk, lyr og hvitting på de ulike stasjonene i begge perioder. I perioden 58-75 varierte gjennomsnittsfangstene fra 10 fisk pr. trekk på stasjon 183 i Soppekilen ved Kragerø til 264 på stasjon 66 i Flødevigen ved Arendal. Det har også vært

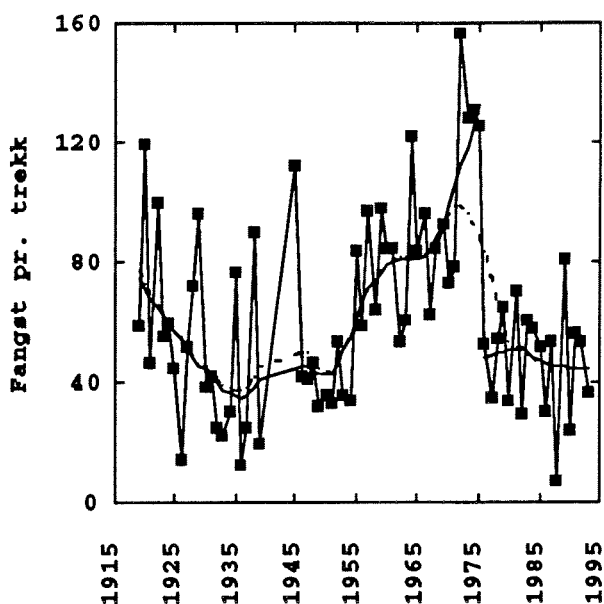
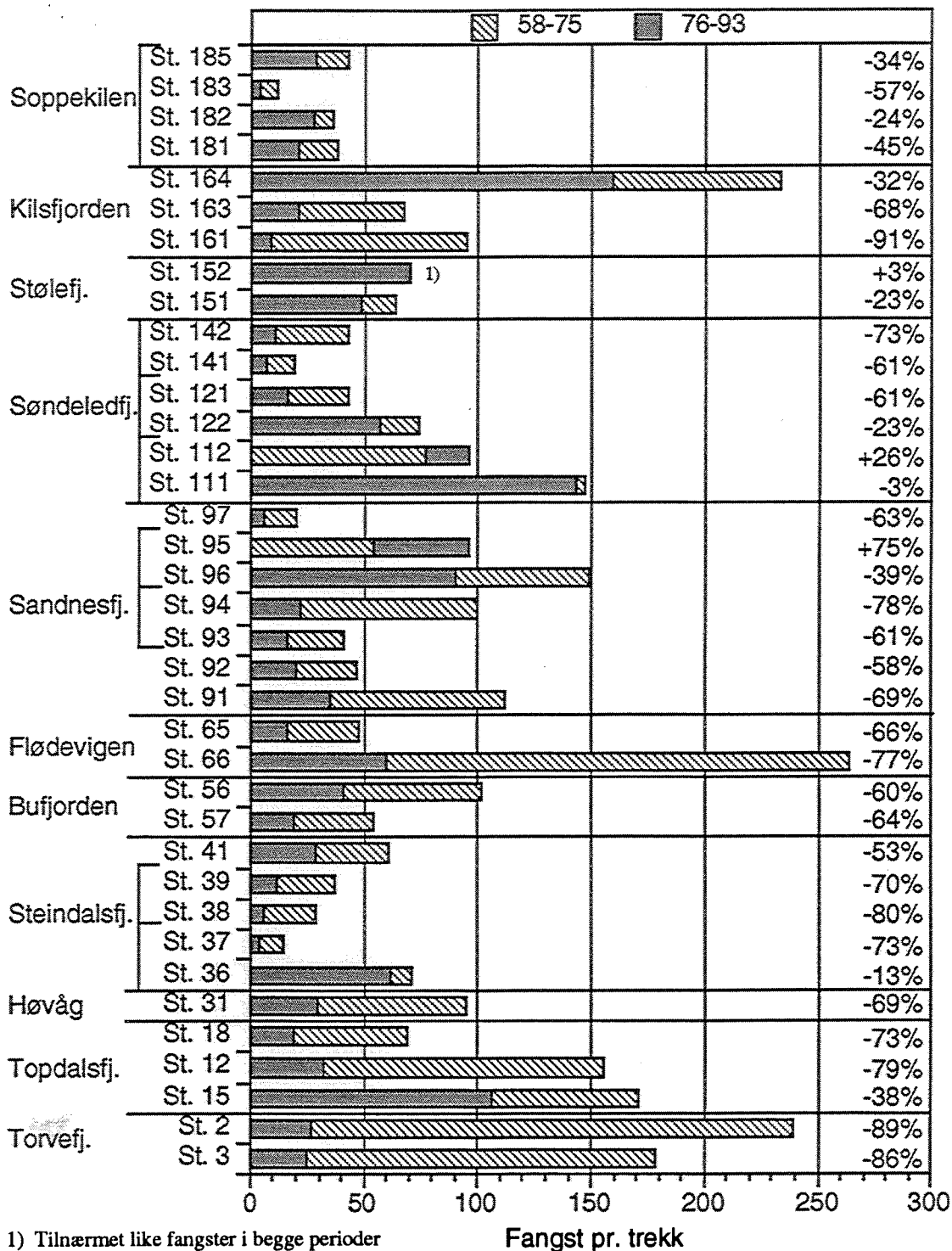


Fig. 39. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torsk, lyr og hvitting på Skagerrakkysten i perioden 1919-1993, glattet vha. LOWESS over hele perioden (stiplet linje) og i perioden før 1976 og etter 1976 (heltrukket linje).
(Average catch of 0-group cod, pollack and whiting on the coast of Sørlandet 1919-1993, smoothed by LOWESS over the whole period (dotted line) and in the period before 1976 and after 1976 (solid line))



1) Tilnærmet like fangster i begge perioder

Fig. 40. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torsk, lyr og hvitting på enkeltstasjoner på Sørlandskysten i 18-årsperiodene før og etter 1976 (gjennomsnittsfangstene er vektet, se material og metoder). Prosenttallene angir endringen fra første til andre periode. Innenfor hvert område angir stasjonenens plassering rangert avstand til åpen kystlinje, med nederste stasjon lengst inn og øverste stasjon lengst ute, slik at stasjon 15 ligger lengst inne i Topdalsfjorden og stasjon 18 lengst ute. Stasjoner som ligger like langt fra åpen kystlinje er markert med klammer, f.eks. stasjon 36 og 37.

(Average catch of 0-group cod, pollack and whiting at the individual beach seine stations on the coast of Sørlandet in the periods 1958-1975 and 1976-1993. The percentages are estimates of the changes from the first to the second period. Within each area the stations are ranked according to the distance to open coast line. In the Topdalsfjord, for instance, no. 15 is the innermost station and no. 18 the outermost station. Stations which are situated equally far from the open coast line are enclosed in brackets, for instance no. 36 and 37)

markerte forskjeller mellom de ulike områdene, med gjennomgående beskjedne fangster i Steindalsfjorden ved Lillesand og i Soppekilen, mens f.eks. stasjonene i Torvefjorden ved Søgne og i Topdalsfjorden ved Kristiansand ga generelt gode fangster i første periode. De største reduksjonene i fangstene har funnet sted på stasjon 2 og 66, der gjennomsnittsfangsten falt med henholdsvis 212 og 203 fisk pr. trekk, tilsvarende 89 og 77% reduksjon. Ser vi på områdene, har det vært størst nedgang i Torvefjorden, i Topdalsfjorden og i Flødevigen. Bildet er imidlertid forholdsvis sammensatt, med betydelige variasjoner i utviklingen på de ulike stasjonene. Mulige årsaker til dette kan illustreres med utviklingen i Sandnesfjorden ved Risør. I denne fjorden har det vært betydelige reduksjoner i fangstene av 0-gruppe torskefisk på alle lokaliteter, bortsett fra på stasjon 95 der det har vært en økning på 75%. Stasjon 95 og 96 ligger nær hverandre i ei lita bukt med forholdsvis trangt innløp. På stasjon 96 har det imidlertid vært en markert nedgang i fangstene, som i antall tilsvarer økningen på stasjon 95. På begge stasjoner domineres bunnvegetasjonen av ålegras, men utviklingen i vegetasjonsforholdene på de to stasjonene har vært markert forskjellig. I perioden 1958-1975 var det tilnærmet lik dekningsgrad på de to stasjonene (gjennomsnittlig 39 og 37%). Etter 1976 har den dekningsgraden økt til 61% på stasjon 95, mens den har avtatt til ca. 23% på stasjon 96. Hva som er årsak til ulik utvikling i vegetasjonsforholdene på de to stasjonene er usikkert, men en mulig forklaring kan være at ålegraset har klart seg bedre på stasjon 95 siden denne er markert grunnere (maks. djup på 4 m, mot 8 m på stasjon 96) og derved bedre lysforhold. Endringene i ålegrasmengden er den mest sannsynlige årsaken til at det har vært en økning i fiskemengden på stasjon 95 og en nedgang på stasjon 96. Lignende forhold har en hatt på stasjon 36 og 37, som ligger like ved sida av hverandre. Derimot har det ikke vært markerte endringer i dekningsgrad på de to stasjonene i Flødevigen som kan forklare de markerte reduksjonene i forekomstene av 0-gruppe torskefisk, noe som er i tråd med at det ikke fant sted noen markert endring i vegetasjonsforholdene samtidig med reduksjonen i forekomstene av 0-gruppe torskefisk. Eksemplene fra enkeltstasjonene ovenfor er kun ment som en illustrasjon på hvorfor ikke alle stasjoner viser lik utvikling mht. til fangster. Foruten vegetasjonsforholdene kan det tenkes at også andre lokale forhold kan ha innvirkning på fiskeforekomstene, slik som lokale forurensningskilder, endrede strømforhold som følge av byggeaktivitet mm. Som følge av at det trolig dreier seg om et komplekst problem, vil det ikke bli lagt vekt på enkeltstasjoner, men derimot på hovedtrekkene i utviklingen.

Som det framgår av Fig. 40 har det vært nedgang i forekomstene av 0-gruppe torskefisk langs hele Sørlandskysten fra første til siste periode. Nedgangen har vært spesielt stor i Torvefjorden og i Flødevigen, både prosentmessig og tallmessig, mens det har vært forholdsvis beskjeden nedgang i Sønedeledfjorden ved Risør og praktisk talt ingen nedgang i Stølefjorden ytterst i Kragerø skjærgård. Et interessant trekk er at det har vært markerte nedganger i Sandnesfjorden som ligger like ved Sønedeledfjorden. Ingen av fjordene er omgitt av betydelig industri eller bebyggelse. I bunnen av Sandnesfjorden munner imidlertid Storelva ut, mens det er langt mindre tilførsel av

ferskvann til Søndeledfjorden. Storelva er Aust-Agders nest største elv, kun Nidelva som renner ut ved Arendal er større. Et markert trekk ved de områdene som har hatt størst nedgang, er at de har hatt meget gode forekomster av yngel forut for nedgangen. I Torvefjorden var nedgangen på de to stasjonene i samme størrelsesorden som i Langesundsfjordene og i Holmestrandsfjorden.

I Fig. 41, 42 og 43 er endringene i fangstene for henholdsvis 0-gruppe torsk, hvitting og lyr gjengitt. For torsk og hvitting er bildet forholdsvis sammensatt. For eksempel har forekomstene av torsk økt på stasjon 163 og 164 i Kilsfjorden, mens det samlet for 0-gruppe torskefisk har vært en nedgang på begge disse stasjonene, spesielt på stasjon 163 der nedgangen har vært på 68%. På stasjon 161, som også ligger i Kilsfjorden, har det derimot vært en markert nedgang også i forekomsten av torsk. Årsaken til dette sammensatte bildet er trolig at forholdene på de enkelte stasjoner har utviklet seg forskjellig, f.eks. vegetasjonsforholdene, noe som kan ha gitt seg ulike utslag på de tre artene. For eksempel kan man tenke seg at forholdene på stasjon 163 har utviklet seg slik at forekomstene av hvitting og lyr er blitt redusert, mens utviklingen har vært gunstigere for torsk. På grunn av slike forhold, bør en legge vekt på hovedtrekkene i resultatene og mindre vekt på enkeltstasjoner og enkeltarter.

Den stasjonen som har gitt høyest fangst av torsk er stasjon 66 i Flødevigen med gjennomsnitt på nærmere 100 torsk pr. trekk i perioden 58-75. I siste periode avtok imidlertid fangstene med 86%. Foruten i Flødevigen har reduksjonen vært stor i Torvefjorden og i Sandnesfjorden, mens fangstene i Søndeledfjorden, Stølefjorden og Kilsfjorden har holdt seg forholdsvis jevnt. De største fangstene av hvitting er blitt tatt på stasjon 164 i Kilsfjorden med et gjennomsnitt på ca. 200 fisk pr. trekk (Fig. 42). Det var en markert reduksjon på denne stasjonen fram til andre periode, noe som også var tilfelle på de to andre stasjonene i Kilsfjorden. Størst nedgang i hvittingfangstene har det imidlertid vært på de to stasjonene i Torvefjorden, men også i Topdalsfjorden, Bufjorden, Flødevigen og i Sandnesfjorden har det vært markerte nedgang. I Søndeledfjorden og i Stølefjorden har det derimot ikke vært nevneverdige endringer i fangstene. For lyr er gjennomsnittsfangstene i perioden 1919-1929 også tatt med. Dette er gjort for å illustre hvilke stasjoner som ga gode fangster av lyr i en periode med betydelige forekomster (for de andre artene er ikke denne perioden tatt med siden figurene ble lite lesbare som følge av stor variasjon mellom perioder og stasjoner). Forekomsten av lyr på 20-tallet var i stor grad preget av at de ytre stasjonene ga de høyeste fangstene. Dette kommer spesielt godt fram i Sandnesfjorden og i Søndeledfjorden ved Risør, og ved at lyren generelt var mest tallrik på skjærgårdslokaliteter, slik som Torvefjorden, Bufjorden, Flødevigen, og Stølefjorden (selv om fjord inngår i navnet på flere av disse områdene, er de ikke fjorder i vanlig forstand). På stasjon 141 og 142, som ligger ytterst i Risør skjærgård, var det mye lyr på 20-tallet. Etter å ha blitt redusert er lyren ikke blitt erstattet av de to andre artene på disse stasjonene. Et annet interessant trekk er at Steindalsfjorden, som etter 1958 har gitt gjennomgående små fangster av 0-gruppe torskefisk, var forholdsvis rik på lyr

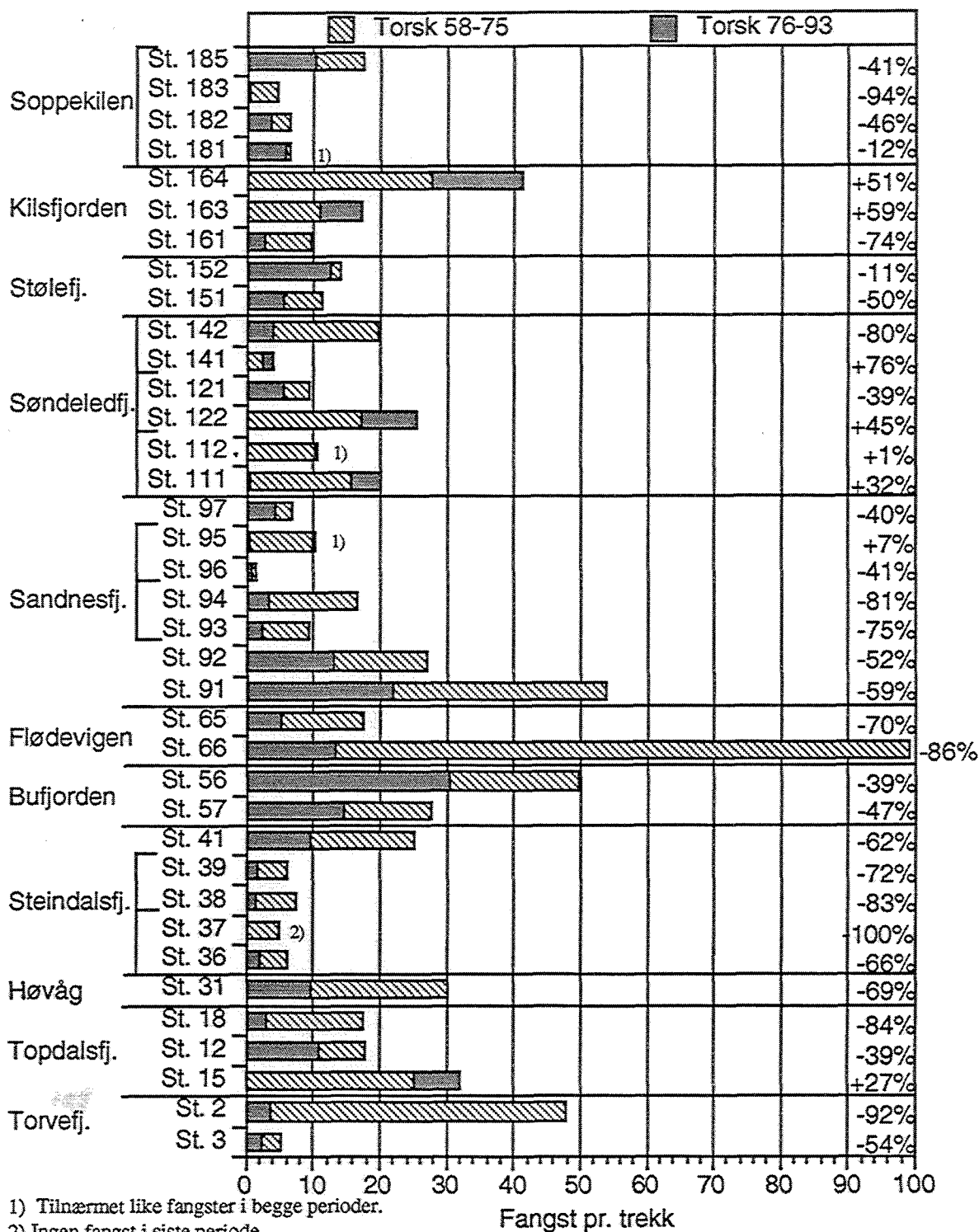


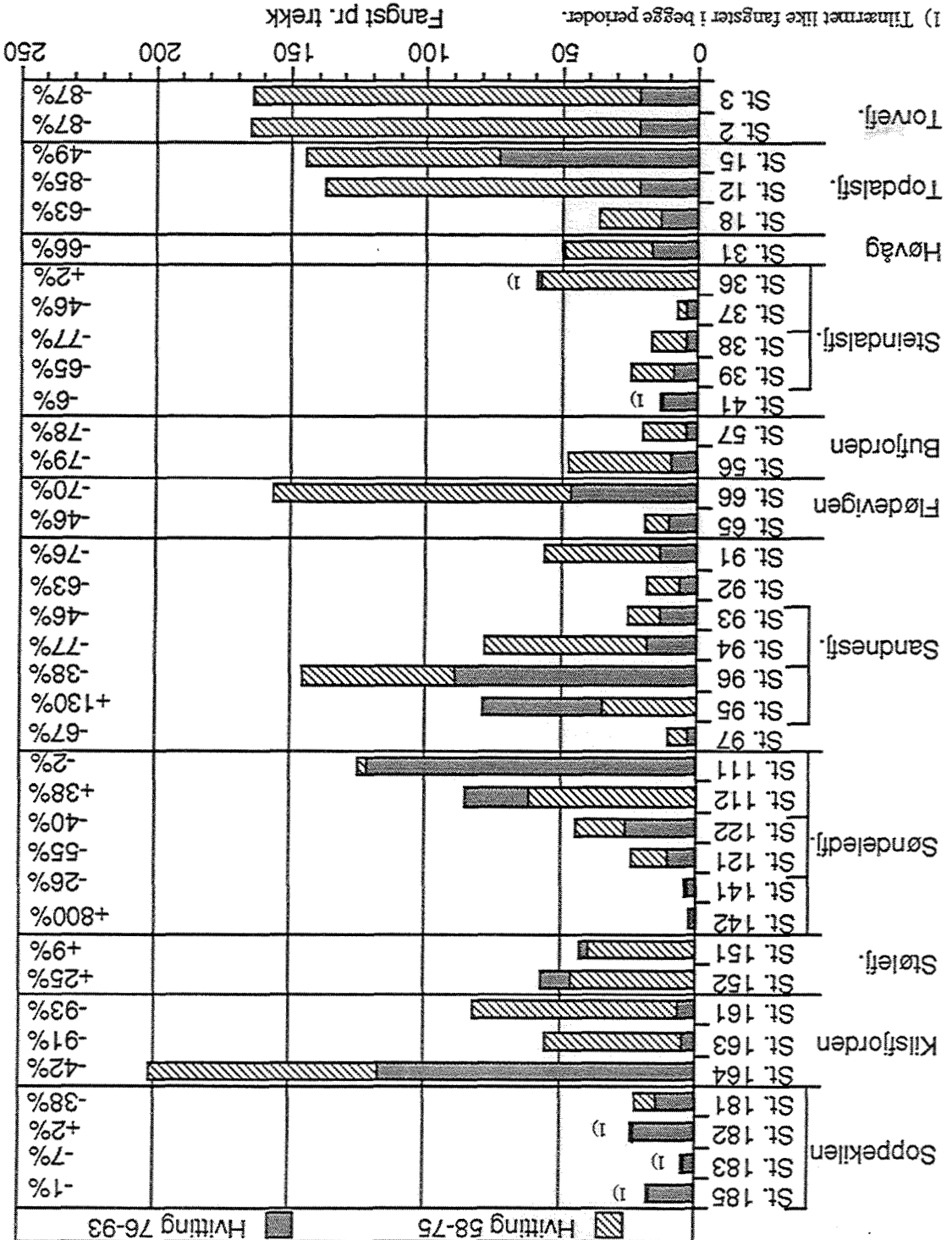
Fig. 41. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torsk på enkeltstasjoner på Sørlandskysten i 18-årsperiodene før og etter 1976 (gjennomsnittsfangstene er vektet, se material og metoder). Prosenttallene angir endringen fra første til andre periode. Innenfor hvert område angir stasjonens plassering rangert avstand til åpen kystlinje, med nederste stasjon lengst inn og øverste stasjon lengst ute, slik at stasjon 15 ligger lengst inne i Topdalsfjorden og stasjon 18 lengst ute. Stasjoner som ligger like langt fra åpen kystlinje er merket med klammer, f.eks. stasjon 36 og 37.

(Average catch of 0-group cod at the individual beach seine stations on the coast of Sørlandet during the periods 1958-1975 and 1976-1993. The percentages are estimates of the changes from the first to the second period. Within each area the stations are ranked according to the distance to open coast line. In the Topdalsfjord, for instance, no. 15 is the innermost station and no. 18 the outermost station. Stations which are situated equally far from the open coast line are enclosed in brackets, for instance no. 36 and 37)

(Average catch of 0-group whiting at the individual beach seine stations on the coast of Sørlandet during the periods 1958-1975 and 1976-1993. The percentages are estimates of the changes from the first to the second period. Within each area the stations are ranked according to the distance to open coast line. In the Topdalsfjord, for instance, no. 15 is the innermost station and no. 18 the outermost station. Stations which are situated equally far from the open coast line are enclosed in brackets, for instance no. 36 and 37)

etter 1976 (gjennomsnittsfangstene er vektet, se material og metoder). Prosentallene angir endringen fra første til andre periode. Innenfor hvert område angir stasjonens plassering rangert avstand til åpen kystlinje, med nederste stasjon lengst inn og øverste stasjon lengst ute, slik at stasjon 15 ligger lengst inne i Topdalsfjorden og stasjon 18 lengst ute. Stasjoner som ligger like langt fra åpen kystlinje er merket med klammer, f.eks. stasjon 36 og 37.

Fig. 42. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe hvitting på enkeltstasjoner på Sørlandskysten i 18-årsperiodene før og



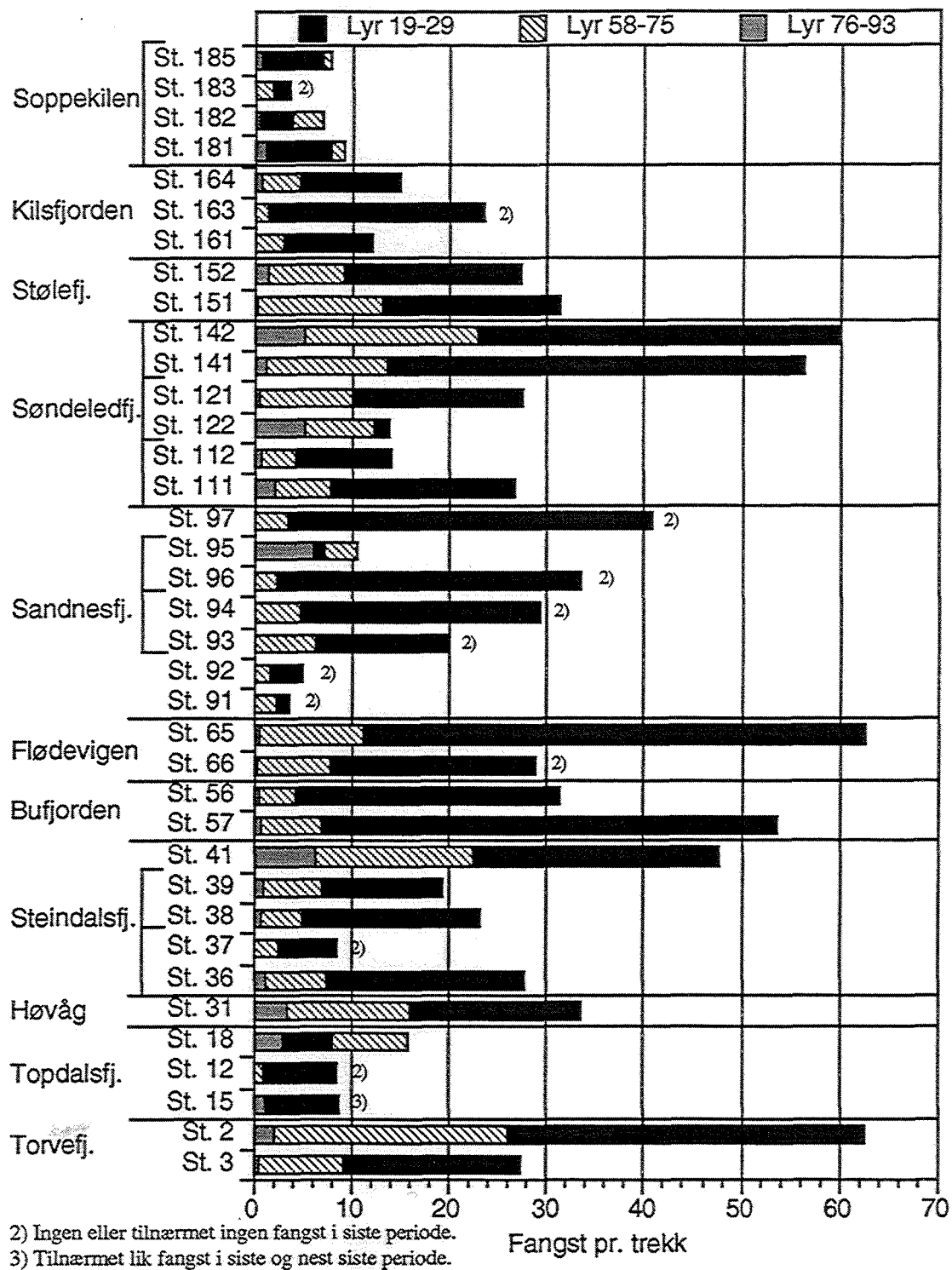


Fig. 43. Gjennomsnittsfangst av 0-gruppe lyr på enkeltstasjoner på Sørlandskysten i preioden 1919-1929 og i 18-årsperiodene før og etter 1976 (gjennomsnittsfangstene er vektet, se material og metoder). Innenfor hvert område angir stasjonens plassering rangert avstand til åpen kystlinje, med nederste stasjon lengst inn og øverste stasjon lengst ute, slik at stasjon 15 ligger lengst inne i Topdalsfjorden og stasjon 18 lengst ute. Stasjoner som ligger like langt fra åpen kystlinje er merket med klammer, f.eks. stasjon 36 og 37. (Average catch of 0-group pollack at the individual beach seine stations on the coast of Sørlandet during the periods 1919-1929, 1958-1975 and 1976-1993. Within each area the stations are ranked according to the distance to open coast line. In the Topdalsfjord, for instance, no.15 is the innermost station and no. 18 the outermost station. Stations which are situated equally far from the open coast line are enclosed in brackets, for instance no. 36 and 37)

på 20-tallet. Nedgang i fangstene av lyr fra 20-tallet og fram til perioden 1958-1975 var spesielt stor i Flødevigen, Bufjorden og Sandnesfjorden. Disse områdene har for øvrig knapt nok hatt registrerbare fangster etter 1976 (med unntak av st. 95 der det som tidligere nevnt har vært en markert økning i ålegrasvegetasjonen). For lyr har det vært en entydig utvikling med nedgang langs hele kysten.

Et spørsmål som naturlig melder seg er om andre arter kan ha overtatt plassen til yngelen av torskefiskene når forekomstene av disse artene har gått tilbake. For å belyse dette spørsmålet, er fangstene av typiske strandsonefisk utenom torsk, lyr og hvitting blitt plottet mot hvor stor prosentvis endring det har vært i fangsten av 0-gruppe torskefisk på de enkelte stasjonene (Fig. 44). Gjennomsnittsfangstene av strandsonefiskene er blitt beregnet for perioden 1989-

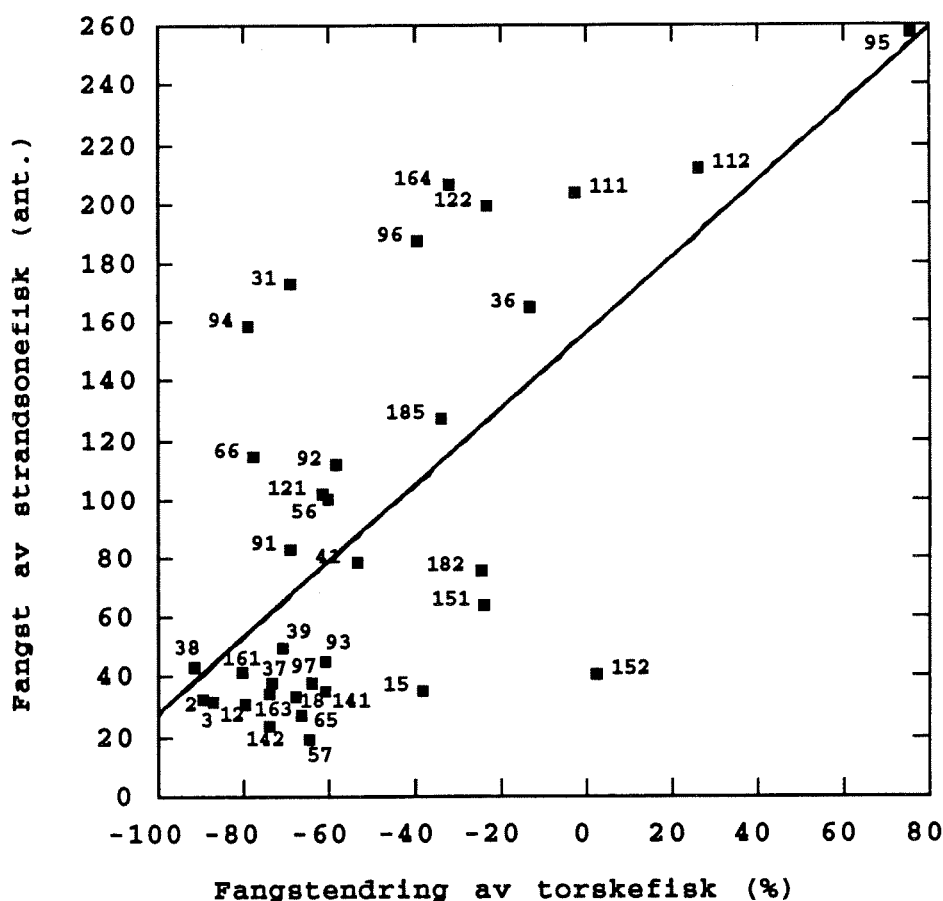


Fig. 44. Gjennomsnittsfangst av strandsonefisk på enkeltstasjoner i perioden 1989-1993 i forhold til den prosentvise endringen i fangstene av 0-gruppe torskefisk (torsk, lyr og hvitting) fra perioden 1958-1975 til perioden 1976-1993. Med strandsonefisk menes i denne sammenheng alle arter utenom torsk, lyr og hvitting, stumfisk som sild, brisling, sei, makrell, taggmakrell og stingsild, og små kutlingarter som slipper ut av strandnota idet den trekkes på land, slik som tang-, berg-, glass- og krystallkutling.
(Average catch of shallow water fish at the individual stations (y-axis) in relation to the percentage change in the catches of 0-group gadoids (cod, pollack and whiting) from the period 1958-1975 to the period 1976-1993 (percentages from Fig. 40). Shallow water fish include all species except cod, pollack and whiting, and schooling fishes like herring, sprat, saithe, mackerel, scad and three-spined stickleback., and small gobies that are not being retained in the beach seine)

1993, da alle arter er blitt telt opp. Gjennomsnittlig for hele perioden utgjorde svartkutling 62% av fangstene, bergnebb 14% og sandkutling 12%, slik at disse tre artene samlet utgjorde 88% av fangstene av strandsonefisk. Alle disse tre artene faller innenfor samme området som 0-gruppe torskefisk. Som det framgår av figuren er det en klar sammenheng mellom fangstene av typiske strandsonefisk og hvor stor prosentvis nedgang det har vært i forekomstene av torskeyngel på de enkelte stasjonene ved at de stasjonene som har hatt størst prosentvis nedgang gir lavere fangster av typiske strandsonefisk ($p < 0,001$, tosidig t-test, $r^2 = 0,439$, regresjonsanalysen gir tilnærmet samme resultat om stasjon 95 utelates).

Kort oppsummert viser resultatene at det har vært nedgang i forekomstene av 0-gruppe torskefisk på hele Sørlandskysten fra første til siste periode. Det har imidlertid også vært lokale variasjoner, med størst nedgang i Torvefjorden vest for Kristiansand og i Flødevigen ved Arendal. I Søndeledfjorden ved Risør og Stølefjorden ved Kragerø har det ikke vært nevneverdige forandringer i forekomstene av 0-gruppe torskefisk. Fangstene av lyr har imidlertid blitt markert redusert i alle områder.

3.4.6 Sammenligning av de ulike områdene

I Tabell 2 er gjennomsnittsfangstene av typiske strandsonefisk som er blitt fanget i perioden 1989-1993 gjengitt. På Sørlandskysten dominerte svartkuling, stingsild, bergnebb, sandkutling og grøngylt fangstene. Gjennomsnittfangsten av strandsonefisk var 114,6 fisk pr. trekk på Sørlandskysten og det gjennomsnittlige artsantallet var på 13,1 arter pr. trekk. De samme artene dominerte også i de tre andre områdene, men gjennomsnittsfangsten var betydelig lavere, spesielt i Grenlandsfjordene og i Indre Oslofjord. I disse områdene var også artsantallet pr. trekk markert lavere enn på Sørlandskysten og i Holmestrandsfjorden. Forekomsten av småkutlinger (hovedsaklig tang- og bergkutling) er gitt ved gjennomsnittet av antallskoder (se tabelltekst), noe som innebærer at det ikke er proporsjonalitet mellom reell gjennomsnittsfangst og angitt estimat. Forskjellen mellom 1,34 i Grenlandsfjordene og 2,08 på Sørlandskysten gir etter alt å dømme meget stort underestimat av den relative forskjellen mellom fangst av småkutlinger i de to områdene. Som tidligere vist er forekomstene av småkutlinger for tida meget stor på Sørlandskysten, med gjennomsnittsfangster på nærmere 6000 individer pr. trekk i Risørområdet i finmasket strandnot høsten 1993. Biomassemessig utgjorde småkutlingene i dette området nesten 60%, noe som indikerer at småkulingene kan ha en viktig posisjon i økosystemet. Imidlertid viser Tabell 2 at også forekomstene av småkutlinger var høyere på Sørlandskysten enn i de tre andre områdene. Resultatene gir ikke grunnlag for å fastslå hvor store forskjellene er.

Totalt sett viser disse resultatene at de områdene som har hatt den største nedgang i forekomstene av 0-gruppe torskefisk også gir de laveste fangstene av andre strandsonefisk. Det kan derfor

Tabell 2. Gjennomsnittsfangst av typiske strandsonefisk i perioden 1989-1993 i ulike områder. For småkutlinger (hovedsaklig tang- og bergkutling) er fangsten gitt som gjennomsnittet av fangstkoder (f.eks. kode 2- få individer, kode 5 - svært mange, se for øvrig materiale og metoder). Stimfisk som ikke er typiske for strandsona er ikke tatt med (sei, sild, brisling, sil, makrell og taggmakrell). Småkutlinger er ikke tatt med ved beregning av summen av artene pr. trekk. Antall arter pr. trekk omfatte alle arter av fisk og evertebrater. (Average catches of shallow water fish 1989-1993 in various areas. Schooling fishes like saithe, herring, sprat, sand-eel, mackerel and scad are not included)

Arter	Sørlandskysten	Grenlandsfj.	Holmestrandsfj.	Indre Oslofjord
Svartkutling	56,46	6,35	32,77	14,82
Stingsild	22,89	0,74	8,33	0,00
Bergnebb	12,71	2,39	7,20	13,78
Sandkutling	11,36	10,70	5,80	4,18
Grøngylt	4,58	1,84	6,30	3,02
Skrubbe	1,27	1,62	3,27	0,71
Tangstikling	1,05	0,20	1,93	0,93
Tangsnelle	0,79	0,00	0,97	0,16
Berggylt	0,68	0,17	0,57	0,18
Sypike	0,52	0,11	0,33	0,00
Sjøaure	0,27	0,29	0,40	0,05
Ål	0,15	0,63	0,43	0,40
Andre	1,92	0,52	2,93	0,70
Småkutlinger (knott)	2,08	1,34	1,63	1,53
Sum	114,6	25,6	71,2	38,9
Ant. arter pr. trekk	13,1	9,4	13,0	9,9

konkluderes med at andre arter ikke har overtatt plassen til torskefiskene. For øvrig framgår det at de områdene som har hatt aller størst nedgang i fiskeforekomstene, også har lavere gjennomsnittlig artsantall pr. trekk.

Resultatene tyder derfor på at det er en rekke likhetstrekk ved nedgangen i forekomstene av torskefisk i de ulike områdene på Skagerrakkysten, der de mest framtrede er:

1. Endringen ser ut til å ha funnet sted i løpet av ett til to år.
2. Etter nedgangen har det ikke på noen av stedene vært noen tegn til økning i forekomstene.
3. Torskefiskene er ikke blitt erstattet av andre strandsonefisk. Tvert imot er forekomsten av andre strandsonefisk generelt betydelig lavere i områder som har hatt stor nedgang i torskeforekomstene.
4. Forut for nedgangen har det vært meget gode forekomster av torskefisk. I flere områder har

det vært klare tegn til en økning i forekomstene forut for nedgangen, slik som i Indre Oslofjord og på Sørlandskysten. På grunnlag av fiskeforekomstene har det derfor ikke vært tegn som kunne tyde på at nedgang i rekrutteringen har vært nært forestående.

5. Nivået på rekrutteringen av torskefisk har etter reduksjonen vært omtrent det samme i Grenlandsfjordene, i Holmestrandsfjorden og i Indre Oslofjord. På Sørlandskysten var den totale nedgangen betydelig mindre, noe som trolig har sammenheng med at en del områder har hatt liten eller ingen nedgang. Resultatene indikerer imidlertid at enkelte områder, deriblant Torvefjorden, har hatt nedgang i rekrutteringen av torskefisk i samme størrelsesorden som i de tre forannevnte områdene.

3.4.7 Mulige årsakssammenhenger

Hypoteser om årssakssammenhenger ved de plutselige fallene i rekrutteringen av enkelte torskefisk omfatter: 1) Naturlige variasjoner, 2) overfiske, 3) lave oksygenmengder, 4) forurensning, herunder miljøgifter og overgjødning.

Naturlig variasjon

Det er flere forhold som taler mot at endringene skyldes naturlige variasjoner. En kunne ha tenkt seg at de hydrografiske og meteorologiske forholdene kunne ha blitt plutselig og varig forandret. Det foreligger imidlertid ingen rapporter om slike forandringer, og analyse av hydrografiske data fra Skagerrakkysten ga ingen holdepunkter for at det har funnet sted slike forandringer (Johannessen og Dahl, arbeid sendt for publisering). Det forhold at reduksjonene har funnet sted på ulike tidspunkt (i perioden 1930 til 1976) taler også mot en slik forklaring. At det heller ikke har sammenheng med den naturlige år-til-år variasjonen i rekrutteringen er åpenbart ut fra bruddet i tidsseriene, og at det etter reduksjonene ikke har vært noen tegn til økning i rekrutteringen.

Overfiske

En mulig forklaring kunne ha vært overfiske. Det er imidlertid sterke argumenter mot dette. Resultatene viser at forekomstene av ikkekommersielle fiskeslag gjennomgående er betydelig lavere der det har funnet sted svikt i rekrutteringen av torskefisk. Hvitting er for øvrig en fisk som i liten grad blir beskattet. Ved overbeskatning av kommersielle fiskelag skulle man ha forventet en økning i de ikkekommersielle fiskeslagene både som følge av økt mattilgang og ved nedsatt predasjon (beiting) fra store fiskeslag som torsk og lyr. I forbindelse med nedgangen i Indre Oslofjord undersøkte Ruud (1968) mulighetene for at nedgangen i torskefisket kunne ha

sammenheng med overfiske, endret beskatningsmønster eller innsats. Ut fra foreliggende fiskeristatistikk konkluderte han med at nedgangen i torskefangstene neppe kunne ha sammenheng med fiskeriene.

Oksygenforholdene

Samtidig med strandnotundersøkelsene er det blitt foretatt målinger av oksygen, temperatur og saltholdighet i ulike djup i de samme områdene som strandnotttrekkene er blitt tatt. Disse målingene viser at det har vært en markert nedgang i oksygenmetningen langs hele Skagerrakkysten (Johannessen og Dahl op. cit.). Det er imidlertid ingen ting som tyder på at det er en direkte sammenheng mellom oksygenmengde og reduksjonene i rekrutteringen. For eksempel har oksygenmengden i Grenlandsfjordene (utenfor Frierfjorden) hele tida vært tilfredsstillende i alle djup, mens det i bunnvannet (ca. 30 m djup) i Sørfjorden i Risørområdet der stasjon 111 og 112 ligger, har vært nesten konstant råttent vann gjennom hele undersøkelsesperioden. Fangstene på stasjon 111 og 112 har holdt seg gode helt fram til i dag. Det kan derfor konkluderes med at nedgangen i rekrutteringen ikke har sammenheng med at oksygenforholdene er blitt kritisk lave.

Forurensning

Det er flere forhold som peker på at forurensning er den mest sannsynlige årsaken til rekrutteringsnedgangen i de ulike områdene. For det første ble de områdene som har størst belastning på miljøet rammet først. Allerede på 30-tallet var man meget bekymret for forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord, og da spesielt av forurensning fra kloakken (Braarud 1945). De neste områdene som opplevde betydelig reduksjon i rekrutteringen av enkelte torskefisk var Grenlandsfjordene og Holmestrandsfjorden på midten av 60-tallet. Begge disse områdene har betydelig belastning på miljøet fra industri, jordbruk og befolkningen. Foruten lokale tilførsler til Holmestrandsfjorden (Bokn 1987; Anon. 1990), kan miljøet også tenkes å være påvirket av vann som strømmer ut fra Drammensfjorden der det er påvist både forhøyete næringssaltverdier og miljøgifter (Hvoslef et al. 1986). Fra industrien i Grenlandsområdet har det vært tilført store mengder næringssalter (Johannessen og Dahl op. cit.) og miljøgifter (Molvær et al. 1979).

Siden nedgangen i rekrutteringen av torskefisk i de ulike områdene viser likhetstrekk, kan det tenkes å være en felles årsakssammenheng. Eventuelt hvilke forurensningstyper som kan ha forårsaket rekrutteringsnedgangen gir datamaterialet ikke grunnlag for å fastslå.

I Grenlandsfjordene avtok gjennomsnittslengden av torsk fra 10,0 cm før rekrutteringsnedgangen til 9,3 cm etter nedgangen ($p < 0,001$, to-sidig t-test), og for hvitting fra 12,3 til 11,7

cm ($p < 0,001$). I Holmestrandfjorden endret størrelsene på torsken seg lite etter nedgangen (9,2 mot 9,1 cm), mens størrelsen på hvitting avtok fra 12,7 til 12,0 cm ($p < 0,001$, fangstene av lyr har i begge områder vært så beskjedne etter rekrutteringsnedgangen at det ikke gir grunnlag for en sammenligning av størrelse). Dersom mattilgangen hadde vært like god før og etter rekrutteringsnedgangen, skulle man heller ha forventet en økning i størrelsen på fisken pga. betydelig redusert næringskonkurranse. I laboratorium er det vist at ved næringsoverskudd kan torsk vokse inntil 5 ganger raskere enn i naturen (Braaten 1984). En mulig årsak til nedgangen i rekrutteringen kan derfor skyldes endret energiflytmønster som har ført til mindre mat til larver og yngel av torskefisk.

3.4.8 Nedgang i forekomstene av lyr

Lyr har tradisjonelt hatt en meget sentral rolle på toppen av næringspyramiden i økosystemet på Skagerrakkysten. I tillegg er lyr sammen med torsk den viktigste arten for kommersielt fiske og for hobbyfiske. Nedgangen i forekomstene av lyr har vært spesielt stor, fra et gjennomsnitt på 25,0 lyr pr. trekk på 20-tallet til 0,6 pr. trekk etter 1985. Lyren har derved blitt redusert fra å spille en meget sentral rolle i kystøkosystemet på Skagerrakkysten til nesten å bli borte. Det foreligger ingen sammenheng mellom nedgangen og endringer i temperaturforholdene. Heller ikke endringer i vegetasjonsforholdene skulle tilsi en slik nedgang. Parallelt med nedgangen i forekomstene av lyr var det en økning i forekomstene av hvitting, slik at hvittingen kan tenkes å ha fortrenget lyren. Årsaker til en slik utvikling kan tenkes å ha sammenheng med overfiske av lyr, mens hvitting i liten grad beskattes, eller ved at det har skjedd gradvise endringer i miljøforholdene som har favorisert hvitting. Det siste året med brukbar rekruttering av lyr på Sørlandskysten var i 1976. Omtrent samtidig hadde hvittingen en betydelig nedgang i rekrutteringen. Det ser derfor ut til at de forhold som rammet rekrutteringen av hvitting har rammet lyr enda hardere. Tradisjonelt har lyr vært langt mer tallrik i de ytre deler av fjordene og i skjærgården enn inne i fjordene (Fig. 43), noe som kan tyde på at lyren trives best i oseaenisk vann og unngår det mer stagnerende fjordvannet som generelt mindre oksygenrikt og har lavere saltholdighet. Det kan derfor se ut til at lyren er mer følsom for miljøpåvirkninger enn torsk og hvitting, enten miljøpåvirkningene er menneskeskapte eller naturlige.

4 REFERANSER

- ANON. 1990. Oppdrett av laksefisk i Vestfold. *Vestfold Fylkeskommune Næringsjefen*: 1-39 + kart.
- ANON. 1994. Oversikt over norske vassdrag med anadrome laksefisk pr. 01.01.1994. *Direktoratet for Naturforvaltning*: 1-42.
- BERGE, J.A., GREEN, N., RYGG, B. og SKULBERG, O. 1988. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismsamfunn langs kysten. *NIVA-rapport, 328A/88*: 1-44.
- BLEGVAD, H. 1917. Om Fiskenes Føde i de danske Farvande inden for Skagen. *Beretning til Landbrugsministeriet, 24*: 17-72.
- BOKN, T. 1987. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandsfjorden. Gruntvannssamfunn 1985 og 1986. *NIVA-rapport 0-85127*: 1-12.
- BRAARUD, T. 1945. Forurensning og selvrensning av sjøvann. Undersøkelser i Oslofjorden. *Naturen, 69*: 212-235.
- BRAATEN, B. 1984. Growth of cod in relation to fish size and ration level. S. 677-710 i DAHL, E., DANIELSSEN, D.S., MOKSNESS, E. og SOLEMDAL, P. red. *The Propagation of Cod Gadus morhua L. Flødevigen rapportser. 1*.
- COSTELLO, M.J. 1991. Review of the biology of wrasse (Labridae: Pisces) in Northern Europe. *Prog. Underwater Sci., 16*: 29-51.
- GJØSÆTER, J. og JOHANNESSEN, T. 1988. Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988, effekter på bunnfauna på Sørlandskysten. *Flødevigen meldinger, 3 1988*: 1-26 + appendiks.
- GJØSÆTER, J., ENERSEN, K., HANSEN, K., PAULSEN, Ø. og SOLLIE, Aa. 1993. Norway pout, *Trisopterus esmarkii* (Nilsson), from the littoral zone of the Norwegian Skagerrak Coast. *Sarsia, 78*: 101-103.

- HENRIKSEN, A. 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Sammendrag av årsrapport 1992. *NIVA-rapport 532*: 1-33.
- HOLM, T. og MATTSON, S. 1981. *Thorogobius ehippiatus* (Pisces) found on the west coast of Sweden. *Sarsia*, 66: 87-88.
- HOLM, T. og MATTSON, S. 1990. Kutlingen *Thorogobius ehippiatus* oppdaget på norskekysten. *Fauna*, 2: s 70.
- HOP, H., DANIELSSEN, D.S. og GJØSÆTER, J. 1993. Winter feeding ecology of cod (*Gadus morhua*) in a fjord of southern Norway. *Journal of Fish Biology*, 43: 1-18.
- HVOSLEF, S., KIRKERUD, L., KNUTZEN, J., KVALVÅGNÆS, K., MAGNUSSON, J., MJELDE, M., NÆS, K., PEDERSEN, A., RYGG, B. og WIİK, Ø. 1987. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-1984. Konklusjonsrapport. *NIVA-rapport 266/86*: 1-38.
- JOHANNESSEN, T. og TVEITE, S. 1989. Influence of various physical environmental factors on 0-group cod recruitment as modelled by partial least-squares regression. S. 311-318 i BLAXTER, J.H.S., GAMBLE, J.C. og WESTERNHAGEN, H. v. red. *The early life history of fish. P.-v. Réunion. Cons. int. Explor. Mer*, 191.
- JOHANNESSEN, T. og GJØSÆTER, J. 1990. Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988 - ettervirkninger på fisk og bunnfauna langs Sørlandskysten. *Flødevigen meldinger*, 6: 1-68 + appendiks.
- LAGLER, K.F., BARCACH, E.J., MILLER, R.R. og PASSINO, D.R.M. 1977. *Ichthyologi*. John Wiley & Sons, New York. 506 s.
- LØVERSEN, R. 1946. Undersøkelser i Oslofjorden 1936-1940. Fiskeyngelens forekomst i strandregionen. *FiskDir. Skr. Ser. HavUnders.*, 8: 1-34.
- MARTENS, M. og MARTENS, H. 1986. Partial least square regression. I PIGGOTT, J.R. red. *Statistical procedures in food research..* Elsevier, London.

- MOLVÆR, J., BOKN, T., KIRKERUD, L., KVALVÅGNÆS, K., NILSEN, G., RYGG, B. og SKEI, J. 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skiensselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. *NIVA-rapport*, 8: 1-252.
- ODUM, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 574 s.
- PEDERSEN, A., OUG, E. og GREEN, N. 1990. Oppblomstringen av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. *NIVA-rapport*, 403A/90: 1-92.
- PETHON, P. 1985. *Aschehougs store fiskebok*. H. Aschehoug, Oslo. 447 s.
- ROLLFSEN, G., DANNEVIG, G., MOSBY, H., SUNNANÅ, K. og TAMBS-LYCHE, H. 1960. *Havet og våre fisker 2*. J.W. Eide. 111 s.
- RUUD, J.T. 1939. Torsken i Oslofjorden. *FiskDir. Skr. Ser. HavUnders.*, 6: 1-71
- RUUD, J.T. 1968. Changes since the turn of the century in the fish fauna and the fisheries of the Oslofjord. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 17: 510-517.
- TVEITE, S. 1971. Fluctuations in year-class strength of cod and pollack in southeastern Norwegian coastal waters during 1920-1969. *FiskDir. Skr. Ser. HavUnders.*, 16: 65-76.
- TVEITE, S. 1984. 0-group cod investigations on the Norwegian Skagerrak coast. S. 581-590 i DAHL, E., DANIELSSEN, D.S., MOKSNESS, E. og SOLEMDAL, P. red. *The Propagation of Cod Gadus morhua L. Flødevigen rapportser. 1*.
- WHEELER, A. 1969. *The Fishes of the British Isles and North-West Europe*. Macmillan. 613 s.
- YONGE, C.M. 1963. *The sea shore*. Collins, London and Glasgow. 350 s.

5 VEDLEGG

Vedlegget inneholder kartfigurer som viser plassering av strandnotstasjonene i de ulike områdene.

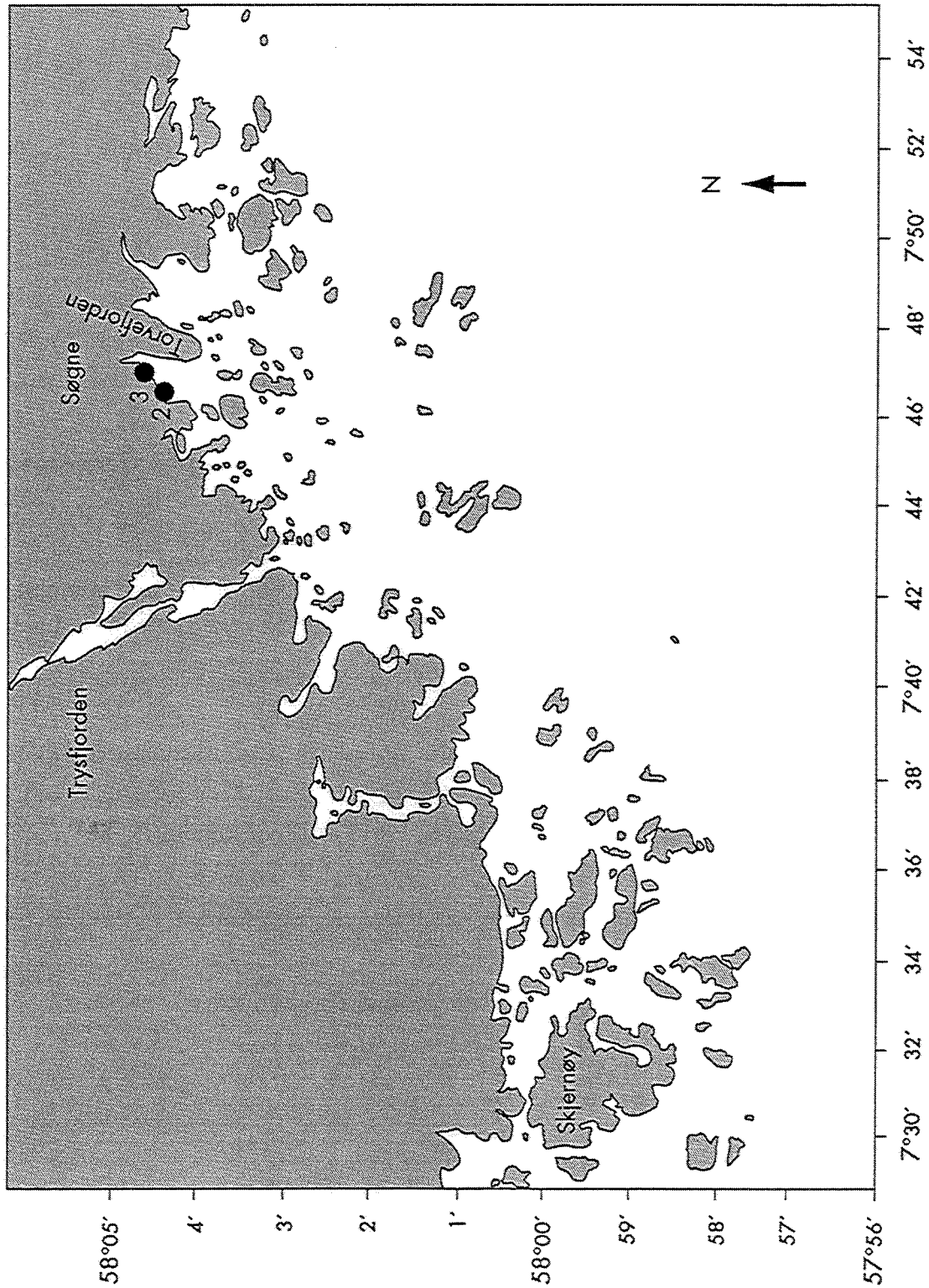


Fig. 45. Strandnotstasjoner i Torvefforden vest for Kristiansand.
(Beach seine stations in the Torvefford west of Kristiansand)

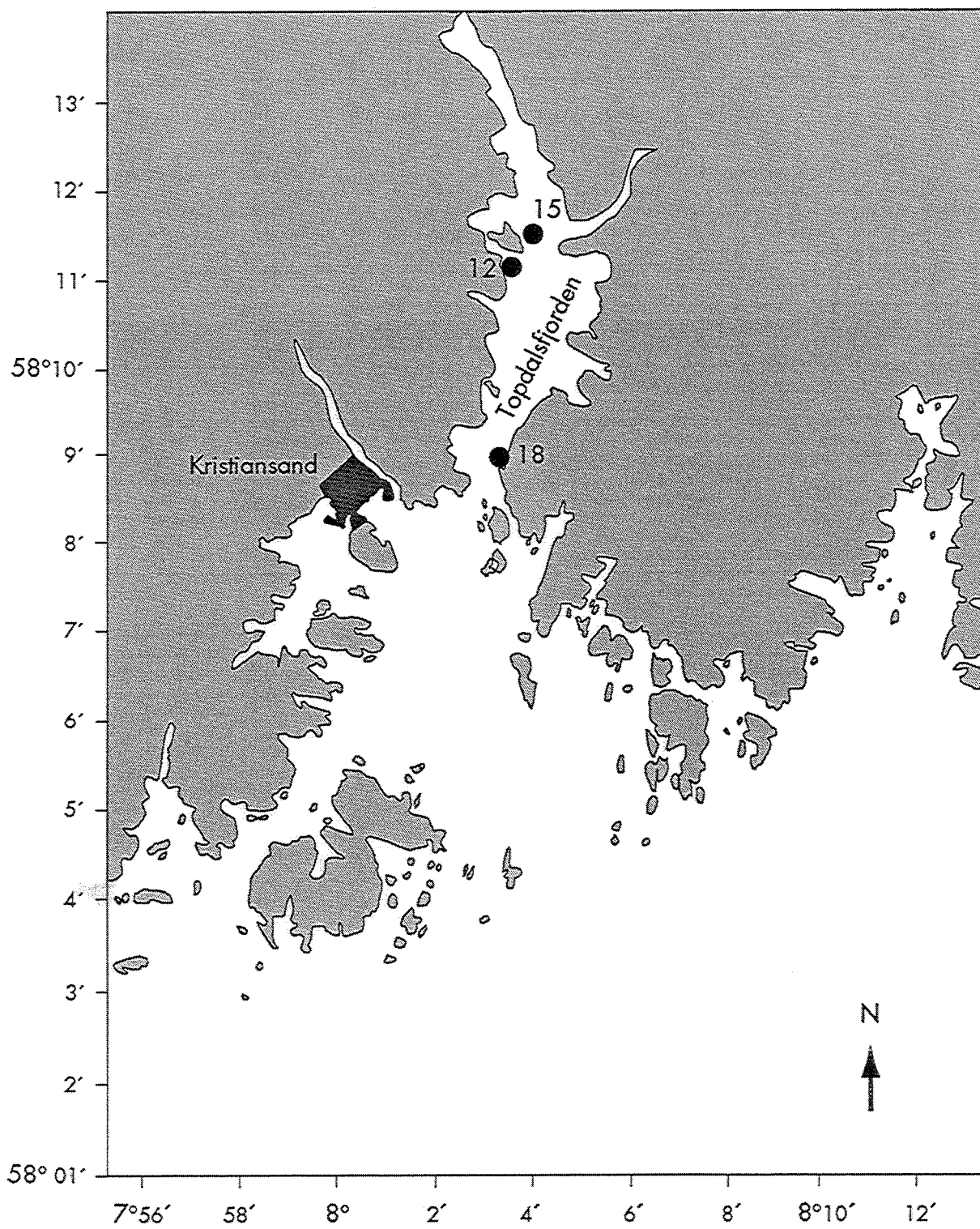


Fig. 46. Strandnotstasjoner i Topdalsfjorden ved Kristiansand.
(Beach seine stations in the Topdalsfjord near Kristiansand)

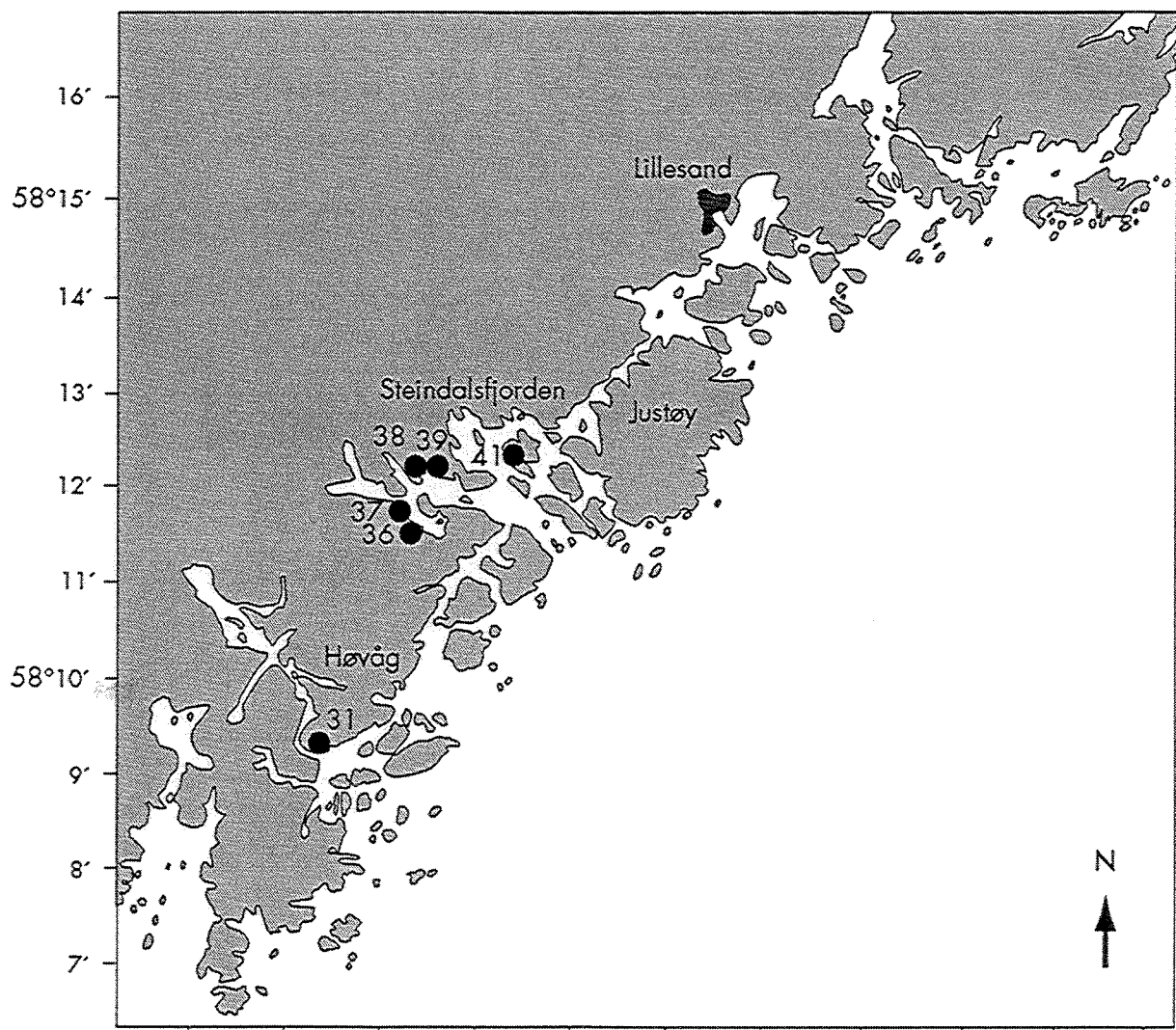


Fig. 47. Strandnotstasjoner i Høvåg og Steindalsfjorden ved Lillesand.
(Beach seine stations in Høvåg and in the the Torvefjord near Lillesand)

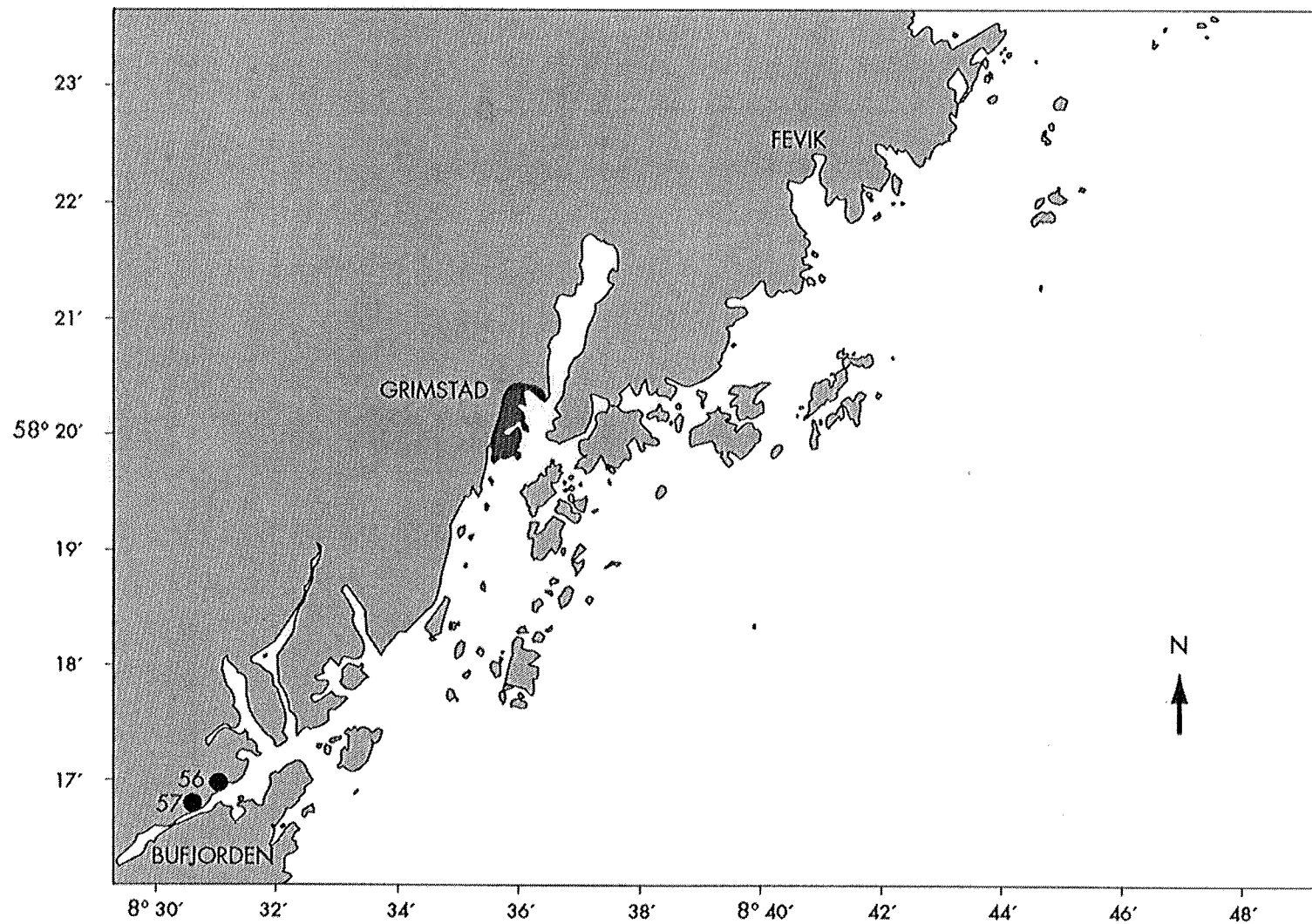


Fig. 48. Strandnotstasjoner i Bufjorden ved Grimstad.
(Beach seine stations in the Bufjord near Grimstad)

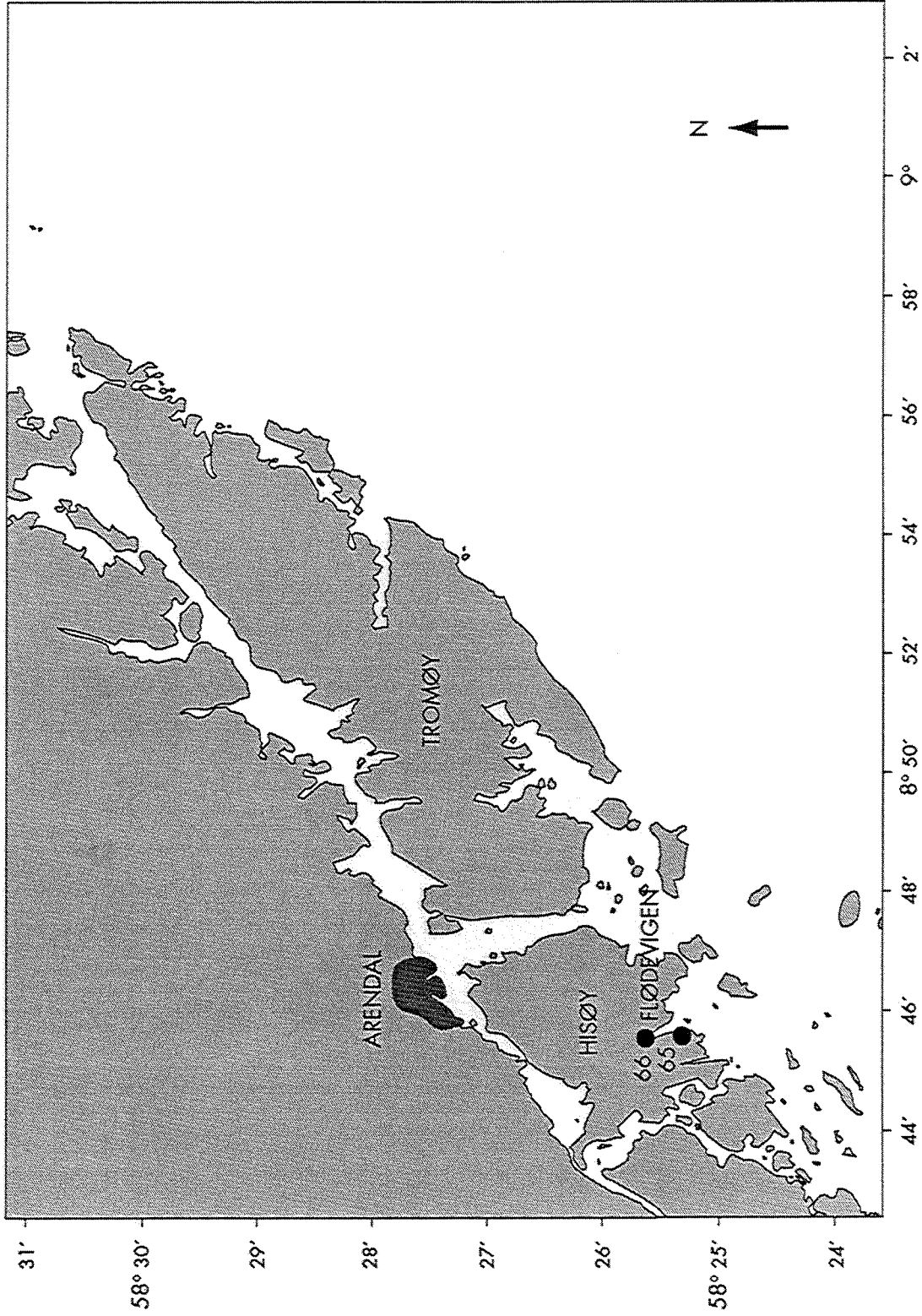


Fig. 49. Strandnotasjoner i Flødevigen ved Arendal.
(Beach seine stations in Flødevigen near Arendal)

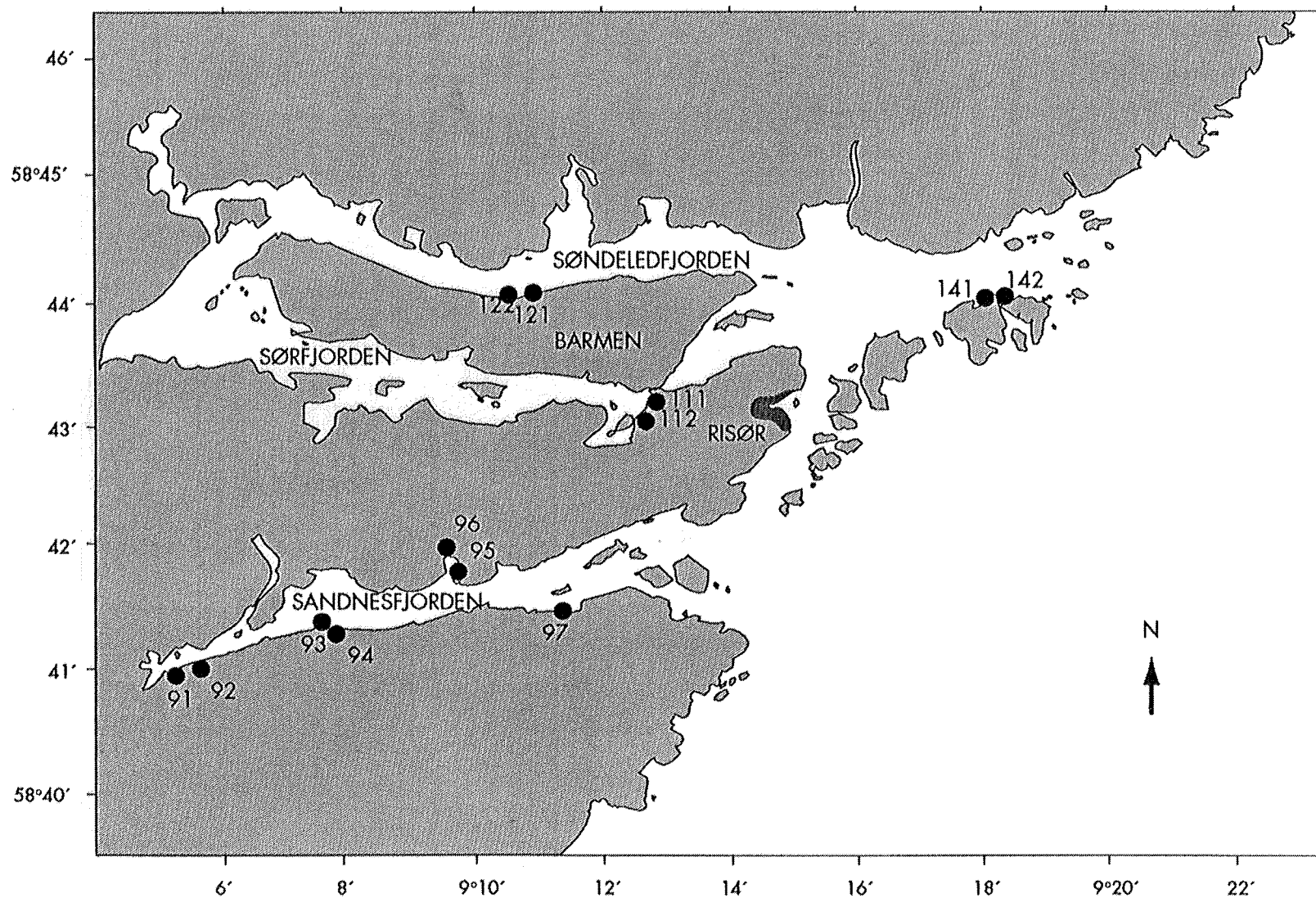


Fig. 50. Strandnotstasjoner i Sandnesfjorden og Sønedeledfjorden ved Risør.
(Beach seine stations in the Sandnesfjord and the Sønedeledfjord near Risør)

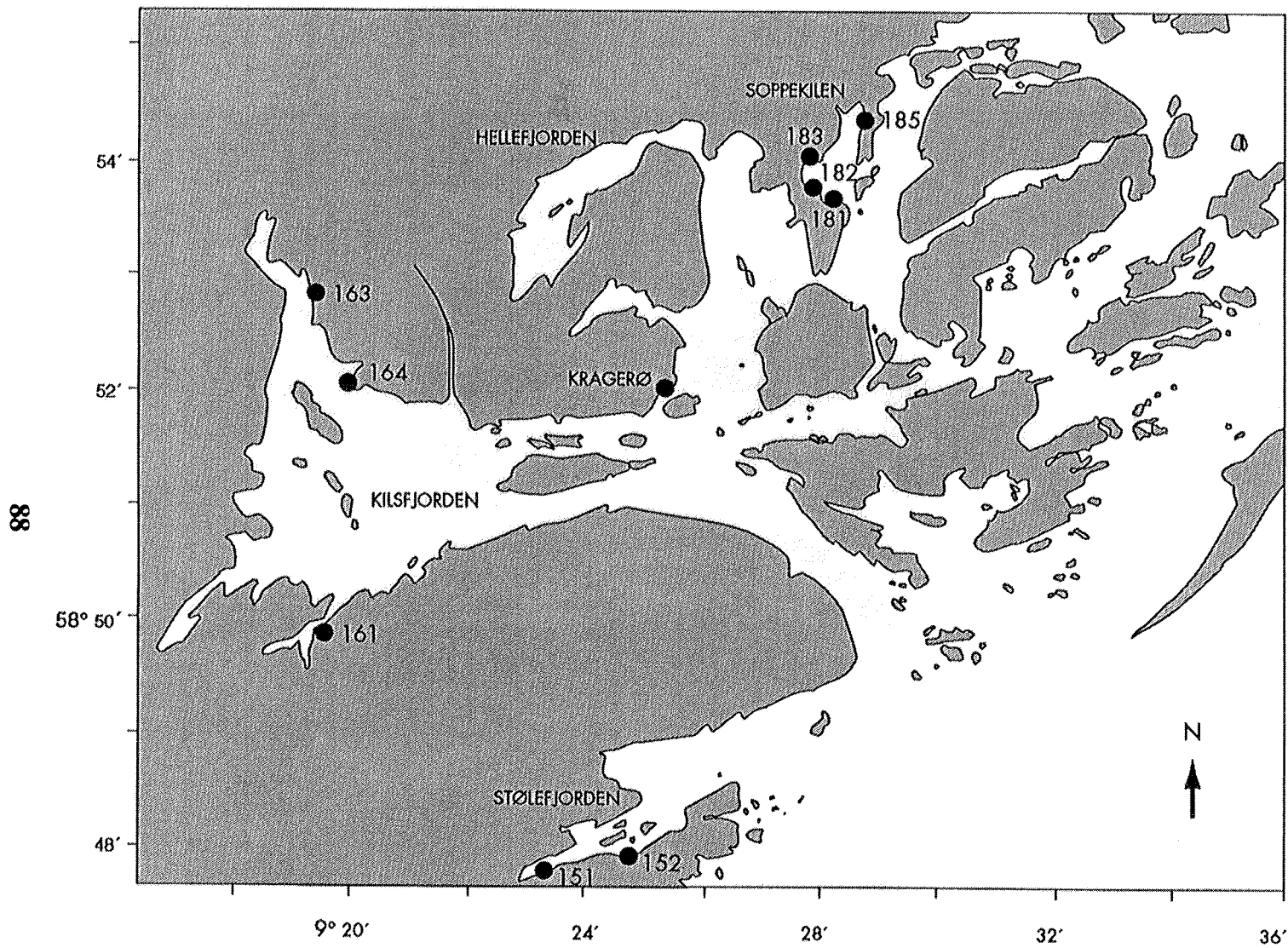


Fig. 51. Strandnotstasjoner i Stølefjorden, Kilsfjorden og Soppekilen ved Kragerø.
(Beach seine stations in the Støleffjord, the Kilsfjord and Soppekilen near Kragerø)

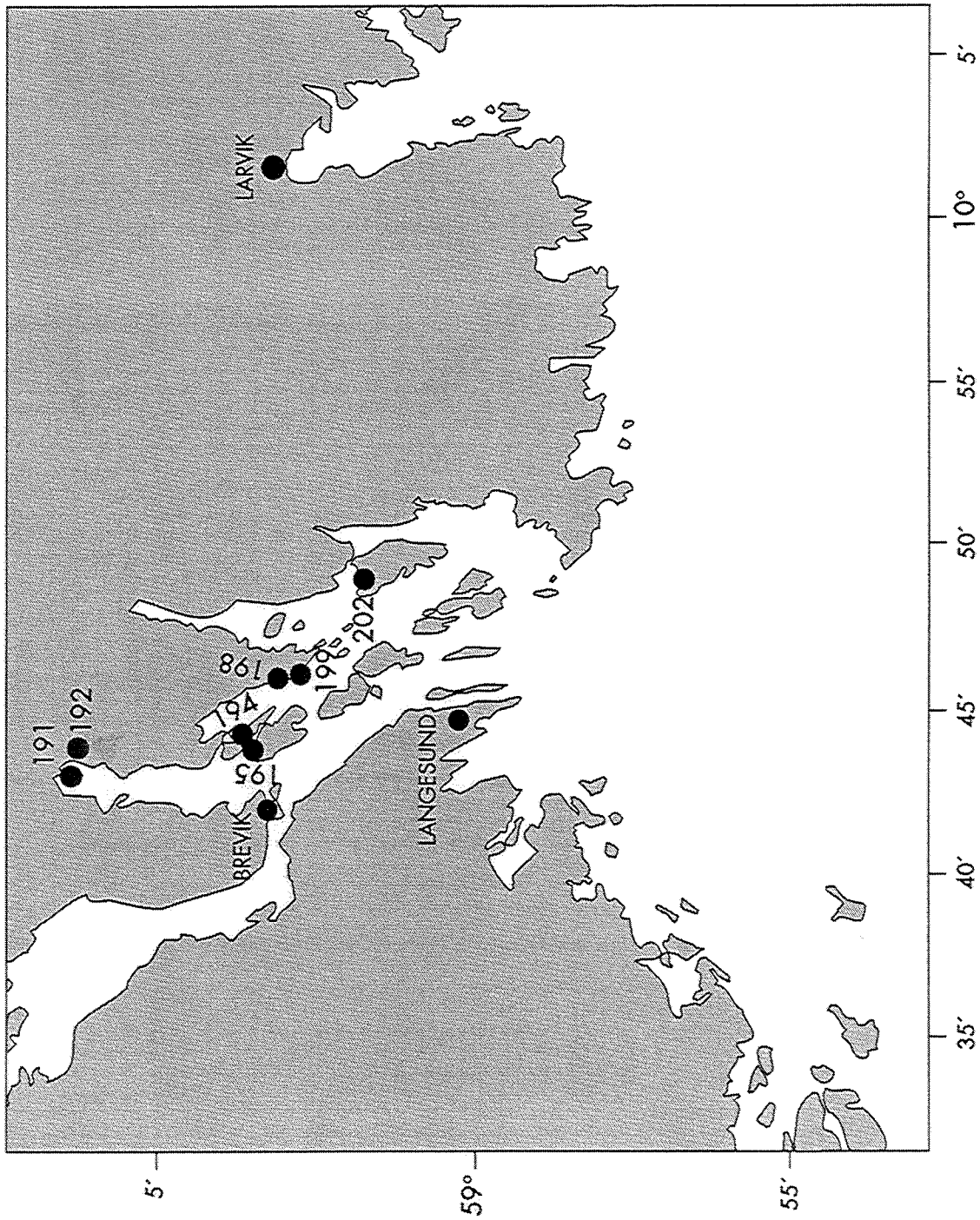


Fig. 52. Strandnotstasjoner i Grenlandsfjordene.
(Beach seine stations in the Greenland area)

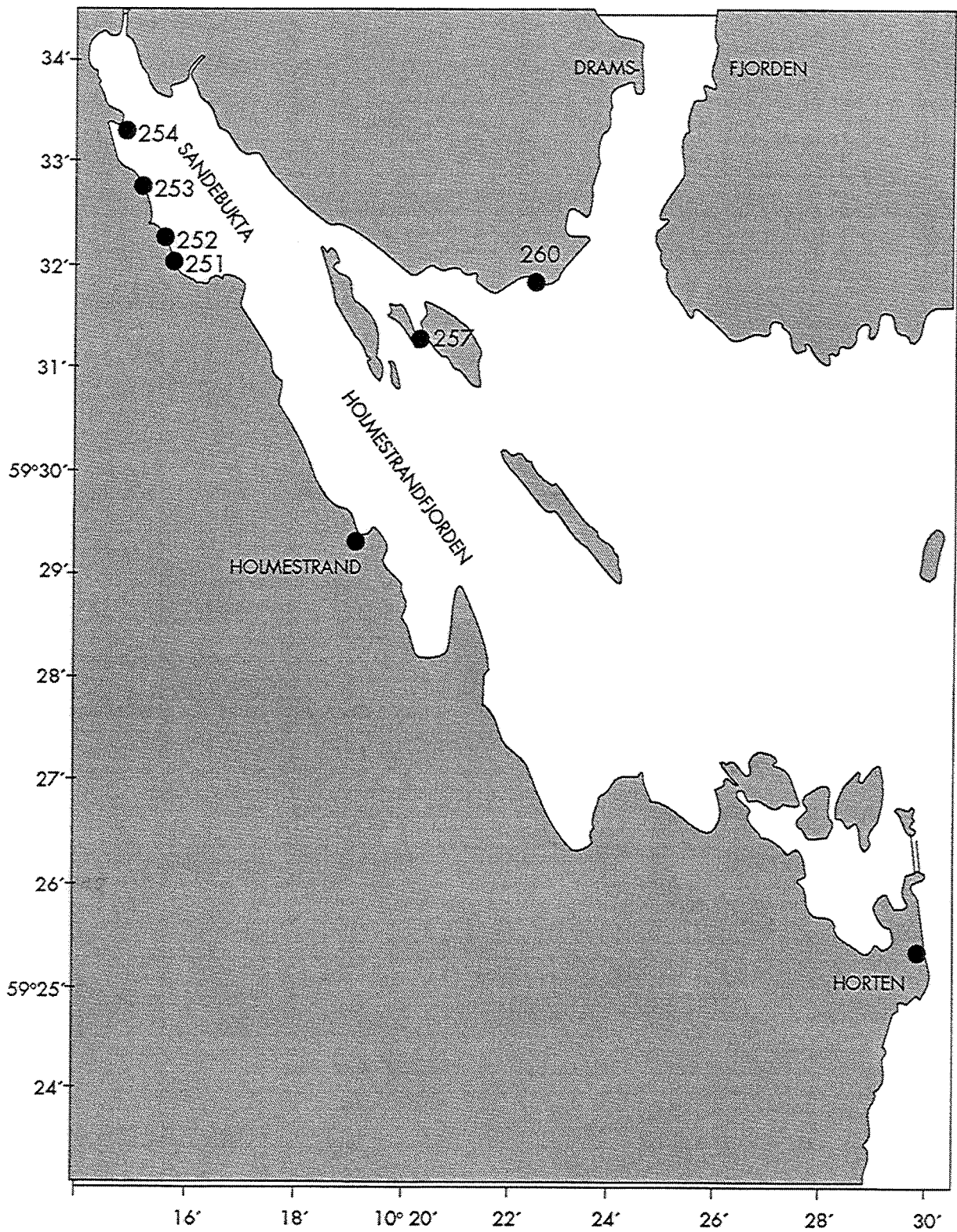


Fig. 53. Strandnotstasjoner i Holmestrandfjorden.
(Beach seine stations in the Holmestrandfjord)

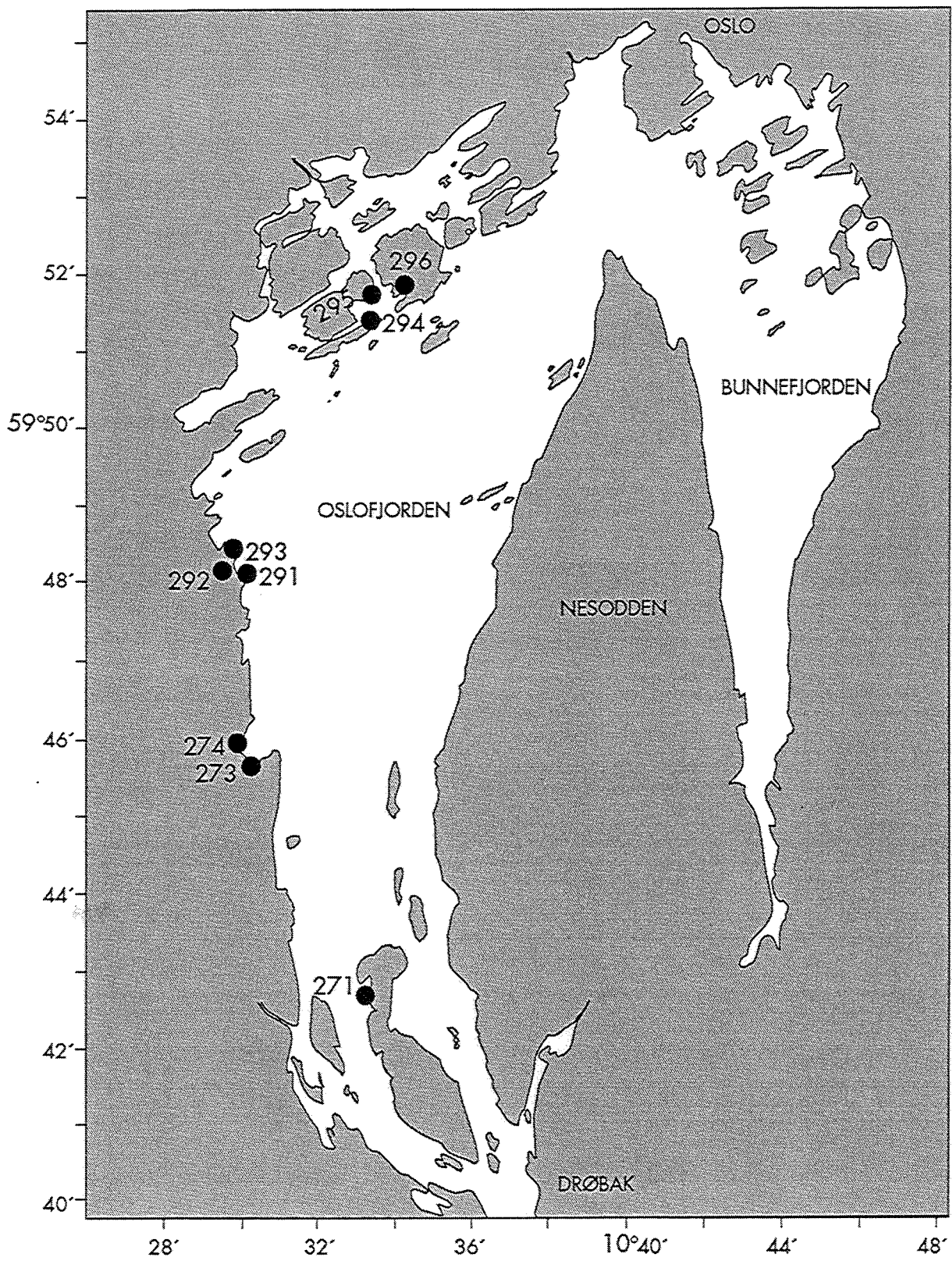


Fig. 54. Strandnotstasjoner i Indre Oslofjord.
(Beach seine stations in the Inner Oslofjord)