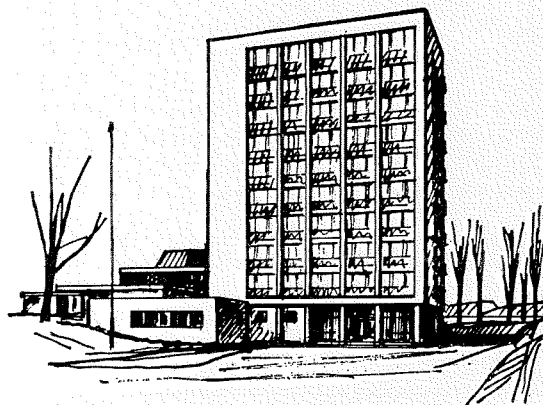


FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

Els. 1

Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



SERIE B NR. 2

1973

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

OPPDRETT AV LAKSEFISK I NORSKE KYSTFARVANN
MILJØ OG ANLEGGSTYPER

av

Bjørn R. Braaten og Roald Sætre
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Boks 2906, 5011 Bergen - Nordnes

Redaktør
Erling Bratberg

SERIE B NR. 2
1973

Januar 1973

R 3909

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
<u>1. Innledning</u>	1
<u>2. Hydrografisk oversikt</u>	3
2.1 Vannmassenes utbredelse	3
2.2 Materialet	4
2.3 Variasjoner	6
2.4 Vannutskiftningen i fjordene	9
2.5 Tidevann	9
<u>3. Lokaliseringsfaktorer</u>	10
3.1 De enkelte faktorer	10
3.2 Måling av lokaliseringsfaktorer	16
<u>4. Generell biologi til laks og regnbueørret</u>	18
4.1 Laks	18
4.2 Regnbueørret	19
<u>5. Oppdrettsmetoder</u>	20
5.1 Anlegg på land	21
5.2 Anlegg i tidevannssonen	29
5.3 Avstengninger under tidevannssonen	29
5.4 Flytedammer	32
5.5 Anlegg under sjøoverflaten	35
<u>6. Fisketetthet i ulike anleggstyper</u>	35
6.1 Tetthetsberegninger av småfisk	35
6.2 Fisketetthet i ulike sjøanlegg	39
<u>7. Oppsummering og diskusjon</u>	43
<u>8. Litteratur</u>	47
<u>9. Figurer</u>	53
<u>10. Tabeller</u>	88

1. INNLEDNING

Oppdrett av fisk og skalldyr i kommersiell målestokk har lange tradisjoner i Østen. I de senere år har også saltvannsoppdrett fått en stadig større betydning med Japan som foregangsland. Flere land har fulgt utfordringen, og intensiv forskning er igang bl.a. i USA, Canada, England og Skottland. Hos oss har interessen særlig vært knyttet til oppdrett av regnbueørret, som i de siste 2-3 år har fått konkurranse av laksen. En rekke forskningsprosjekter i marint oppdrett er nå igang og flere er under planlegging.

Allerede i 1912 ble de første bevilgningene gitt fra Stortinget til oppdrettsforsøk med regnbueørret i saltvann. Forsøkene, som ble utført av Cato Aall nær Ålesund, mislyktes, og ble først tatt opp igjen i midten av 1950-årene av bl.a. brødrene Vik i Sykkylven. Etter flere års forsøk lyktes de å overføre yngel av laks og regnbueørret fra ferskvann til saltvann. Etter denne tid er det kommet et økende antall saltvannsanlegg i drift langs hele norskekysten, opp til Vesterålen.

Stadig flere har oppdaget de gode naturlige betingelser langs våre kyster, men opprinnelig var det mangelen på egnede ferskvannskilder og temperaturforholdene som gjorde at sjøvann kom i søkelyset (SEDGEWICK, 1966). SEDGEWICK (1970) mente at den store fordel ved bruk av saltvann til oppdrett av regnbueørret var:

- a) I norske kystfarvann er det gunstige temperaturforhold som gjør at fisken spiser i en lengre periode av året og av den grunn vokser raskere.
- b) Det er mindre risiko for sykdom i sjøen.
- c) Fisk kan holdes ved en større tetthet i sjøvann enn i ferskvann under forutsetning at vanngjennomstrømningen er lik.

- d) Det påstås at fisken kan utnytte fóret bedre i saltvann enn i ferskvann.

Det har videre vært hevdet at kvaliteten på oppdrettsfisken blir bedre i saltvann enn i ferskvann. Holdbarheten av de ovennevnte påstander kan diskuteres, og bare en bredt anlagt forskning kan gi svar på dette.

Det er minst fire gode grunner til at saltvannsoppdrett er særlig fordelaktig langs vår kyst:

- 1) De meget varierte og godt egnede topografiske forhold.
- 2) Ubegrenset tilgang på rent vann.
- 3) Jevn tilgang på billig råfór i form av industrifisk og fiskeavskjær.
- 4) Gunstige temperatur- og strømforhold.

Den store interessen for oppdrett skaper et øyeblikkelig behov for opplysning og veiledning. Gjennom årenes løp har det blitt publisert en rekke større og mindre artikler vedrørende fiskeoppdrett bl.a. (JENSEN 1962, ANON. 1971), men vanligvis er stoffet spredt og lite tilgjengelig for den enkelte oppdretter. Det er meget viktig å samle all tilgjengelig informasjon og erfaring fra inn- og utland og publisere det i en form som kan nå alle. Dette arbeid er ment å være en hjelp for de som ønsker å starte med saltvannsoppdrett og spesielt av laksefisk. Etersom kunnskapsmengden øker og erfaringen vokser, vil materialet i denne artikkel nødvendigvis være gjenstand for fornyelse, forbedring og revurdering.

2. HYDROGRAFISK OVERSIKT

2.1 Vannmassenes utbredelse

Den første generelle oversikt over hydrografien langs Norskekysten ble gitt av HELLAND-HANSEN og NANSEN (1909). I de senere år er interessen for de hydrografiske forhold i våre kystfarvann øket. Dette har blant annet sammenheng med en bedret forståelse av rekrutteringsmekanismen hos våre store fiskebestander, med den økende forurensning og de store muligheter for oppdrett av marine organismer som vår kyst gir.

Langs Norskekysten er det to vanntyper som dominerer, nemlig Atlanterhavsvann og Kystvann. Ifølge den vanlige definisjon er vann med saltholdighet høyere enn 35 ‰ Atlanterhavsvann og vann med saltholdighet lavere enn dette Kystvann. Fig. 1 viser de strømsystemer som har betydning langs Norskekysten. De kraftigste pilene indikerer Kystvannet og de svakeste, Atlanterhavsvannet. Vi ser at hovedmengden av Atlanterhavsvannet kommer inn i Norskehavet mellom Færøyene og Shetland. Noe av dette varme og salte vannet går inn i Nordsjøen, men største delen fortsetter nordover utenfor Norskekysten. Ut fra Østersjøen føres et overskudd av ferskvann på omkring 500 km^3 pr. år (WYRTIK, K. 1954). Dette vannet blander seg med sjøvann og føres ut gjennom Beltene som Den Baltiske strøm. Deretter fortsetter det langs Norskekysten og får da navnet Den Norske Kyststrøm eller bare Kyststrømmen. På sin vei får Kyststrømmen tilført omkring 400 km^3 ferskvann fra Norge pr. år (TOLLAN 1968).

På veien nordover vil Kystvannet blande seg med det salttere Atlanterhavsvann som ligger utenfor og under Kyststrømmen. Saltholdigheten i Kyststrømmen vil derfor stige jo lenger nord vi kommer. Blandingen resulterer også i at forskjellen i temperatur og saltholdighet mellom overflatelaget og de dypere lag blir mindre jo lenger nord en kommer. Denne

reduksjon i stabiliteten av vannmassene vil forhindre isdannelse i Nord-Norge.

Strømhastighetene utenfor kysten kan komme opp i ganske store verdier. Hastigheter over 100 cm/s eller ca. 2 knop observeres hyppig. Den midlere strøm eller reststrømmen varierer mellom 15 cm/s og 40 cm/s. Strømhastighetene i kyststrømmen bestemmes av tre faktorer:

1. Den midlere bevegelse i Kystvannet.
2. Meteorologiske faktorer.
3. Tidevannet.

De største strømhastighetene finner en vanligvis i overflaten. Dypere nede avtar strømmen. Strømmen er som regel sterkest et stykke fra land, gjerne like over eggkanten.

2.2 Materialet

På initiativ av tidligere avdelingssjef J. Eggvin ved Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt ble det i 1936 plassert termografer ombord i en rekke av våre kystrutebåter. Termografene er koblet til båtenes kjølevannsinntak som ligger ca. 4 m under overflaten. I faste posisjoner langs skipsledene på Norskekysten måles så temperaturen med et kontrolltermometer. Samtidig tappes det en prøve av sjøvannet som sendes til Havforskningsinstituttet for saltholdighetsbestemmelse. Posisjonen av disse faste målepunktene er vist med svarte sirkler på fig. 2. På grunnlag av temperaturmålingene er det dannet midlere temperatur for hver 10 dagers periode gjennom hele året. Disse middelverdiene er gjengitt i TABELL I. Endel av materialet er tidligere publisert av MIDTTUN (1971). Under kolonne I finner vi de midlere temperaturer for 1. - 9. dag i måneden. Kolonne II gir verdiene for 10. - 19. dag og kolonne III for 20. - 31. dag. For å få et mål for spredningen av de enkelte verdier omkring middelverdien ble også standardavvik beregnet. Disse verdiene finner en i TABELL II. Jo større standardavviket er, jo

større er spredningen omkring middelveidien. Under visse forutsetninger vil ca. 33% av målingene ligge lengre borte fra middelveidien enn standardavviket utgjør, mens kun ca. 4% av målingene vil ligge lengre borte enn det dobbelte standardavvik. TABELL III gir den midlere saltholdighet og standardavvik for hver måned i året.

Temperaturmålingene startet i 1936 for alle stasjonene bortsett fra Andfjorden, hvor de kom igang i 1950. I tiden 1940-45 er det endel åpne perioder, men ellers er seriene komplette. Saltholdighetsmålingene startet i 1937-38. Før 1950 er noen stasjoner ikke fullgodt dekket, men etter denne tid er seriene fullstendige.

For å belyse de hydrografiske forhold i de dypere vannlag langs kysten, har en tatt med endel data fra de faste oseanografiske stasjonene langs kysten. Posisjonen av disse stasjonene er vist som åpne firkanter på fig. 2. Nedenstående tabell viser stasjonene og den datamengde som er anvendt.

Stasjon	Bunndyp	Tilgjengelige data fra	Antall obs.serier
Lista	350 m	1942 - 1970	482
Utsira	250 m	1942 - 1970	591
Sognesjøen	320 m	1935 - 1970	756
Ona	205 m	1946 - 1954	203
Skrova	315 m	1936 - 1970	1465
Eggum	205 m	1935 - 1970	686
Ingøy	340 m	1936 - 1944 1968 - 1970	263

På grunnlag av de årene man har observasjoner fra, er det dannet et middelår for hvert observasjonsdyp og for hver måned i året.

2.3 Variasjoner

De hydrografiske forhold i kyststrømmen er gjenstand for variasjoner. Disse kan vi dele i tre forskjellige typer:

1. Korttidsvariasjoner (Innenfor ca. 1 måned.)
2. Årlige variasjoner.
3. Langtidsvariasjoner (Over flere år.)

Korttidsvariasjonene gir seg utslag i raske endringer i temperatur og saltholdighet, i strømhastighet og retning, og i den horisontale og vertikale utbredelse av kystvannet. De viktigste årsaker til disse endringer er variasjoner i inn- og utstråling, i fordamping, i tilførsel av ferskvann, hvirveldannelse og meteorologiske forhold. Av disse er det sannsynligvis vindvirkningen som er den mest utpregede. Når vinden blåser over havflaten vil den sette overflatevannet i bevegelse. Denne vanntransport vil på den nordlige halvkule være rettet 90° til høyre for vindretningen. Vedvarende nordlig vind vil derfor føre til at kystvannet blir transportert vekk fra kysten. Dette må så erstattes av vann nedenfra. Om sommeren er dette vannet kaldere enn overflatevannet og nordlig vind på denne tiden kan føre til plutselige temperaturfall langs kysten. Sydlige og sydvestlige vinder vil ha den motsatte effekt. De fører til at kystvannet oppstues langs kysten. Eksempler på vindvirkningen i kyststrømmen er beskrevet av flere forfattere (LJØEN 1972, DEVOLD 1972, MIDTTUN 1969). EGGVIN (1940) nevner at utenfor Jæren falt temperaturen fra $17,4^{\circ}$ til $8,0^{\circ}\text{C}$ i tiden 24.6 - 29.6. 1936 som et resultat av nordlig vind. Kortvarige variasjoner som ikke kan tilskrives vind er beskrevet av LEINEBØ (1973). Her dreier det seg sannsynligvis om vandrende hvirvler.

Når det gjelder de årlige temperaturvariasjoner i kystfarvannet, så er disse tidligere blitt beskrevet av FROGNER (1948). Han tok for seg temperaturobservasjonene fra fyrstasjonene. Disse er ofte svært influert av lokale forhold, og er ikke alltid representative for temperaturen i kystvannet.

Kystvannet ligger som en kile over det saltene og tyngre Atlanterhavsvann. Dette er vist på fig. 3. Om sommeren vil kystvannet bli oppvarmet. Derved blir det lettere og flyter lengre utover. Det motsatte inntreer om vinteren. Denne årlige horisontale bevegelse av kystvannet ble først påvist av HJORT og GRAN (1899). Vi kan altså si at kystvannet om sommeren er en bred og grunn kile, men om vinteren er det en smal og dyp. Fig. 4 viser den midlere årlige saltholdighetsvariasjon langs ruten Bergen - Newcastle. Vi ser hvorledes kystvannet trenger mye lenger vestover om sommeren enn om vinteren.

I fig. 5-9 er fremstilt den midlere årlige variasjon etter TABELL I og III. TABELL IV viser de midlere maksimums- og minimumsverdier for temperatur og saltholdighet, samt de midlere tidspunkt for disse. Vi ser at høyeste temperatur inntreer i tiden 25. juli til 5. september. Laveste temperatur faller innenfor perioden 15. februar til 5. april. Høyeste saltholdighet finner en om vinteren fra desember til april og den laveste i tiden mai til oktober. Dette henger sammen med variasjoner i ferskvanntilførselen til kyststrømmen. På steder hvor forbindelsen med det åpne hav er god, vil maksimums- og minimumsverdiene opptre senere enn der hvor forbindelsen er mere lukket. Likeledes er det en tendens til at maksimums- og minimumsverdiene kommer senere jo lengre nord en kommer.

Av fig. 5-9 legger vi også merke til at temperaturøkningen om våren alltid skjer hurtigere enn avkjølingen om høsten. Denne forskjellen i oppvarming- og avkjølingstid er minst mellom Sognesjøen og Hustadvika og avtar derfra i begge retninger langs kysten. Forskjellen er størst omkring Loppa-Revsbotn hvor avkjølingen kan strekke seg over dobbelt så lang tid som oppvarmingen.

I fig. 10 er vist hvorledes de årlige maksimum- og minimumsverdiene i temperatur og saltholdighet varierer langs kysten. Her ser vi at maksimumstemperaturen avtar jo lenger nord vi kommer. Minimumsverdien har sin største verdi mellom Stad og Folla. Dette skyldes at det er her vi får den første kontakt mellom kystvannet og de Atlantiske vannmasser. Maksimum saltholdighet øker jo lengre nord vi kommer. Når det gjelder saltholdighetsminimum så ser vi at her er store lokale variasjoner. Dette minimumet inntrer jo om sommeren og på denne tid har vi store ferskvannstilførsler til våre fjorder. Stasjoner som ligger skjernet til eller i fjordmunninger vil derfor få vesentlig lavere saltholdighet enn stasjoner i mere åpent farvann.

For å belyse hvorledes de hydrografiske forhold kan variere fra ett år til et annet, er det i fig. 11 plottet opp det laveste 10-dagers middlet i temperaturen for hvert år på endel utvalgte stasjoner. Fig. 12 viser det høyeste 10-dagers middel for hvert år. Disse hydrografiske "klimavariasjoner" henger sammen med tilsvarende klimavariasjoner i atmosfæren. TABELL V viser de laveste og høyeste 10-dagers middler av temperaturen i hele måleperioden. Likeledes er vist høyeste og laveste månedsmiddel av saltholdighet samt året da disse verdiene inntraff. $N_t < 0^{\circ}\text{C}$ angir antall år hvor en eller flere 10-dagers perioder hadde middeltemperatur under 0°C . Vi ser at nord for Jæren er risikoen for negative temperaturer i de ytre kystdistrikter liten eller ingen. En nærmere beskrivelse av langtidsvariasjonene er gjort av MIDTTUN (1969).

Den midlere årlige variasjon i de dypere lag langs kysten er vist ved isopletdiagrammene fig. 13-19. Herav fremgår det hvorledes maksimum- og minimumstemperaturen forplanter seg nedover. Vi ser at minimumstemperaturen vandrer nedover mye raskere enn maksimumstemperaturen. Maksimumsverdien vil også vandre raskere nedover jo lenger nord en kommer. Dette har sammenheng med at vannmassene blir bedre blandet lenger nord og at stabiliteten dermed reduseres.

2.4 Vannutskiftningen i fjordene

Fig. 20 viser hvorledes en skjematisk kan tenke seg at vannutskiftningen mellom kystvannet og en terskelfjord skjer om sommeren. På denne tid har vi som regel stor ferskvanntilførsel til fjordene. Dette vannet vil strømme ut fjorden samtidig som det blander seg med fjordvannet. Brakkvannslaget på vei ut er vist med stiplede piler på fig. 20. På grunn av den stadige blanding med fjordvannet vil brakkvannslaget bli tykkere jo nærmere vi kommer fjordmunningen. Det utstrømmende brakkvann medfører altså en salttapping av fjorden. Dette tapet må erstattes og det skjer ved en inngående strøm av kystvann like under brakkvannslaget.

På fig. 3 så vi hvorledes kystvannet lå som en kile over det saltere og tyngre Atlantiske vannet. Grenseflaten mellom de to vannmasser er altså ikke horisontal, men danner en vinkel med havoverflaten. Denne grenseflaten er kalt "Boundary surface" på fig. 20. Om våren og sommeren ligger denne grenseflaten høyere enn om vinteren. På denne tiden er det derfor muligheter for fornying av dypvannet i fjorden.

Dersom fjordmunningen er smal, vil brakkvannslaget strømme ut gjennom hele åpningen. Ved brede fjordåpninger skjer utstrømningen ofte bare langs den ene siden av munningen og da fortrinnsvis på høyre side når en ser ut fjorden.

Dette forsøket på å vise sirkulasjonen i en fjord er meget forenklet. Andre faktorer som meteorologiske og tidevannskrefter vil modifisere dette rene bildet. Lagdelte strømmer hvor vannet går i forskjellige retninger i de enkelte lag er ofte påvist i våre fjorder.

2.5 Tidevann

Tidevannet skyldes at sol og måne øver en gravitasjonskraft eller tiltrekningskraft på jorden. Da månen ligger så mye nærmere jorda enn solen, vil innflytelsen fra denne utgjøre

ca. 70% av tidevannskraften. Høyvannet vil derfor stort sett følge månen og vi får i middel to høyvann i løpet av et månedøgn som er ca. 24 timer og 50 minutter. Tidevannet kan beskrives som en meget lang bølge med en periode på ca. 12 timer, dvs. at vannet stiger i 6 timer og faller i 6 timer.

Langs Norskekysten har vi en såkalt nøytral sone omkring Lista-Lindesnes hvor det praktisk talt ikke er tidevann. Herfra øker forskjellen mellom flo og fjære østover inntil den når sin største verdi i indre Oslofjord. Ved alminnelig vår- og høstjevndøgns spring blir den her ca. 0,5 m. Fra den nøytrale sone og nordover øker forskjellen mellom flo og fjære. Allerede ved Stavanger er utslaget større enn for Oslofjorden. For steder med fri adgang til det åpne hav vil tidevannsforskjellen øke jevnt nordover inntil den når ca. 3,4 m ved alminnelig jevndøgn spring omkring Vardø. For mere lukkede farvann kan man få relativt store lokale variasjoner. Den største forskjell mellom flo og fjære finner en i Narvik hvor den ved alminnelig jevndøgns spring utgjør ca. 3,5 m. Foruten månens og solens innflytelse vil også vind og lufttrykk innvirke på vannstanden. En endring i lufttrykket på 10 mm kvikksølv, vil resultere i en vannstandsforandring på ca. 8 cm.

Tidevannsvekslingene setter opp tidevannsstrømmen. Styrken av disse følger noenlunde størrelsen av forskjellen mellom høy- og lavvann. På åpne strekninger får en sterkeste strøm omkring høyvann. I mere lukkede farvann kommer sterkeste strøm opptil tre timer før høyvann.

3. LOKALISERINGSFAKTORER

3.1 De enkelte faktorer

De faktorer som har betydning når det gjelder valg av oppdrettslokalitet for marine organismer og for den daglige overvåking av anlegget, er følgende:

1. Meteorologiske faktorer
2. Dybde- og bunnforhold
3. Temperatur
4. Saltholdighet
5. Oksygen
6. Surhet (pH-verdi)
7. Strømforhold
8. Forurensninger

Vi skal nå se litt på de enkelte faktorer.

1. Meteorologiske faktorer.

Disse innbefatter vind og bølger, isdannelse og isgang. Det skulle være umiddelbart klart at en ikke bør legge et anlegg i de mest utsatte deler av vår kyst. Det bør ligge relativt beskyttet til for vind og sjø. Anlegget bør heller ikke legges på steder hvor isen legger seg tykt. Dette fordi isen kan skade anlegget og dessuten at den indikerer så lave vintertemperaturer at en risikerer at fisken fryser ihjel. Videre bør en være oppmerksom på mulig drivis fra andre områder som kan ødelegge anlegget.

2. Dybde og bunnforhold.

Før en bestemmer seg for en oppdrettslokalitet bør en ha oversikt over dybde- og bunnforhold på stedet. Dersom flytemerer skal anvendes, bør det være rikelig med vann under meren. Å anslå ønsket dyp under meren er vanskelig, da dette avhenger av de lokale strømforhold. Det er viktig at ekskrementer og forspillrester kommer lengst mulig unna meren da forråtnelsesproduktene ellers kan skade fisken. Man bør også være oppmerksom på at ekskrementer og forspill kan opplagres under meren. Det kan da gå bra i noen år inntil en kritisk verdi for forråtnelsesprodukter er nådd og man kan risikere at bestanden stryker med. Dersom meren skal stå lengre tid på samme sted, er det derfor ønskelig med minimum 5 m dyp under notposen. Avfallsstoffene under meren bør en ha under observasjon og helst fjerne dem regelmessig.

Dersom bukter eller sund anvendes som oppdrettslokalitet, bør en spesielt være oppmerksom på terskler som kan hindre vannutskiftningen.

Bunnforholdene kan også gi nyttig informasjon om strømforholdene på stedet. Fin leire tyder på dårlig utskiftning. Jo grovere bunnssubstratet er, jo bedre utskiftning indikerer dette. Likeledes vil dyresamfunnet på bunnen kunne gi opplysninger. En fattig bunnfauna bør mane til forsiktighet. Dersom artsrikdommen i bunnfaunaen er stor og man finner f.eks. krepsdyr på bunnen, tyder dette på god utskiftning.

3. Temperatur.

Sjøvannets frysepunkt er avhengig av saltholdigheten. Med meget god nøyaktighet kan frysepunktet T uttrykkes som $T = -0.054 \times S$ hvor S er saltholdigheten i promille salt. Ved en saltholdighet på 10 o/oo vil frysepunktet etter denne formelen være -0.54°C . Ferskt vann har sin største tetthet eller egenvekt ved ca. 4°C . Tettheten av sjøvann er avhengig både av temperatur og saltholdighet. Ved saltholdighet større enn 24.7 o/oo får vannet sin største tetthet ved frysepunktet, men ved lavere saltholdighet nåes temperaturen for største tetthet før frysepunktet.

En regner med at laks og regnbueørret tåler en temperatur på ned til -0.5°C . Ved en saltholdighet på 20 o/oo vil frysepunktet ligge på ca. -1.1°C . En kan altså få kritisk lave temperaturer selv om det ikke dannes is.

For regnbueørret synes det som om den mest gunstige temperatur for vekst ligger på omkring 15° - 16°C . For laks vet en lite om dette, men i de naturlige oppvekstområder for denne fisken er temperaturen vesentlig lavere enn dette. En bør derfor ikke velge steder hvor temperaturen om sommeren overskrider 20°C som oppdrettslokalitet. Dette også av andre årsaker som vi skal komme nærmere inn på siden.

Vintertemperaturen bør være så høy som mulig. Ifølge fig. 10 skulle da de beste oppdrettsmulighetene ligge i de ytre distrikter mellom Sletta og Hestmanøy. Det er ting som tyder på at en bør se nærmere på lokaliteter hvor driftsvann fra kraftverk går ut. Her kan det nemlig skapes meget spesielle hydrografiske forhold som medfører høye vintertemperaturer et par meter under overflaten.

4. Saltholdighet.

Det er vanligvis antatt at saltholdigheten influerer vekst hos laksefisk. Det er ting som tyder på at den mest gunstige saltholdighet er den samme som i vevsvesken, dvs. ca. 10 o/oo. Her vet en svært lite og det er stort behov for undersøkelser på dette felt. Det ser ut for at laksen er mere ømfindtlig for variasjoner i saltholdigheten enn regnbueørreten (JENSEN 1972, upubl. notat). De minste korttidsvariasjoner i saltholdighet finner en i de ytre kystdistrikter som er minst influert av ferskvannstilførselen, og lengst nord i landet.

5. Oksygen.

Sjøvannets oksygeninnhold bestemmes av forholdet mellom de produserende faktorer og de forbrukende faktorer. De produserende faktorer er følgende:

- a) Diffusjon og absorpsjon ved kontakt med atmosfæren.
- b) Tilførsel av ferskvann.
- c) Fotosyntesen.

Den første prosessen går relativt langsomt, men vil påskyndes ved vind og bølgeslag. Regn som faller direkte i sjøen er mettet med oksygen, og ferskvann fra bekker og elver er som regel meget oksygenrike. Planteplanktonets karbondioksyd-assimilasjon eller fotosyntesen tilfører store mengder oksygen til den øvre og belyste del av sjøen. De prosesser som forbruker oksygen er:

- a) Respirasjon eller ånding av organisk liv.
- b) Nedbryting av organisk materiale.

Hvor meget oksygen som kan løses i sjøvann er avhengig av vannets temperatur, saltholdighet og trykk. I fig. 21 er fremstilt løseligheten av oksygen i sjøvann ved forskjellige temperaturer og saltholdigheter og ved et trykk på 760 mm kvikksølv. Figuren er laget etter tabellene til GREEN og CARRITT (1967).

Løseligheten av oksygen i sjøvann ved 760 mm kvikksølv kan med god tilnærming skrives som

$$C = \frac{475 - (2.83 - 0.011.T) \times S}{1.38 \times (33.5 + T)}$$

hvor C er løseligheten i ml. oksygen pr. l (ml/l), T er temperaturen og S saltholdigheten i promille. Formelen er modifisert etter TRUESDALE og GAMESON (1956).

Fiskens oksygenbehov er bl.a. avhengig av temperatur, foringsintensitet, aktivitet og størrelse. Behovet øker når de tre første faktorer gjør det. Oksygenbehovet pr. kg. fisk pr. time vil avta når fisken blir større. Dette vil si at m.h.p. oksygentilførselen kan den maksimale beleggtetthet i kg/m³ økes når fisken blir større.

Karbondioksydinnholdet i vannet later også til å ha betydning for fiskens oksygenbehov. Oksygenbehovet øker med økende karbondioksydinnhold.

Oksygeninnholdet i sjøvann viser en klar årlig variasjon med maksimum om våren eller forsommeren og minimum senhøstes eller tidlig på vinteren. Om sommeren har vi høy temperatur sammen med kraftig foring, og da er altså muligheten størst for oksygenmangel. Ca. 4 ml/l vil være en kritisk verdi for oksygeninnholdet på denne tiden.

6. Surhet (pH-verdi).

PH-verdien er en funksjon av fotosyntesen. I våre kystfarvann varierer den mellom 7.5 og 8.5. Ved fotosyntesen forbrukes

CO₂ (Karbondioksyd) og pH-verdien øker. Når de organiske produktene brytes ned, øker CO₂-innholdet og pH-verdien avtar. Vi får altså en årlig variasjon i pH-verdien med høye verdier i sommerhalvåret og lave verdier i vinterhalvåret. En regner vanligvis med at laksefisk tar skade ved pH-verdier høyere enn ca. 9.0. I oppdrettsanlegg hvor en har stor gjødslings-effekt og dermed høy primærproduksjon kan en nærme seg denne verdien dersom vannsirkulasjonen er dårlig. pH-verdien i et oppdrettsanlegg bør heller ikke bli lavere enn ca. 5.

7. Strømforhold.

Strømmen har to funksjoner: a) Den skal sikre tilførselen av rent oksygenrikt vann. b) Den skal frakte bort avfallsstoffer. Generelt bør et anlegg legges der hvor strømforholdene er så gode som mulig. I de fleste aktuelle lokaliteter vil strømmen bevege seg i to motsatte retninger. Orienteringen av anlegget er derfor viktig. For å få best mulig vannutskiftning, bør anleggets største vertikale flate legges vinkelrett på de dominerende strømretninger. En må også være oppmerksom på at ved etablering av et anlegg gjør en et inngrep som fullstendig kan forandre det naturlige sirkulasjonsmønster. Dette gjør seg spesielt gjeldende der en har svake strømmer. Den midlere strøm i et oppdrettsanlegg bør være over 10 cm/s. Blir den høyere enn ca. 50 cm/s vil strømdraget bli stort og en risikerer ødeleggelser på anlegget.

8. Forurensninger.

Det er en selvsagt ting at anlegget plasseres slik at forurensningen fra industri og andre forurensningskilder unngås. Dersom vannutskiftningen er liten kan en også få forurensninger fra eget anlegg. Forspill og ekskrementer vil synke til bunns og brytes ned. Denne nedbrytningsprosessen forbruker oksygen i tillegg til at den frigjør forråtnelsesprodukter som f.eks. ammoniakk-gass, NH₃. Når denne løser seg i sjøvann vil den foreligge dels som fri ammoniakk og dels som ammonium-joner. Vi får altså følgende likevekt:



Fri ammoniakk er langt giftigere enn ammonium-jonet. Høy pH-verdi vil forskyve likevekten mot venstre, slik at mengden av fri ammoniakk øker og dermed større risiko for fisken. Som nevnt tidligere bør en også være oppmerksom på lagrings-effekten av avfallsstoffer.

Et annet forurensningsproblem er begroing på anlegget av alger og skjell. Denne begroing reduserer vannutskiftningen vesentlig og kan i enkelte tilfeller stoppe den fullstendig. I en flytemer vil da strømfanget øke betraktelig, nota blir presset sammen i strømrretningen og det tilgjengelige vannvolum minskes. For å begrense begroingen bør merer og annet redskap i sjøen prepareres minst en gang i året.

3.2 Måling av lokaliseringsfaktorer

Før etablering av et anlegg er det en rekke opplysninger om lokaliseringsfaktorene som bør innhentes. Spredt utover hele landet ligger en rekke vær- og klimaobservasjonsposter. Observasjonene fra disse målepunktene publiseres hvert år i Norsk Meteorologisk Årbok. Denne boka inneholder også sjøtemperaturer fra en rekke fyr langs kysten. Videre har Meteorologisk Institutt publisert standard normaler for en rekke meteorologiske fenomener for perioden 1931-1960. Her kan en hente nyttige opplysninger.

Når det gjelder tidevannet utgir Norges Sjøkartverk hvert år Tidevannstabeller for den norske kyst. Her får en tidspunkt for høy- og lavvann langs kysten, samt størrelsen av disse. Den Norske Los som også utgives av Norges Sjøkartverk, gir også mange nyttige opplysninger om tidevann og tidevannsstrømmer langs kysten. Her finner en dessuten opplysninger om klima, isforhold etc.

Temperaturen i overflaten kan bestemmes ved hjelp av et godt termometer, helst et som er inndelt i $1/10^{\circ}\text{C}$. Dette skjer ved at en tar en pøs med sjøvann, stikker termometeret ned i og lar det stå et par minutter inntil termometeret har

stabilisert seg. Deretter rører en godt om med termometeret og leser av temperaturen mens termometeret befinner seg i vannet.

Vi har tidligere (side 12), nevnt at sjøvannets egenvekt er avhengig av temperatur og saltholdighet. Hvis vi kjenner egenvekt og temperatur kan vi finne saltholdigheten. Egenvekten kan bestemmes ved et såkalt aerometer som er vist på fig. 22 C og D. En prøve av sjøvannet slås opp i en målesylinder. Aerometeret settes ned i og egenvekten avleses. Husk at linjen mellom øyet og avlesningspunktet bør være mest mulig vannrett. Etter at egenvekt og temperatur er funnet, kan saltholdigheten avleses av diagrammet på fig. 23. Ved gode avlesninger får en her en nøyaktighet i saltholdighetsbestemmelsen på omkring ± 1 o/oo.

Prøver av vannet dypere nede kan taes med en flaske av den typen som er vist på fig. 22 A og B. Flasken, som en kan lage selv, er belastet med en vekt som er tung nok til å få flasken til å synke når den sendes ned tom og lukket (fig. 22 A). Når flasken er kommet i ønsket dyp løses korken ut ved et kraftig rykk i tauet og flasken fylles og hales opp (fig. 22 B). Det aller øverste vannet i flasken slenges ut og termometeret stikkes ned i. Etter at temperaturen er avlest finner en egenvekten av vannet ved hjelp av aerometeret og målesylinderen (fig. 22 C og D). Saltholdigheten bestemmes av diagrammet på fig. 23.

For å få en ide om strømmen kan en bruke et strømkors som vist på fig. 22 E. Strømkorset er forbundet til et flytelegeme med en snor. Ved å variere lengden av snoren kan en måle strømmen i forskjellige dyp. En måler så driften av flytelegemet i en bestemt tid og finner strømmen i cm/sek eller m/minutt.

For å måle oksygeninnholdet i sjøvann anvendes som regel den klassiske kjemiske metode til Winkler. Denne metoden som er den mest nøyaktige, krever utstyr og en kjemisk trening som

gjør den lite aktuell for de fleste oppdrettere. Det finnes på markedet små transportable instrumenter som måler oksygeninnholdet direkte på stedet. Likeledes er det enkle kjemiske sett hvor en ved en modifisert utgave av Winklermetoden kan måle oksygeninnholdet på stedet med bra nøyaktighet. Ofte kan det for oppdrettere være nyttig å kjenne metningsprosenten av oksygen i sjøvann. Med metningsprosenten mener man forholdet

$$M = \frac{C_o}{C_m} \times 100\%$$

hvor C_o er det målte oksygeninnhold og C_m det maksimale oksygeninnhold i vannet ved den aktuelle temperatur og saltholdighet og ved et trykk på 760 mm kvikksølv. Når en kjenner oksygeninnhold, temperatur, og saltholdighet kan en finne metningsprosenten av diagrammet på fig. 24. Temperaturlinjene er de skrå linjene på venstre del av figuren. Saltholdighetslinjene går loddrett. En finner det punktet på venstre del av figuren som svarer til den aktuelle temperatur og saltholdighet. Herfra trekkes en vannrett linje. Skalaen nederst på høyre side av diagrammet angir oksygeninnholdet. Fra punktet som angir det målte oksygeninnhold trekkes en loddrett linje. I skjæringspunktet mellom denne og den tidligere trukne vannrette linje avleser en så metningsprosenten.

F.eks.: En har avlest temperaturen til 10.0°C og saltholdigheten til 20 o/oo. Oksygeninnholdet er bestemt til 6.0 ml/l. Av fig. 24 finner en så at metningsprosenten er 85%.

4. GENERELL BIOLOGI TIL LAKS OG REGNBUEØRRET

4.1 Laks

Den Atlantiske laks (*Salmo salar* L.) er en anadrom fisk, som vokser opp i ferskvann, vandrer ut i havet og vender tilbake på høsten for å gyte, etter to til fire år i sjøen. Gytingen foregår senhøstes, i oktober-november og rognen klekkes på våren. Tidspunktet for klekking er avhengig av gytetid og

temperatur, men normalt tar det fra 450-500 døgngrader (temperatur x antall døgn) til klekking starter. Overgangen fra ferskvann til rent saltvann (35 o/oo) foregår ved en fysiologisk prosess som kalles "smoltifisering". Smoltifiseringsprosessen er kun aktiv i en kortere periode på forsommeren, fisken er da 14-16 cm, veier 25-30 g og er normalt 2-4 år gammel. Før smoltifiseringen tåler den opptil 15-20 o/oo salt. Ved oppdrett i varmt vann kan man få smolt i løpet av ett år, men erfaringene viser at smolten bør være over 15 cm før den settes ut i sjøen. Laksen er en hurtigvoksende fisk, men yngelen har en betydelig langsommere vekst enn regnbueørret før smoltifisering. Forholdet ser ut til å bli omvendt etterpå, og i et naturlig miljø regner man med gjennomsnittstørrelser på 2 kg etter et år i havet, 5 kg etter to år og 10 kg etter tre år. Ved oppdrett i sjøen har man fått laks på over 15 kg etter to år. Det er påvist store forskjeller i vekst på laks fra ulike elver. En stor del av hannene og noen hunner blir kjønnsmodne etter 2 år, men flere modnes ikke før etter 3 år eller senere. En stor del av hannene (over 80%) og en mindre del av hunnene (30%) dør etter gyting. Saltvannsoppdrett av laks er på begynnerstadiet i Norge. De senere års forsøk har vist at laksen stiller større krav til strøm og vannvolum enn regnbueørreten, og er vanskeligere å føre. Laksen er i motsetning til regnbueørreten en vill fisk, og ved avlsforsøk håper man å komme fram til en bedre egnet oppdrettsfisk. De tildels meget gode resultater som er oppnådd vil antagelig føre til at dette oppdrettet vil vokse meget raskt.

4.2 Regnbueørret

Regnbueørret, *Salmo irideus* (Gibbons), er en Nord-Amerikansk fiskeart som uten sammenligning er den viktigste oppdrettsfisk av laksefiskene. Den har en form som går til sjøs i likhet med sjørørreten og kalles steelhead, (*Salmo gairdneri*, Rickardson), men i praksis regnes regnbueørret og steelhead som samme art. Videre finnes det en rekke lokale underarter (20 stk.) (MAC CRIMMON 1971), og en av disse, kamloops-ørreten,

har vist seg å ha meget gode vekstegenskaper (RASMUSSEN 1967). Forsøksoppdrett av kamloops er igang på Vestlandet. Gyting og klekking av regnbueørret foregår i ferskvann og først ved en størrelse på 15-20 cm tåler den rent sjøvann. Den veier da ca. 100 g og er ca. 1 år gammel. Veksten er meget hurtig og under gode oppdrettsforhold (ernæring og temperaturforhold) kan den bli over 4 kg etter 1½ år i sjøen. Maksimalvekt for regnbueørret skal være nærmere 24 kg. Det er en meget aktiv fisk som spiser mye og blir tidlig kjønnsmoden. Under gode vekstbetingelser kan hannen bli kjønnsmoden allerede første høsten og et stort antall blir modne etter 1½ år. Hunnen blir vanligvis kjønnsmoden etter 2 år og de fleste gyter som 3-åringer. Gytetiden er i perioden mars - mai. I Danmark oppdrettes regnbueørret som porsjonsfisk på ca. 200 g, den er hvit i kjøttet og har en alder på ca. 1 år. Oppdrett av norsk regnbueørret har konsentrert seg om produksjon av en stor fisk som er rød i kjøttet og veier fra 1 til 5 kg.

5. OPPDRETTSMETODER

Valg av oppdrettsmetoder må tilpasses de naturlige forhold på stedet og den art man ønsker å kultivere. MILNE (1972) skiller mellom seks hovedformer for oppdrett, og inndelingen er basert på at forskjellige deler av strand og sjø benyttes (fig. 25). Hver av disse seks oppdrettsformer har sine fortrinn og ulemper, og ikke alle er like godt egnet for våre forhold. Et endelig valg av oppdrettsform bør vurderes nøye, eventuelt med tanke på valg av nye arter eller en kombinert driftsform med flere arter (multikultur). Enkelte arter krever en nøye kontroll av omgivelsesfaktorene, mens andre kan holdes i kultur under naturlige betingelser. I det følgende vil de seks hovedformer for oppdrett bli diskutert, særlig med tanke på oppdrett av laksefisk.

- 1) Anlegg på land
- 2) Avstengninger i tidevannssonen

- 3) Avstengninger i den sublittorale sone (under tidevannssonen inklusive strømsund, poller, fjorder etc.)
- 4) Flytbare anlegg (merer)
- 5) Nedsenkbare anlegg
- 6) Anlegg på sjøbunnen

Oppdrettsformen har endret seg i de senere år med tendens til en sterkere etablering av anlegg i sjøen. En undersøkelse av 70 oppdrettsanlegg som utviklet seg i en ti-årsperiode fram til 1968 viste at 21 anlegg var basert på landdrift med oppumping av sjøvann, mens 35 omfattet avstengninger i sjøen (ANON. 1971). En senere undersøkelse som ble foretatt sommeren 1972 (KNUTSSON 1973) viste at av 49 besøkte settefisk- og matfiskanlegg i Syd-Norge var 38 helt eller delvis basert på saltvann, og av disse drev kun tre anlegg på land. Resten hadde sjøanlegg og av disse hadde 3/4 valgt flytedammer som oppdrettsmetode. Enkelte kombinerte flytedammer med andre former for avstengninger, men bare seks oppdrettere hadde valgt denne siste oppdrettsform.

5.1 Anlegg på land

En av fordelene med oppdrettsanlegg på land er mulighetene for kontroll av miljøet. I vanlig matfiskeoppdrett er kontrollerte inngrep i miljøet ingen betingelse, men utvilsomt en stor fordel i enkelte perioder. Ved tilgang på varmt vann åpner det seg helt andre muligheter for kontrollert oppdrett, og dette har særlig interesse i produksjonen av egg, yngel og smolt. Mulighetene for oppdrett i varmt vann vil bli behandlet separat i en senere rapport.

Konstruksjon av landanlegg med bruk av sjøvann vil stort sett tilsvare de anleggstyper som eksisterer for ferskvannsdrift, men krever særlig omtanke med hensyn til valg av lokalitet og dyp for vanninntak, pumper og annet nødvendig utstyr. Det er praktisk å skille mellom de vanligste damtyper

som er utprøvet for ferskvann og anvende de samme kriterier for valg av damtype til saltvannsdrift. Følgende damtyper kommer i betraktning (jfr. fig. 26 og 27):

1. Jorddammer
2. Sirkelrunde dammer
3. Foster-Lucas-dammen
4. Lengdestrømsdammen ("Raceway")
5. Den rektangulære dam
6. Damtyper av nye materialer

Jorddammen er den klassiske oppdrettsdam i ferskvann og er i bruk over hele verden. Den kan også anvendes i saltvannsoppdrett, men kan ikke anbefales av flere årsaker. For det første er den vanskelig å rengjøre og følgelig er sjansene større for utbrudd av sykdommer. For det annet er daglig kontroll av fisk og føring langt vanskeligere enn i en betongdam. Jorddammen vil derfor ikke bli behandlet ytterligere i denne rapport (jfr. JENSEN 1962 for flere opplysninger).

Ved valg av damtype for fiskeoppdrett er det meget viktig å kjenne til de biologiske og fysiske forhold som oppstår i dammen. Den enkelte damtype har forskjellige egenskaper med hensyn på vannbevegelse og utskiftning (hydrodynamiske egenskaper) (BURROWS og CHENOWETH 1955).

Fordi laksefiskenes fysiske og fysiologiske tilstand delvis blir kontrollert av omgivelsene, vil valg av oppdrettsdam bety meget for resultatet av oppdrettet (BURROWS og CHENOWETH 1970).

Ved laboratoriet for lakseoppdrett i Longview, Washington, har man kommet fram til følgende 5 kriterier for å sammenligne ulike damtyper (BURROWS og CHENOWETH 1955, BURROWS og CHENOWETH 1970).

1. Dammens bæreevne
2. Dammens evne til å hindre utbrudd av sykdom

3. Dammens evne til å fordele fôr
4. Dammens selvrensende evne
5. Fiskens evne til å overleve etter utsetting
(kan beregnes ved gjenfangstprosent eller ved målinger av svømmeevne ved en utholdenhetstest).

De fire undersøkte damtyper viste tydelige forskjeller med hensyn til de ovennevnte kriterier og den rektangulære oppdrettsdam var den overlegent beste på alle punkter. Den er blitt grundig testet ved hjelp av modeller og forsøksanlegg og representerer idag sannsynligvis det hittil best konstruerte landanlegg. En grundig beskrivelse vil derfor bli gitt av denne dam. Den er relativt ny og lite kjent hos oss.

Den rektangulære oppdrettsdam

Følgende beskrivelse er hentet fra BURROWS og CHENOWETH (1970): Det grunnleggende mønster i dammen er vist i fig. 27, og er et rektangel med en to-delt kortere sentervegg som adskiller dammen i to 2.4 m brede seksjoner. Vann kommer inn under trykk gjennom to rør som står diagonalt i bassenget. På hvert rør er det montert 7 stk. 3/4 '' eller 1'' dyser. Vannstrømmen dirigeres mot kortveggen og parallelt med langveggen. Strømmen styres ved hjelp av vinkelformede styreplater i hvert av dammens fire hjørner. Vannet går ut gjennom to bunnrister nær senterveggen og på hver side av den. Derifra ledes vannet fra risten til et utløp i sentrum av dammen. Utløpet kan reguleres i høyden. Vannstrømmen går parallelt med ytterveggene og beveger seg gradvis mot senterveggen. Senterveggen dirigerer vannstrømmen og virker samtidig som en bro (jfr. fig. 27), noe som letter vedlikeholdet og daglig stell. Rektangelformen er den mest økonomiske form, da et dobbelt sett dammer bare krever tre yttervegger.

De oppgitte størrelser for dammen bør ikke endres nevneverdig. En økning av lengden fra 15 til 23 meter nødvendiggjør at vanngjennomstrømningen økes med 50% for å opprettholde tilsvarende vannhastigheter som i 15-meters dammen. Dypet

er beregnet til 76 cm, men kan økes til 90 cm dersom vanngjennomstrømningen settes opp, fordi hastigheten ved bunnen vil avta når dypet øker.

De tre øvrige damtyper er bedre kjent og to av dem er i hyppig bruk også i vårt eget land. En nærmere beskrivelse av egenskapene til alle fire dammer er tatt med (fra BURROWS og CHENOWETH 1955, BURROWS og CHENOWETH, 1970).

Strømningsmønster

Fig. 26 gir en oversikt over strømningsmønsteret i de tre damtypene, lengdestrømdammen (24.5 x 2.5 x 0.6 m), sirkeldammen (diam. 8.5 m, dyp 0.8 m) og Foster-Lucas-dammen (23 x 5 x 1 m). Lengdestrømdammen skiller seg ut ved at vannet renner inn i den ene kortende og ut i den motsatte. I alle de øvrige dammer, inklusive rektangeldammen, har vi en sirkulerende strøm som skaper en betydelig større hastighet på vannet.

Den største vannhastighet ble målt i rektangeldammen og var på 33 cm/sek ved ytterveggen. Strømmen avtok gradvis innover, og ved senterbordet var den ca. 9 cm/sek. I sirkeldammen var vannhastigheten i ytterkanten 30 cm/sek, i Foster-Lucas-dammen 24 cm/sek og i lengdestrømdammen mindre enn 3 cm/sek.

Om man ønsker å utnytte en oppdrettsdam mest mulig effektivt skulle det innstrømmende vann passere alle deler av dammen før det når utløpet. Når vannet passerer raskt fra innløp til utløp, uten å passere alle deler av dammen, sier vi at dammen har et kort kretsløp. Korte kretsløp var vanligst å finne i Foster-Lucas-dammen, mindre hyppig i sirkeldammen og minst i lengdestrømdammen. Størrelsen av "døde områder" (dårlig vannutskifting) var omtrent like store i Foster-Lucas-dammen og sirkeldammen og minst i lengdestrømdammen.

Den største fordel med rektangeldammen var vannstrømmen som ble dannet av de vinkelformede styreplatene. De dirigerte strømmen parallelt med ytterveggene med et minimum av blanding. Gradienter (variasjoner med dyp) i oksygeninnhold eller mengde med ammoniakk ble ikke funnet. Det tyder på et minimum av "døde områder".

Bæreevne

Bæreevnen til en dam omfatter både mengden av innstrømmende vann målt i antall liter pr. minutt og mengden av fisk i kg pr. kubikkmeter vann. Den må sees i sammenheng med det tilgjengelige oksygen, mengden av karbondioksyd og akkumulerte avfallsstoffer. De tilgjengelige mengder oksygen påvirkes av volumet av innstrømmende vann, temperatur, strømningsmønster, korte kretsløp og fordeling av fisk.

Den rektangulære dam hadde større bæreevne enn noen av de andre dammene under alle driftsbetingelser.

En direkte sammenligning av bæreevnen til de tre andre dammer er vanskelig å gjøre uten visse forbehold. Ved gunstige driftsbetingelser og tilstrekkelig vanntilførsel viste både de hydrodynamiske og biologiske studier at lengdestrømdammen var bedre enn de to andre damtyper med hensyn til bæreevne. Derimot var sirkeldammen best ved en begrenset tilførsel av vann og med maksimal utnyttet kapasitet. Fisken fordelte seg også mye bedre i sirkeldammen, mens den hadde en tendens til å samle seg ved endene i lengdestrømdammen, frisk fisk i innløpet, syk fisk i utløpet. Lengdestrømdammen hadde mulighet til å ta imot fem ganger så mye vann som sirkeldammen pr. tidsenhet.

Evnen til å hindre utbrudd av sykdom

Evnen til å hindre utbrudd av sykdommer har vist seg å være forskjellig i ulike damtyper, og som mål for denne evne har hyppigheten til utbrudd av bakteriell gjellesyke blitt anvendt

som kriterium. Eksperimentelle forsøk viste at lengdestrømdammen hadde en bedre sykdomshindrende evne enn sirkeldammen som igjen var bedre enn Foster-Lucas-dammen.

Rektangeldammen hadde en kombinasjon av godt strømningsmønster, høy vannhastighet og god utdrivningshastighet, og produserte fisk som var i stand til å motstå de fleste sykdommer. Bakteriell gjellesyke har aldri blitt påvist i dammen under korrekte oppdrettsbetingelser.

Det var en nær korrelasjon (sammenheng) mellom evnen til å hindre sykdomsutbrudd og dammens hydrodynamiske egenskaper.

Fordeling av fôr

Fordeling av fôr er primært en funksjon av strømhastigheten. Strømhastigheter over 20-30 cm/sek er tilstrekkelig til å fordele mesteparten av synkefôret. Samtidig med at fôret må fordeles bør det også utnyttes best mulig av fisken. PALMER et. al. (1951) mente prinsipielt at det var ansamlingen av fisk og fôr i bestemte områder som var bestemmende for mengden av fôrspill (svinn). Fordeling av fôret i rektangeldammen var meget god, og selv synkefôret rullet bortover bunnen. Den var godt egnet for automatisk fôring, og var spesielt godt egnet for bruk av flytefôr. De andre dammenes evne til å fordele fôr var i overensstemmelse med de tidligere nevnte strømhastigheter. Sirkeldammen var nest best og lengdestrømdammen dårligst.

Selvrensende evne

Den selvrensende evne til en dam bestemmes av strømhastighet, strømningsmønster og beliggenhet til hvirvler og bakevjer. Meget store forskjeller ble funnet mellom de fire damtyper. Sirkeldammen hadde gode selvrensende egenskaper, og Foster-Lucas-dammen var dårligst. Rektangeldammen var mer selvrensende enn noen tidligere konstruert damtype. Den hadde vært i bruk et helt år uten at det hadde vært nødvendig

med skrubbing av bunnen.

Fiskens svømmeevne i en utholdenhetstest

I oppdrettsdammer kan vannhastigheten økes ved å la vannet komme inn under trykk og deretter la det sirkulere i dammen. Under slike betingelser vil fiskens svømmeevne forbedres, og man mener at dette har betydning for evnen til å overleve. Hastigheter på 30-40 cm/sek syntes å være tilstrekkelig til å opprettholde en jevn muskelspenning selv hos stor fisk. Fisk som var oppdrettet i rektangeldammer viste betydelig bedre svømmeevne i en utholdenhetstest enn fisk fra lengdestrømdammer.

Det kan til slutt være nyttig å se på en samlet vurdering av de fire damtyper m.h.p. fire av de fem kriterier (tabell a). For det femte kriterium, fiskens svømmeevne i en utholdenhets-test, foreligger det ikke noen tilsvarende sammenligning.

Tabell a. En sammenligning av fire damtyper med hensyn på bæreevne, evne til å hindre utbredelse av sykdom, fórfordeling, selvrensende evne og den totale yteevne ved optimal og begrenset vanntilførsel (etter BURROWS og CHENOWETH 1955, BURROWS og CHENOWETH 1970).

Dam- type	Bæreevne		Sykdoms- hindring			Yteevne		
	Opti- mal vann- til- før.	Be- gren- set vann- til- før.	Op- ti- mal vann- til- før.	Be- gren- set vann- til- før.	Fór- for- del- ing	Selv- rens. evne	Op- ti- mal vann- til- før.	Be- gren- set vann- til- før.
Lengde- strømdam.	2	3	2	3	4	3	2.75	3.25
Sirkeldam.	3	2	3	2	2	2	2.50	2.00
Foster- Lucasdam.	4	4	4	4	3	4	3.75	3.75
Rektangel- dam.	1	1	1	1	1	1	1.00	1.00

Tallet 1 angir best egnet og 14 minst egnet. Yteevne er resultatet av den samlede vurdering.

Om vi ser bort ifra rektangeldammen som var de andre dammene totalt overlegen, viste hver av de tre øvrige damtyper alvorlige feil med hensyn til de hydrodynamiske egenskaper. Ingen av disse dammene kan betegnes som ideell under alle driftsforhold, men Foster-Lucas-dammen var uten tvil minst egnet. Ved tilstrekkelig vanntilførsel var lengdestrømdammen best, ved begrensede tilførsler var sirkeldammen å foretrekke. Med hensyn til arbeidsmengde tar det dobbelt så lang tid å føre fisken i lengdestrømdammen, som i de to andre damtyper, og den bør føres hyppigere. Rengjøring av sirkeldammen går tre ganger raskere enn for Foster-Lucas-dammen, mens lengdestrømdammen er noe lettere å rengjøre enn Foster-Lucas-dammen.

Idag er det meget alminnelig å bruke betong i damkonstruksjoner, men japanerne går nå bort fra betong til fordel for nye typer materialer i plast og glassfiber. Konstruksjoner av denne type finnes idag i mindre enheter og kan lett settes sammen etter eget ønske og formål. Stålkonstruksjoner som er vanlig å bruke i ferskvann er lite egnet for saltvann på grunn av korrosjon. En kombinasjon av glassfiber og tre kalt timbaglass har vist seg å ha en rekke fordeler framfor rene glassfiberenheter. Timbaglass har vært levert i lengder opptil 3 m. En rund tank med diameter på 8 meter i polystyren er kommet på markedet og består av 16 segmenter som holdes sammen av tre polyeten-bånd. Materialet er ikke giftig og kan lett rengjøres (MILNE 1972).

En oppdretter som ønsker å satse på et landanlegg bør foruten de biologiske kriterier også ta hensyn til omkostninger, de praktiske hensyn ved daglig stell og ettersyn og muligheter til forandringer, flytting og transport. Et valg vil alltid måtte foretaes ut fra mulighetene på den enkelte lokalitet. Ved installering av pumper anbefales et nødagregat samt alarmer og andre nødvendige sikkerhetstiltak. Tallet 1 angir best egnet og 4 minst egnet. Yteevne er resultatet av den samlede vurdering.

5.2 Anlegg i tidevannssonen

Oppdrett i tidevannssonen (området mellom høy- og lavvann) utnytter tidevannsforskjellen til vannbevegelse og sirkulasjon. Slike anlegg krever vanntette avstengninger med sluser som regulerer gjennomstrømningen. Anlegg av denne type er lite egnet for våre forhold og passer best i flate områder med store tidevannsforskjeller.

5.3 Avstengninger under tidevannssonen

De varierte topografiske forhold langs kysten skaper særlig gode muligheter for konstruksjon av innhegninger under tidevannssonen. En slik oppdrettsmetode er praktisk om man ikke er avhengig av kontroll over miljøfaktorene. Derimot bør valg av lokalitet foretaes etter meget grundige forundersøkelser med hensyn til strøm, bunnforhold, vannutskiftning, temperatur, saltholdighet og værforhold. Vi kan skille mellom tre former for oppdrett i områder under tidevannssonen.

1. Fullstendig isolerte avstengninger med not på alle kanter.
2. Avstengninger av strand, som skråer ut mot dypere vann. Dette medfører not på tre sider og strandbredden som fjerde side.
3. Avstengninger av åpne strømsund, med avstengninger på to sider, eller bukter, poller eller fjordarmer med avsperring av innløpet.

Isolerte avstengninger plasseres gjerne i grunne bukter og lignende, men er neppe særlig egnet for våre forhold. Engelskmennene har derimot satset mye på denne metode.

Flere oppdrettere har med vekslende hell forsøkt å stenge av deler av stranden. Problemet er å få en sikker avsperring ved bunnen som tåler alle værforhold. Oppdretter Erling Osland, Bjordal i Sogn, har imidlertid kommet fram til en metode som har fungert tilfredsstillende i flere år og er

patent anmeldt. Med Oslands tillatelse vil vi gi en kort innføring i metodens prinsipp og detaljer går fram av fig. 28 og 29. Interesserte som ønsker å anvende metoden bes henvende seg til Osland.

En betingelse for å kunne anvende metoden er en jevnt skrånende strand med dyp på ca. 10 m i en avstand på minst 25 m fra land (fig. 28 a) og samtidig må vannfornyelsen være god. Anlegget i Bjordal har en god strøm forårsaket av en tidevannsforskjell på 1.5-2 m. Kraftige impregnerte pelers rammes ned i sjøbunnen i en hestesko- eller firkantform ut fra stranden med 3-5 m avstand. Pelene må stikke godt over høyeste vannstand ved springflo. Det anvendes to nøter, en innvendig not som holder oppdrettsfisken på plass, og en ytternot* som holder villfisk vekk samtidig som den beskytter innernoten for drivved etc. (fig. 28 b). I øvre del av noten er innfelt en strekkopptagende line og i motsatt ende (ved bunnen) en vektdannende line. Noten festes til pelen i en L-form ved at en annen strekkopptagende line er innfelt i noten og forankret ved pelens nedre ende med en krampe eller lignende festeorgan (fig. 29 a). Noten er stramt utsperrret i pelens lengde, men den nedre enden av noten er lagt løst ut på sjøbunnen og holdes nede av en blyline. De to nøter er festet på hver sin side av en felles pel, med den korte notenden på sjøbunnen løpende ut i motsatt retning (fig. 29 b). Trekketau er festet til pelen via et tverrråk (fig. 29 a) og ved hjelp av dette kan noten reguleres og ettersees uten å demontere hele noten. Når trekktauet er fastgjort vil det motvirke at noten kommer i berøring med pelen. Øvrige detaljer går fram av figur 29. Området innerst ved stranden sperres av med en betongvegg. Videre bør det bygges ut en føringsplattform som løper et stykke ut i innhegningen. Det anvendes en knuteløs not i nylon med en maskestørrelse på 64 omfar første året i sjøen. Når fisken vokser kan maskestørrelsen økes og for laks anbefaler Osland en størrelse på 44 omfar siste året. Ved større maskevidde har laksen lett for å henge seg fast. For regnbueørret har det imidlertid blitt brukt 28 omfar siste året.

* varenot

Innhegningen har kapasitet til å holde 40-50 tonn fisk under forutsetning av at vannutskiftningen er god. Dette tilsvarer en tetthet på 8-10 kg/m³. I praksis bør man bygge flere innhegninger som utstyres med nøter av ulik maskestørrelse. Ved økende vekst føres fisken over i en ny innhegning samtidig som den gamle innhegning rengjøres og ettersees.

Den tredje mulighet er å stenge av strømsund og poller etc., en hyppig anvendt metode i Japan, som i senere år også har blitt tatt i bruk hos oss. Det er spesielt viktig å gjøre grundige forhåndsstudier av vannutskiftningen og lokale miljøforhold før lokalitet plukkes ut.

A/S Mowi har hittil basert sitt oppdrett av laks på to avstengte strømsund, Veløykjølpo på 3.5 hektar og Flogøykjølpo på 1.2 hektar, begge på Sotra (fig. 30 og 31). Avsperringen i Flogøykjølpo består av armeringsjern, og profiler i betong rammeverk med 15 mm klaring, og i Veløykjølpo er sperrene laget av aluminiumsgrinder i betong rammeverk. Tidevannsforskjellen er begge steder ca. 1.5 m. Begge anleggene har grunne terskler og største dyp midt i bassenget. Et basseng av denne type vil vanligvis være årsak til en utilstrekkelig utskiftning av bunnvannet, som under oppdrettsforhold, med store mengder fóravfall og ekskrementer kan skape problemer for vannets oksygeninnhold. Det er meget viktig at strømmen når ned til bunnen og eventuelt fjerner avfallet. Hvis ikke avfallet fjernes med jevne mellomrom, vil de raskt akkumulerende mengder lett skape oksygenfrie områder og utvikle hydrogensulfid. Nesten alle oppdrettere som har benyttet avstegninger av denne type har hatt problemer med oksygeninnholdet i bunnvannet. De fleste har i likhet med Mowi vært tvungne til å installere kostbare pumper, som enten pumper inn friskt vann i bunnlaget eller suger ut vann og avfallsstoffer fra dypereliggende partier. En rekke japanske anlegg har hatt tilsvarende problemer med vannutskiftningen. Her var dypet innenfor innhegningen vanligvis mindre enn utenfor (fig. 32). Dette vil lette utskiftningen av bunnskiktet, så sant de tilstøtende områder utenfor ikke er

omgitt av grunne terskler. Et anlegg i Strom-Loch på Shetland er eksempel på hvordan de topografiske forhold i nærliggende områder med flere grunne terskler reduserer vannutskiftningen i oppdrettsområdet (fig. 33) (MILNE 1972).

5.4 Flytedammer

De fleste norske oppdrettere anvender idag flytedammer (merer), en form som kan tilpasses alle størrelsesordener av oppdrett fra hobbyanlegg til storindustri. Den store fordel med en flytedam framfor andre metoder er at de kan flyttes etter ønske og behov, noe som kan være nødvendig ved forurensning, uvær, slakt av fisk etc. Utformingen av flytedammene viser stor variasjon i form, materialer og størrelse. De fleste er rektangulære eller kvadratiske, andre har fått en rund eller tilnærmet rund form ved å bygge de seks, åtte eller tikantete. Størrelsen varierer i overflate på 4-200 m², i dyp på 2-8 m og volum på 8-1050 m³. ANON. (1971) fant at gjennomsnittsmeren hadde en størrelse på 198 m³.

Flytedammen består av notpose som henger løst i sjøen montert på en flyteenhet. Den forankres enten til sjøbunnen eller land og plasseres ofte i enheter på 2-6 stykker. Over vannoverflaten monteres et gjerde av not for å hindre at fisken hopper ut. For mindre fisk dekkes overflaten av tverrgående tråder eller not til beskyttelse mot fugl.

Flyteenheten kan bestå av tomme fat, flyteplast (isopor, styropor) eller ferdiglagede pongtonger i plast. Det anbefales at flyteplasten armeres med glassfiber før den settes i sjøen. Vanligvis bygges flytelegemet inn i en ramme som man kan gå på, men det finnes merer som kun består av en løs notpose hengende i fire forankrede flytebøyer. Det er videre gjort forsøk på å anvende store dimensjoner av plastrør som flyteenhet ved å smelte røret sammen til en sirkel. Norske plastprodusenter er i gang med å utvikle ferdige flyteenheter.

En av de mest vellykte norsk-konstruerte merer er utviklet

på Hitra av bl.a. brødr. Grøntvedt. Det er en åttekantet mer som er satt sammen av enheter på 5 m lengde. Dammen har en dybde på 4 m og et volum på ca. 500 m³. En dam av denne typen kan lett forlenges til større enheter. Figur 34 og 35 viser hvordan de enkelte deler av dammen kan lages. Rammen består av 8 like deler (fig. 34 a) og fig. 34 b, c viser i detalj hvordan hver av disse delene er utformet. Materialene består av 2'' x 5'' plank og er i likhet med alle trematerialer trykkimpregnerte. Flyteenhetene er isopor som leveres i enheter på 2 x 1 x 0.3 m. Det sages av en 5'' høy plate (fig. 35 c) som er tilpasset rammen. For å holde flyteplasten på plass spikres tverrliggere på over- og undersiden (fig. 34 c) og det anvendes 1'' x 5'' bord. På oversiden lar man tverrliggerne ligge 3 cm utenom ytterkanten på rammen som vist på figur 34 c's venstre side. Dette gjøres for at man senere kan spikre fast en 2'' x 2'' lekter på kanten for å feste noten til (figur 35 b). Rammen holdes sammen i alle 8 hjørner ved hjelp av bildekk som festes med 3/4'' x 3.5'' gjennomgangsbolter med stoppskiver på begge sider (fig. 35 a). I hvert annet hjørne (A,C,E,G) brukes i tillegg et tau foret med gummislanger. I disse festes fortøyningene. Tauet går gjennom 1'' hull boret i plankene. Etter at delene er satt sammen med bildekk, spikres en 2'' plastslange rundt hele rammen på utsidens nedre del (med wire og strekkfisk innvendig, fig. 35 b). Slangen skal holde noten fra rammen for å hindre slitasje og den vil også styrke hele konstruksjonen.

På innsiden av rammen spikres på hver av de 8 delene fire stykker 2'' x 2'' lekter 120 cm lange til å strekke netting på (fig. 35 d). Nettingen bør være slakk i hjørnene, siden rammen skal kunne bevege seg litt. Noten er laget av nylon med knuter og første året brukes notline med tråd nummer 5 og maskevidde 44 omfar, annet år tråd nummer 10 og maskevidde 22 omfar.

I Skottland har det vært forsøkt ulike typer merer, men man har festet seg mest ved seks- og tikkantete typer med diameter fra 2.4 til 7.5 m og dyp fra 2-3 m (MILNE 1972). Flyte-

legemene består av polyetenbeholdere som fylles med polystyren skum. Enhetene lenkes sammen i grupper på 5-6 stykker. I USA har det blitt tatt i bruk store dammer på 50 x 12 x 3 m, med flyter av polystyren dekket av vannfast kryssfinér. Japanske flytedammer benyttes spesielt til oppdrett av Yellow-taile i grupper på fire til ti stykker. Enkle nett er det vanligste, men doble nett har også vært brukt på lokaliteter der predatorer og bølger kan ødelegge nettene. (Etter MILNE 1972.)

Vannutskiftningen i en flytedam bestemmes av de lokale strømforhold. HISAOKA et.al. (1966) fant i Dario Bay at vannutskiftningen i en flytedam var 200 ganger dammens volum i én tidevannsperiode, mens tilsvarende verdier i avstengte japanske bukter var fra 1-10 ganger buktens volum. Hisaoka påviste videre at oksygeninnholdet i vannet inre i dammen varierte helt i takt med vannfornyelsen (fig. 36). De høye verdier som er funnet for vannutskiftning i flytedammer kan forklare hvorfor disse dammer kan ha en mye større fiske-tetthet enn andre typer oppdrettsanlegg.

For å hindre at avfall fra fôr og fisk ikke skal forurense området bør flytedammene plasseres på relativt dypt vann (over 10 m). Strømmen i området må være kraftig nok til å fjerne avfall, og holde vannets oksygeninnhold på et relativt høyt og stabilt nivå.

Strømmen gjennom en flytedam avtar etter at den passerer notveggen og i en ren not vil den sjelden utgjøre mer enn 60-70% av strømmen utenfor. Ved strømhastigheter over 4 cm/sek. passerer strømmen gjennom notveggen, men ved hastigheter under denne verdi vil fiskens svømmebevegelse være sterk nok til å endre denne.

Ved begroing av nøter, et meget alminnelig forekommende fenomen, vil strømmen ytterligere reduseres og dette øker også sjansen til å forandre på strømretningen. Dermed vil det tilgjengelige oksygen for fisken reduseres, noe som kan

få meget uheldige konsekvenser ved tett belegg av fisk. Ettersyn og rensing av nøter bør derfor utføres med hyppige mellomrom og det er særlig viktig å passe på dette i sommertiden da oksygenbehovet er størst. Begroing av nøter er et alvorlig problem og det er meget viktig å impregnere dem skikkelig. Det finnes idag to impregneringsmiddel mot begroing av nylonnett. En annen måte å unngå problemet på er å anvende et roterende bur istedet for en vanlig mer (fig. 37), en hittil lite utprøvet metode.

En av ulempene ved bruk av flytedammer er avhengigheten av båt for fóring og ettersyn. På lengre sikt vil metoden også bli en god del dyrere enn avstengning, men omkostningene vil være avhengig av bl.a. valg av materialer til flyteenheten. Slitasje og reparasjoner vil sannsynligvis utgjøre en betydelig del av omkostningene ved denne oppdrettsmetode.

5.5 Anlegg under sjøoverflaten

Anlegg som kan senkes ned i sjøen til bestemte dyp har vært forsøkt bl.a. i Japan og England. Fordelen med anlegg av denne type er at man kan utnytte de spesielle miljøforhold som finnes i dypet, samtidig som man unngår en rekke problemer ved overflatedrift. Anlegg på sjøbunnen kan sannsynligvis lages uten store kostnader, da det ikke er behov for forankring. Denne oppdrettsmetode trenger dykkere til daglig fóring og kontroll. Ingen av metodene har vært i bruk hos oss.

6. FISKETETTHET I ULIKE ANLEGGSTYPER

6.1 Tetthetsberegninger av småfisk

Et av de problemer som enhver fiskeoppdretter vil stå overfor er beregning av tetthet i et oppdrettsanlegg. Dette problem har vært gjenstand for grundige undersøkelser, og i første rekke på yngel av ulike arter laksefisk (HASKELL 1955, WILLOUGHBY 1968, BURROWS og COMBS 1968, WESTERS 1970 og

PIPER 1970). Selv om beregningene er utført på småfisk vil de gjeldende prinsipper man er kommet fram til også ha interesse for matfisk. Den enkelte oppdretter må imidlertid ha klart for seg hva som gjelder for småfisk, og hva vi idag vet om tetthetsberegninger på stor fisk.

Et anleggs bæreevne påvirkes av en rekke faktorer og deres ulike virkning gjør det meget vanskelig å uttrykke bæreevnen ved en matematisk modell. De fleste bygger på HASKELL's (1955) grunnleggende antagelse:

- 1) Bæreevnen er begrenset av a) oksygenforbruket og b) akkumulering av avfallsstoffer.
- 2) Mengden av oksygen som forbrukes, og det samlede kvanta stoffskifteprodukter er proporsjonal med mengdene av tilført fôr.

WILLOUGHBY (1968) kom fram til en enkel formel som påviste relasjonen mellom oksygeninnhold i vannet, volum av vanngjennomstrømning og mengden av fôr:

$$(O_i - O_u) \times \frac{1.44}{220} \times N \text{ l/min} = A \text{ kg fôr pr. dag}$$

der $(O_i - O_u)$ er forskjellen i oksygeninnhold i mg/l mellom innkommende vann (O_i) og utløpende vann (O_u), 1.44 er vannmengde i tonn i løpet av 24 timer og med en gjennomstrømning på 1 l/min, 220 står for antall gram O_2 som trengs til å forbrenne 1 kg tørrfôr (2650 kalorier), og N er vanngjennomstrømning målt i l/min. Dette tilsvarer fôrmengde A målt i kg pr. dag.

Formelen tar ikke hensyn til virkningene av akkumulerte avfallsstoffer, da det antas at dette har mindre betydning ved en tilstrekkelig gjennomstrømning.

PIPER (1970) bygget videre på HASSELL's antagelser og foreslo å innføre en "beleggsfaktor". Han erstattet vekten av det daglige fôr med fiskelengden, idet det eksisterer et lineært forhold mellom disse to faktorer (BUTERBAUGH og WILLOUGHBY 1967). For å bestemme beleggsfaktoren (F) trenger vi å kjenne den totale vekt av fisken i kg (W), gjennomstrømningen av vann i liter/min (I) ved en gjennomsnittlig fiskelengde (L) i cm.

$$F = \frac{W}{L \times I} \times K$$

der K er en omregningsfaktor på 2 1.3 for å komme over fra amerikanske til norske måleenheter. Beleggsfaktoren F gir uttrykk for forholdet mellom mengden av fisk i relasjon til gjennomstrømning og fiskestørrelse. Formelen viser at ved økende fiskelengde kan belegget øke (i kg fisk) uten å forandre på gjennomstrømningen. Øker vi derimot belegget med fisk av samme størrelse, dvs. W blir større, må også gjennomstrømningen økes. Ut i fra denne formel kan også verdier av W, L og I beregnes når F er kjent.

PIPER kom fram til at en beleggsfaktor på 1.5 var tilstrekkelig for ørret ved 10°C under de forhold som var tilstede ved anlegget i Bozeman Montana. Ut i fra Pipers undersøkelser bør ikke en beleggsfaktor være større enn 1.8, men må bestemmes for hver enkelt lokalitet. Endringer i miljøet (temp. O₂-innhold etc.) vil forandre beleggsfaktoren under ellers like betingelser. Beleggsfaktoren må bestemmes for hver enkelt art, og er ikke anvendt på fisk over 28 cm.

WESTERS (1970) kom med følgende antagelser:

- 1) En økning av fôringen resulterer i en proporsjonal minskning av bæreevnen.
- 2) Kubikkroten av fiskens gjennomsnittsvekt (W) er proporsjonal med bæreevnen (B). $B = \sqrt[3]{W}$ eller $W = B^3$. Han antar da at stoffskiftet er en funksjon av lengden.

- 3) En økning av vannutskiftningen øker bæreevnen, men forholdsvis mindre enn den økte utskiftningen.

Westers fant videre at bæreevnen minsket med 25% for 2.8°C økning i temperaturen, og for alle størrelsesgrupper og ved alle verdier for vanngjennomstrømning. Det undersøkte temperaturområde var 4.5 - 15.5°C.

BURROWS og COMBS (1968) studerte bæreevnen til Chinook-laks ved forskjellige vanntemperaturer og fiskestørrelser. De påpekte farene ved for stor fisketetthet og mente at overbefolkning ga redusert vekst og dårlig fôrutnyttelse. Fig. 38 viser den mulige økning i tetthet når fisken øker i størrelse, og forholdet er ikke lineært. Pipers formel må derfor brukes med forbehold, eventuelt med en korreksjonsfaktor.

Bæreevnen til vann minsker ved økende temperatur fordi oksygeninnholdet avtar. Dette går tydelig fram av fig. 39. Samvirket mellom oksygenbehov og tetthet av belegget er tydelig når vi sammenligner fig. 38 og 39. Oksygen er vanligvis en begrensende faktor over 15°C, mens tetthet er begrensende under denne temperatur.

For Chinook-laks fant BURROWS og CHENOWETH (1970) den maksimale bæreevne i en rektangulær dam (15 m lang, 0.6 m dyp) på 15.5 kg/m³ for 5 grams fisk, og på 31 kg/m³ for 50 grams fisk. Ingen av de øvrige damtyper (jfr. side 26) greidde tilsvarende store belegg.

Fiskeribiolog Christofer Senstad ved Direktoratet for jakt, fiske og ferskvannstell har gjennom lang tids erfaring kommet fram til et uttrykk for antall fisk i dammen, N, i forhold til arealet av dammen, A:

$$N = \frac{A}{L \times 1/4 L}$$

der L er fiskens midlere lengde. Han mente at tettheten var mer avhengig av fiskelengden enn vekten.

Betingelsen for at metoden kan brukes er en gunstig vann-gjennomstrømning og frisk fisk. Forøvrig må man regne med at belegget vil variere med temperaturen.

6.2 Fisketetthet i ulike sjøanlegg

De opplysninger som foreligger over fisketetthet og fiskestørrelse i ulike typer norske oppdrettsanlegg viser meget store variasjoner (ANON. 1971). De oppgitte verdier er ikke basert på et vitenskapelig innsamlet materiale, men ut i fra opplysninger fra den enkelte oppdretter. Tallene må derfor betraktes som relative og ikke absolutte verdier, men de gir en pekepinn over de enkelte metoders innbyrdes relasjon og kapasitet.

Tabell b. Fisketetthet i ulike anleggstyper, beregnet i kg fisk pr. m³ vannvolum, for ulike størrelsesgrupper av regnbueørret. Verdier fra ulike anlegg av samme type er slått sammen og beregnet som en gjennomsnittsverdi. Fiskestørrelsen er målt i gram.

Anleggs- type	Gjennomsnitts tetthet				Maksimal tetthet		
	10- 99 g.	100- 399 g.	400- 999 g.	>1000 g.	10- 99 g.	400- 999 g.	>1000 g.
Betongdam med trykk- vann/pumpe	20	-	14	13	29	-	-
Sjøav- sperring	-	-	-	13	-	-	13
Sund	-	-	-	3.2	-	-	(13)?
Poll	-	-	-	0.7	-	-	1
Flytedam	23	19.4	16.3	20.4	-	24	24.3

Tabell c. Fiskevekst i ulike anleggstyper, målt i gram, etter 1 år og 2½ år og i relasjon til vekstsesong. Verdier fra ulike anlegg er slått sammen og beregnet som en gjennomsnittsverdi.

Anleggstype	Belegg	Vekstsesong antall mnd.	Vekt i gram	
			1 år	2½ år
Ferskv/brakkvann		8.3	34	340
Betongdam saltv.	tett	10.7	41	650
Poll	"	glissent	12	70
Sund	"	"	12	-
Flytedam	"	(tett)	12	65

Vi ser at den gjennomsnittlige tetthet av regnbueørret var størst i flytedammene for liten og stor fisk, og noe over 20 kg/m³. Det var overraskende å konstatere at belegget minsket i dammene på land med økende fiskestørrelse. Det ville være mer naturlig å finne det motsatte, og resultatet tyder på at enten utnytter ikke oppdretteren kapasiteten fullt ut, eller så starter han med for stort belegg.

De største maksimale fisketettheter ble funnet i betongdammer og merer, og i enkelte anlegg ble det funnet opp til 30-35 kg/m³. Det er grunn til å anta at et slikt belegg er for stort, og vil forårsake redusert vekst. Fiskevekten i landanleggene etter 2½ år (tabell c) kan tyde på for tett bestand. En oppdretter som starter med et for stort belegg av småfisk kan risikere å stresse fisken så sterkt at det medfører sykdom, økt dødelighet og redusert vekst. Den korte vekstsesongen og de ofte lavere temperaturer som er typisk for ferskvann, er en medvirkende årsak til den dårlige veksten.

Resultatet fra sjøavsperringen tyder på at denne metode kan holde større bestander enn avsperrede sund. Pollen var uten tvil den minst egnede oppdrettstype.

Veksthastigheten var størst i merer og sund, endel mindre i poller og minst i landanleggene. Vannutbyttet i en poll er vanligvis lite, og dette begrenser tettheten, men den fisk som vokser opp der har god plass og har relativt god tilvekst. Kontroll og oversikt over fisken er betydelig dårligere i sund og poller enn andre anleggstyper. Fórspillet kan bli stort, og det oppstår problemer med å samle fisken ved fóringsslassen.

De foreliggende resultater tyder på at flytedammen kan holde den største fisketetthet og samtidig ha god vekst. Årsaken til dette er med stor sannsynlighet en bedre vannutskiftning i meren i forhold til andre anleggstyper, noe som bekreftes av japanske undersøkelser (jfr. side 34).

Som tidligere nevnt har oppdrett i ulike avstegninger og innhegninger i sjøen vært i bruk i lengre tid i Japan og flere år i Skottland og på Shetland. Tabell d viser en sammenligning av fisketettheten i ulike anlegg. Resultatene er ikke direkte sammenlignbare på grunn av artsforskjeller og ulike miljøforhold, men kan være nyttig som en sammenligning til egne anlegg.

Tabell d. En sammenligning av fisketetthet i japanske, skotske (Shetland) og norske matfiskanlegg. (t = tidevannsforskjell i meter).

Land	anlegg	type	størrelse	vannutskift pr. tidev.-periode	Art	størrelse	tetthet
Japan	Ie-shima	sjø-avst.	91.7 ha	1.31	yellow tail		0.27 kg/m ³
Japan	Megi-shima	sjø-avst.	5.6 "	10.3	yellow tail		1.75 "
Shetland	Strom Loch	sjø-avst.	0.2 "	0.3 t	regnbue	225 g	1.82 "
Norge	Mowi	sund	1.2 "	1.5 t	laks	1.5-6 kg	ca. 2-3kg/m ³ med pumper
Norge	Mowi	"	1.2 "	1.5 t	"	1.5-6 kg	ca. ½ kg/m ³ uten pumper
Norge	Osland	sjø-avst.	0.1 "	1.5 t	regnbue	1-3 kg	ca. 8-10kg/m ³
Norge	Grøntvedt	Flytedam	500 m ³	-	laks	3-15 kg	ca. 10kg/m ³

Det går tydelig fram av tabell d at det er størrelsen av vannutskiftningen som er bestemmende for anleggets bæreevne målt i kg fisk/m³ vannmasse. I Japanske anlegg er det vanlig å beregne den maksimale bestand i forhold til perioder med laveste vannutveksling (nipp flo). Dersom bestanden blir for stor vil dette resultere i en nedsatt vekst. I Tanomura-anlegget, en sjøavsperring på 16.4 ha fant man gjennom en seksårsperiode at vekten av den innhøstede fisken var direkte proporsjonal med fisketettheten (INOUE et.al. 1970). Dette resultat tyder på at det er vannutskiftningen og kravet til oppløst mengde oksygen, som setter en grense for den optimale produksjon. En oppdretter må derfor på forhånd bestemme seg for hvilken vekt han ønsker på fisken før han fastsetter fisketettheten i anlegget.

Flere undersøkelser har vist at store daglige fluktuasjoner i vannets oksygeninnhold bør unngåes, selv om man holder seg innen grenser som fisken kan tåle. Gjentatte eksponeringer til lave oksygenkonsentrasjoner, selv av kort varighet, virket uheldig, og hadde nesten samme virkning som om fisken hadde vært holdt på samme lave oksygennivå hele tiden, (STEWART et.al. 1967, DOUDOROFF og SHUMWAY, 1967). I forsøk som varte i 11-15 dager, der oksygenkonsentrasjonen varierte som beskrevet ovenfor, ble veksten kraftig redusert, og var mindre enn den beregnede vekt fisken ville fått ved en konstant gjennomsnittlig oksygenverdi (STEWART et.al. 1967). Ved laboratorieforsøk har man vist at svømmeevne, utviklingshastighet og vekst av og til blir begrenset av oksygenverdier som ligger nær og endog over metningsnivået (DOUDOROFF og SHUMWAY, 1967). Effektens størrelse henger nøye sammen med fiskens fôrtilgang, en sulten fisk blir lite påvirket. Derimot ser det ut til at fisk som gies ubegrensede matmengder får redusert sin vekst ved enhver målbar reduksjon i vannets oksygeninnhold (HERRMANN et.al. 1962, FISHER 1963 cit DOUDOROFF og SHUMWAY 1967).

7. OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Det foreliggende hydrografiske materiale viser tydelig at de ytre kystområder fra Sletta til Hestmanøy er best egnet til oppdrett med hensyn til vanntemperaturen. Sør og øst for Jæren er risikoen for negative temperaturer størst. Man bør unngå steder med store korttidsvariasjoner i de hydrografiske forhold. Disse korttidsvariasjoner er størst lengst sør i landet, og på lokaliteter der vi har store ferskvannstilførsler.

Forskjellen mellom høy- og lavvann og derved tidevannsstrømmens styrke vil øke jo lenger nord man kommer. Lokaliteter hvor terskler hindrer den frie vannutskiftningen bør unngåes. Tidevannsstrømmen beveger seg vanligvis i to motsatte retninger. Enkelte ganger er det samme vannet som beveger seg fram og tilbake. På slike lokaliteter bør man være forsiktig med å legge et oppdrettsanlegg.

Store variasjoner kan eksistere mellom de enkelte lokaliteter, og det er til god hjelp å ha en grundig kjennskap til lokale miljøforhold.

Det endelige valg av oppdrettsform vil alltid måtte foretaes ut i fra de naturlige forhold og variasjoner i miljøet på stedet. Videre vil anleggskostnadene komme i betraktning, tilgang på fôr, fryseri, vei, vakthold etc. Ikke alle oppdrettere har anledning til de store engangsutgifter som enkelte oppdrettsmetoder nødvendigvis medfører, f.eks. avsperring av et stort strømsund.

De totale omkostninger for en innhegning av Oslands type på 25 x 35 x 25 m og et gjennomsnittsdyp på 5-6 m vil beløpe seg til ca. kr. 45 000,- (inkl. moms) (tabell VI). En oppdretter bør ha 2-3 innhegninger av denne type før han starter.

Dersom en oppdretter istedet velger å anvende flytedammer som oppdrettsmetode, kan omkostningene til å begynne med være mindre. Utgiftene på lang sikt vil sannsynligvis bli større, i form av stadige utgifter til vedlikehold, reparasjon og fornyelse. Brødr. Grøntvedts 8-kantede mer er kostnadsberegnet til ca. kr. 16 000,- ferdig levert med utstyr til forankring (inkl. moms), (tabell VII). Betydelige besparelser kan gjøres ved egeninnsats.

For produksjon av 50 t laksefisk vil omkostningene ved bruk av flytedammer (Grøntvedts type) falle dyrere enn ved bruk av Oslands sjøavsperring. I tillegg bør man ta i betraktning det arbeid som er nødvendig til daglig stell og fóring for begge driftstyper. Oslands anlegg krever en liten arbeidsstokk, et flytedamanlegg vil som regel ha behov for båt for fóring etc.

Alle oppdrettsmetoder har fordeler og mangler. Et landanlegg vil som regel bli kostbart i forhold til et sjøanlegg, men har samtidig den store fordel at kontroll av fisk og miljø er bedre. Landanleggene er spesielt gunstige for oppdrett av settefisk (smolt).

Av sjøanleggene har man best kontroll over fisken i en flytedam. De er lette å håndtere, flyttbare og representerer en komplett enhet. For mindre anlegg er dette uten tvil den best egnede oppdrettsmetode, og anlegget kan med letthet utbygges etter ønske.

Idag vet vi ikke hvilken form, størrelse og fisketetthet som er best i en flytedam, men forskning er igang på dette viktige området. En dyp mer er biologisk fordelaktig for fisken, som derved lettere kan velge sitt miljø. Det er imidlertid ugunstig m.h.p. daglig kontroll, begroing (som også gir større strømdrag), og håndtering. De samme argumenter vil gjelde m.h.p. størrelse av meren. Når det gjelder form ser det ut til at fisken utnytter volumet bedre i en tilnærmet rund mer i forhold til en firkantet.

En sjøavsperring av Oslands type representerer en mellomstørrelse, men i praksis er det vanskelig å utøve skikkelig kontroll av fisken uten ved bruk av dykkere. Selv i relativt grunne områder vil vannet bli ugjennomsiktig av fóravfall, løst bunnavfall som virvles opp av fisken osv. I likhet med strømsund krever anlegg av denne type en meget god vannutskiftning, bl.a. for rengjøring av bunnen. Under gode forhold kan denne oppdrettsform tåle et relativt stort belegg av fisk.

En stor ulempe ved oppdrett i strømsund er den relativt lave fisketetthet som denne oppdrettsform vanligvis tillater. Den daglige kontroll av fisk og fóring er i alminnelighet liten, noe som lett kan få økonomiske konsekvenser. Installering av pumper etc. krever særlig god kontroll med daglig drift (strømbrudd).

På den annen side er de naturlige forhold langs store deler av norskekysten særlig godt egnet for denne oppdrettstype. Det er grunn til å tro at bruk av strømsund som oppdrettsmetode kan anbefales dersom vannutskiftningen er god og stabil. Metoden krever meget grundige forhåndsstudier. Intensiv fiskeoppdrett i poller kan vanligvis ikke anbefales p.g.a. dårlige utskiftningsforhold og man bør likeledes være varsom med å anlegge oppdrettsanlegg i utpregede terskelfjorder.

Totalt sett er det idag vanskelig å anbefale en metode framfor en annen. Så lenge man er klar over de enkelte oppdrettsmetoders begrensning og følger de anvisninger som er gitt, kan man regne med at alle metoder er brukbare.

For beregning av fisketetthet er det i rapporten gitt endel formler. Disse må brukes med forsiktighet, da alle er framkommet ved undersøkelser på småfisk. Tilsvarende tetthetsberegninger på større fisk kjenner man ikke til, og den enkelte oppdretter bygger her på erfaring.

Til slutt vil vi bare peke på enkelte risikomomenter og problemer som enhver oppdretter kan komme ut for. De fleste oppdrettere vil finne et uforklarlig svinn av fisk på opptil 50% eller mer. Hva dette skyldes vet vi ikke sikkert, men følgende teorier har vært framlagt:

Dårlig kontroll av fisk, sykdom som ikke er registrert, mink, fugl, rovfisk (torsk og spesielt sei er vanlig å finne innenfor og utenfor oppdrettsanlegg) og kannibalisme (stor fisk spiser liten fisk).

Av andre problemer kan nevnes sykdom (og spesielt vibriose), angrep av lakselus, forurensning (oljesøl o.l.), opptreden av "brunt vann" (oppblomstring av en dinoflagellat) som kan medføre stor dødelighet, tyveri, dambrudd og sist, men ikke minst, menneskelig svikt. En rekke av disse problemer og andre vil bli behandlet i senere rapporter.

Vi oppfordrer oppdrettere og andre interesserte i denne næring til aktivt å hjelpe til med informasjon og meningsutveksling. En åpen diskusjon av problemer som denne rapport har tatt opp vil komme alle til gode.

Vi vil gjerne rette en særlig takk til fiskeoppdretter Erling Osland, Bjordal i Sogn, og fiskeoppdrettere Ove og Sivert Grøntvedt Ansnes på Hitra for verdifulle informasjoner. Vi vil også rette en takk til de andre medlemmer av forskergruppen for akvakultur ved Havforskningsinstituttet for faglige råd og hjelp ved utarbeidelsen av rapporten.

LITTERATURLISTE

- Anon. (1971): "Norsk oppdrett av damfisk, anleggstyper, kostnader og lønnsomhet", Fiskeriøkonomisk Institutt ved Norges Handelshøyskole.
- Burrows, R.E. og Chenoweth, H.H. (1955): "Evaluation of Three Types of Fish Rearing Ponds", U.S. Dept. Interior, Fish and Wildl. Ser., Res. Rep. 39: 29 pp.
- Burrows, R.E. og Chenoweth, H.H. (1970): "The rectangular circulating rearing pond", Progve Fish Cult., 32 (2): 67-80.
- Burrows, R.E. og Combs, B.D. (1968): "Controlled environments for salmon propagation", Progve Fish Cult., 30 (3): 123-136.
- Buterbaugh, G.L. og Willoughby, H. (1967): "A feeding guide for brook, brown and rainbow trout", Progve Fish Cult., 29 (4): 210-215.
- Devold, N. (1972): "Den Norske Kyststrøm utenfor Vestlandet", Hovedoppgave i oseanografi, Univ. i Bergen: 1-57.
- Doudoroff, P., Shumway, D.L. (1967): "Dissolved Oxygen Criteria for the Protection of Fish", Am. Fish. Soc., spec. publ., 96 (4): 13-19.
- Eggvin, J. (1940): "The movement of the cold water front", Rep. on Norw. Fish and Mar. Inv., 6 (5): 1-151.
- Frogner, E. (1948): "Means and extremes of sea temperature by the Norwegian Coast", Geof. Publ., 15 (3): 1-82.
- Green, E.J. og Carriet, D.E. (1967): "New tables for oxygen saturation of seawater", J. mar. Res., 25 (2): 141-147.
- Haskell, D.C. (1955): "Weight of fish per cubic foot of water in hatchery troughs and ponds", Progve Fish Cult., 17 (3): 117-118.

- Helland-Hansen, B. og Nansen, F. (1909): "The Norwegian Sea", Rep. on Norw. Fish and Mar. Inv., 2 (2): 1-390.
- Herrmann, R.B., Warren, C.E. og Doudoroff, P. (1962):
"Influence of oxygen concentration on the growth of juvenile coho salmon", Trans. Amer. Fish. Soc., 91: 155-167.
- Hisaoka, M., Nogami, K., Takeuchi, O., Suzuki, M. og Sugimoto, H. (1966): "Studies on Sea Water in Exchange in Fish Farm. II: Exchange of Sea Water in Floating Net", Bull. Naikai Reg. Fish. Res. Lab. Cont. (115): 21-43.
- Hjort, J. og Gran, H.H. (1899): "Current and pelagic life in the northern ocean", Bergen Mus. Skr. 6.
- Inoue, H., Tanaka, Y. og Fukuda, K. (1970): "On Water Exchange in a Shallow Marine Fish Farm. II: Hamachi Fishfarm at Tanoura", Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 36 (8): 776-782.
- Jensen, K.W. (1962): "Oppfring av ørret og regnbueørret", Fisk og Fiskestell. (1): 1-54.
- Knutsson, S. (1973): "Inspeksjon av anlegg for fiskeoppdrett høsten 1972." Fisken og Havet serie B (1): 1-19.
- Leineb, R. (1973): "Water masses and current in a section across the Norwegian shelf off Stad". Under trykking.
- Ljen, R. (1972): "On short term variations on the hydrographical conditions in the Skagerrak and adjacent seas", Proc. from the POAC conf., Trondheim, August 23-30 1971, 1: 1400-1411.
- MacCrimmon, H.R. 1971. "World distribution of rainbow trout (Salmo gairdneri).", J. Fish. Res. Bd Canada 28 (5): 663-704.

- Midttun, L. (1969): "Variability of temperature and salinity of some localities off the coast of Norway", Prog. in Oceanogr. 5: 41-54.
- Midttun, L. (1971): "Long term observation series on surface temperature and salinity in Norwegian waters", ICES C.M. 1971/C: 25: 1-3 (Mimeo).
- Milne, P.H. (1972): "Fish and shellfish farming in coastal waters". Fishing News (Books) Ltd., London; 208 pp.
- Palmer, D.D., Leslie, A.R. og Burrows, R.E. (1951): "Feeding frequency: its role in the rearing of blueback salmon fingerlings in troughs". U.S. Dep. of the Interior, Fish. and Wildl. Serv., Progve Fish Cult., 13 (4): 205-212, October.
- Piper, R.C. (1970). "Know the proper carrying capacities of your farm." American Fishes and U.S. Trout News, 15 (1): 4-6.
- Rasmussen, C.J. (1967): "Håndbog i ørredopdræt." Rhodos, København. 242 pp.
- Sedgwick, S.D. (1966): "Rainbow Trout Farming in Denmark". Scot. Agric. (Autumn): 186-190.
- Sedgwick, S.D. (1970): "Rainbow Trout Farming in Scotland - Farming Trout in Salt Water." Scot. Agric. (Autumn): 180-185.
- Stewart, N.E., Shumway, D.L. og Doudoroff, P. (1967): "Influence of Oxygen Concentration on the Growth of Juvenile Largemouth Bass." J. Fish. Res. Bd Canada, 24 (3): 475-494.
- Sugimoto, H., Hisaoka, M., Nogami, K., Takeuchi, O. og Suzuki, M. (1966): "Studies on Sea Water Exchange in Fish Farm - I: Exchange of Sea Water in Fish Farm Surrounded by Net", Bull. Naikai Reg. Fish. Res. Lab., Cont. (113): 1-20.

- Tollan, A. (1968): "Vannbalansen i Norden", Rapp. til 5. Nordiska Hydrologkonferansen 23.-27. August 1967. Helsingfors: 173-178 (Mimeo).
- Truesdale, G.A. og Gameson, A.L.H. (1956): "The solubility of oxygen in saline water", Journ. Cons. Intern. Mer., 22: 163-166.
- Westers, H. (1970): "Carrying capacity of salmonid hatcheries". Progve Fish Cult., 32 (1): 43-46.
- Willoughby, H. (1968): "A method for calculating carrying capacities of hatchery troughs and ponds." Progve Fish Cult., 30 (3): 173-174.
- Wyrtek, K. (1954): "Schwankungen im Wasser haushalt der Ostsee." D. Hydrogr. Z., 7: 91-129.

FIGURLISTE

- Fig. 1. Vannmasse- og strømfordeling.
- Fig. 2. Stasjonskart.
- Fig. 3. "Kystvannskilen".
- Fig. 4. Saltholdighetsvariasjoner Bergen-Newcastle 1960-70.
- Fig. 5. Middlere årlig variasjon; S o/oo og t⁰C FERDER-JÆREN.
- Fig. 6. Middlere årlig variasjon; S o/oo og t⁰C SLETTA-BREISUNDET.
- Fig. 7. Middlere årlig variasjon; S o/oo og t⁰C HUSTADVIKA-HESTMANØY.
- Fig. 8. Middlere årlig variasjon; S o/oo og t⁰C VESTFJORDEN-LOPPHAVET.
- Fig. 9. Middlere årlig variasjon; S o/oo og t⁰C REVSBOTN-VARANGERFJ.
- Fig. 10. Middlere maksimum og minimumsverdier; S o/oo og t⁰C.
- Fig. 11. Minimumstemperatur hvert år.
- Fig. 12. Maksimumstemperatur hvert år.
- Fig. 13. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C LISTA.
- Fig. 14. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C UTSIRA.
- Fig. 15. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C SOGNESJØEN.
- Fig. 16. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C ONA.
- Fig. 17. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C SKROVA.
- Fig. 18. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C EGGUM.
- Fig. 19. Isopletdiagram S o/oo og t⁰C INGØY.
- Fig. 20. Sirkulasjonen i en terskelfjord.
- Fig. 21. Løselighet av oksygen i sjøvann.
- Fig. 22. Måling av t⁰C, S o/oo og strøm.
- Fig. 23. Diagram til beregning av saltinnholdet.
- Fig. 24. Metningsprosenten for oksygen i sjøvann.
- Fig. 25. Ulike former for marin oppdrett (etter Milne, 1972).

- Fig. 26. Strømmingsmønster i tre ulike damtyper
a) Foster-Lucas-dammen, b) sirkeldammen, c og d)
lengdestrømdammen (etter Burrows og Chenoweth, 1955).
- Fig. 27. Den rektangulære dam (etter Burrows og Chenoweth, 1970).
- Fig. 28. En skjematisk oversikt over oppdretter E. Osland's
sjøavsperring, Bjordal i Sogn.
- Fig. 29. Detaljer fra oppdretter E. Osland's sjøavsperring,
Bjordal i Sogn.
- Fig. 30. En oversikt over et avsperrret strømsund, Flogøy-
kjølpo - A/S Mowi til lakseoppdrett.
- Fig. 31. En oversikt over et avsperrret strømsund, Veløy-
kjølpo - A/S Mowi til lakseoppdrett.
- Fig. 32. Oversikt over en japansk sjøavstengning, Ieshima
på 91,7 ha til oppdrett av yellow-tail.
- Fig. 33a. Utforming av en sjøavsperring ved Strom Loch på
Shetland for oppdrett av regnbueørret (etter Milne,
1972).
- Fig. 33b. Profil av sjøbunnen over Strom Loch og tilstøtende
områder.
- Fig. 34. Oversikt og detaljer av brødrene Grøntvedts 8-
kantede flytedam på Hitra.
- Fig. 35. Detaljer av brødrene Grøntvedts 8-kantede flytedam
på Hitra.
- Fig. 36. Variasjon i vannutskiftning og oksygeninnhold i
en japansk flytedam gjennom 24 timer.
- Fig. 37. Roterende bur for fiskeoppdrett.
- Fig. 38. Forholdet mellom fiskestørrelse og den maksimale
beleggstetthet, målt i kilo fisk pr. kubikkmeter vann.
- Fig. 39. Vekt av fisk pr. min/liter vanntilførsel i forhold
til fiskestørrelsen og vanntemperaturen.

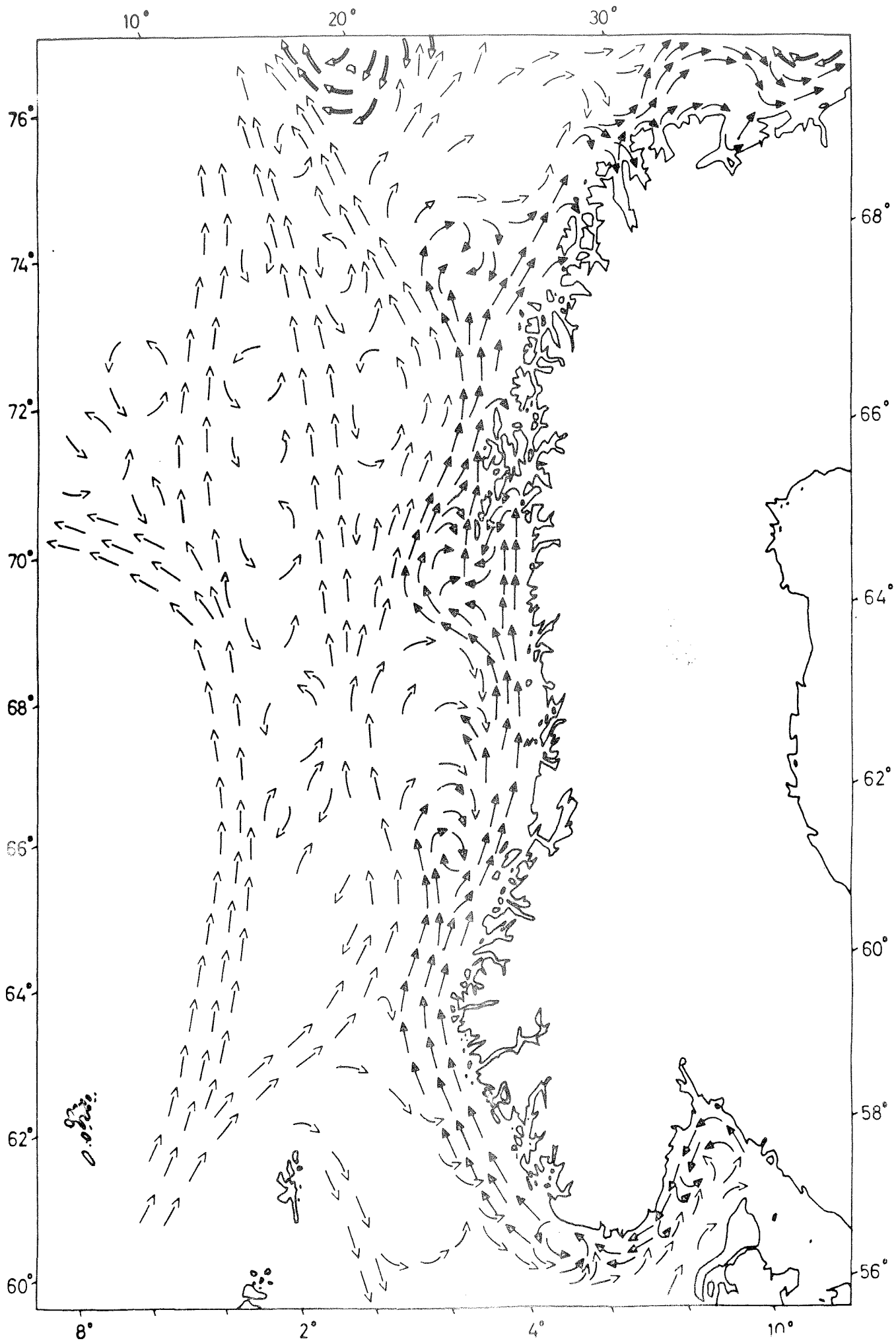


Fig. 1. Vannmasse- og strømfordeling

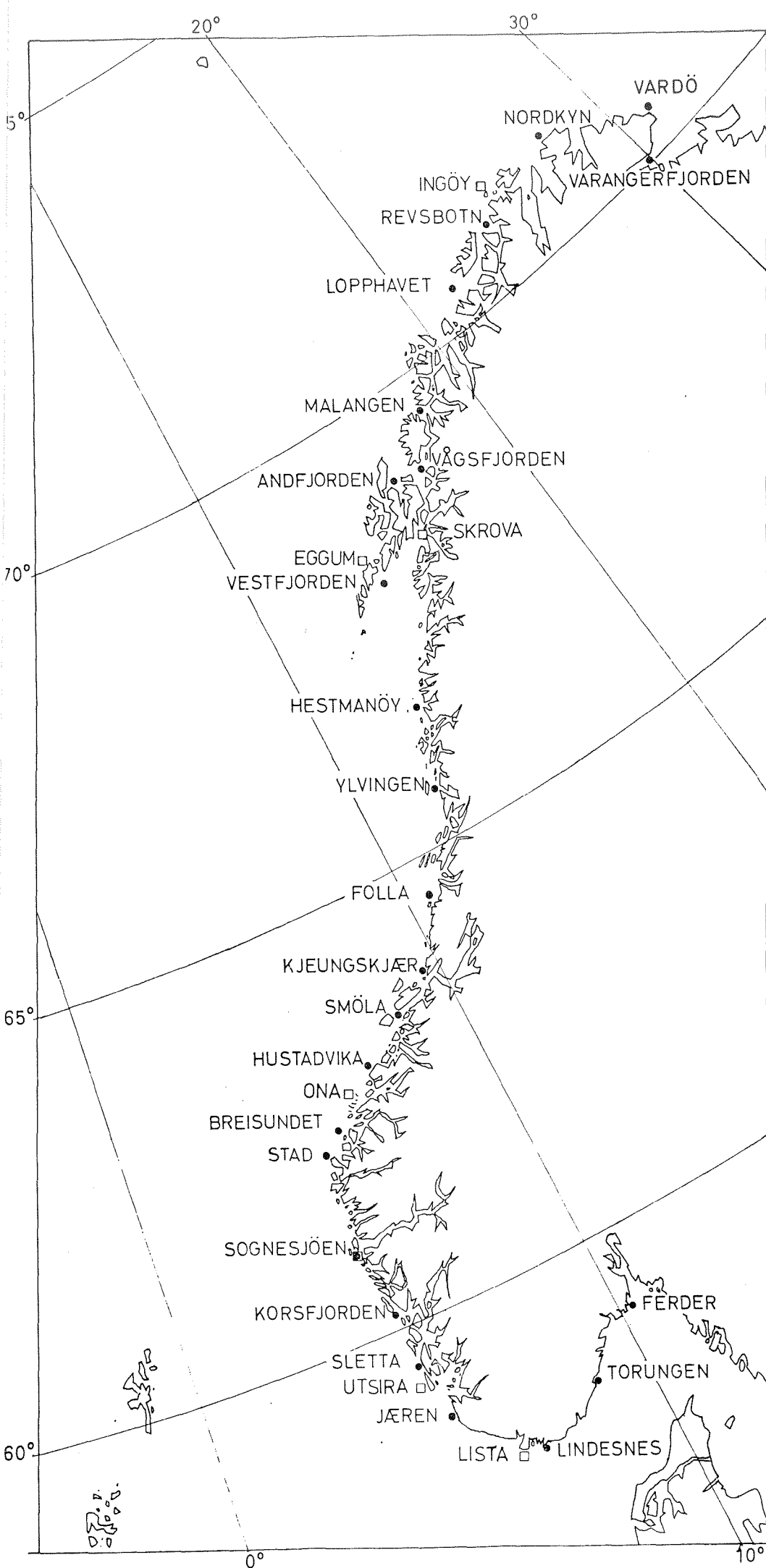


Fig. 2. Stasjonskart

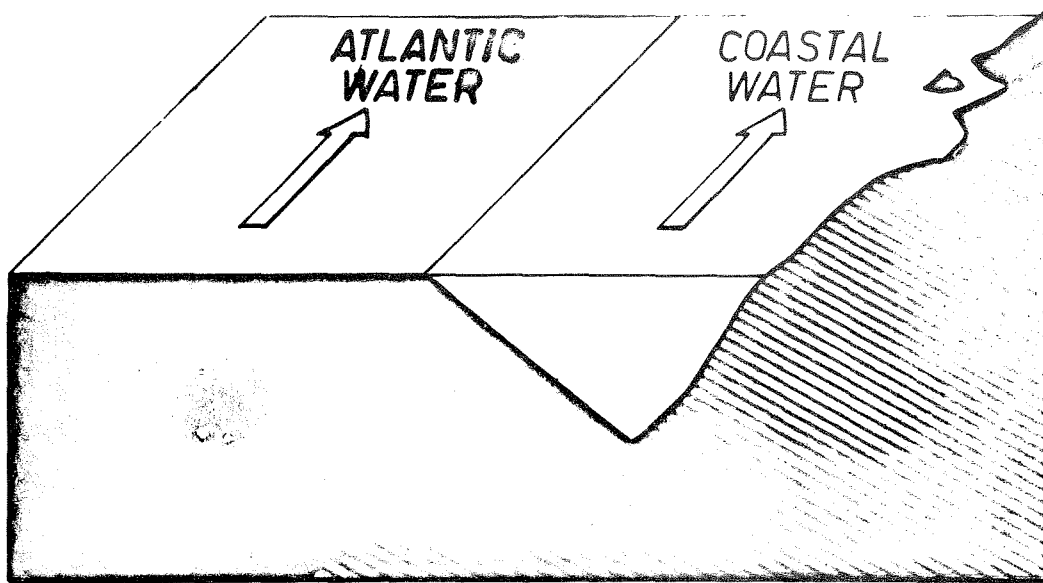


Fig. 3. "Kystvannskilen"

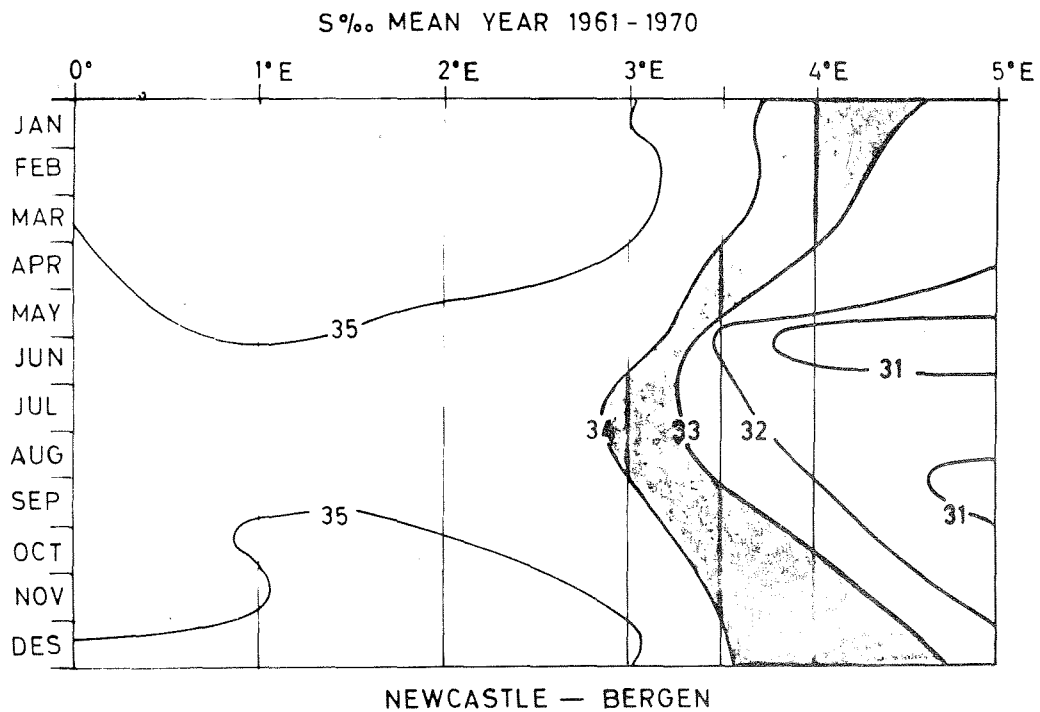


Fig. 4. Saltholdighetsvariasjoner Bergen-Newcastle 1960-70.

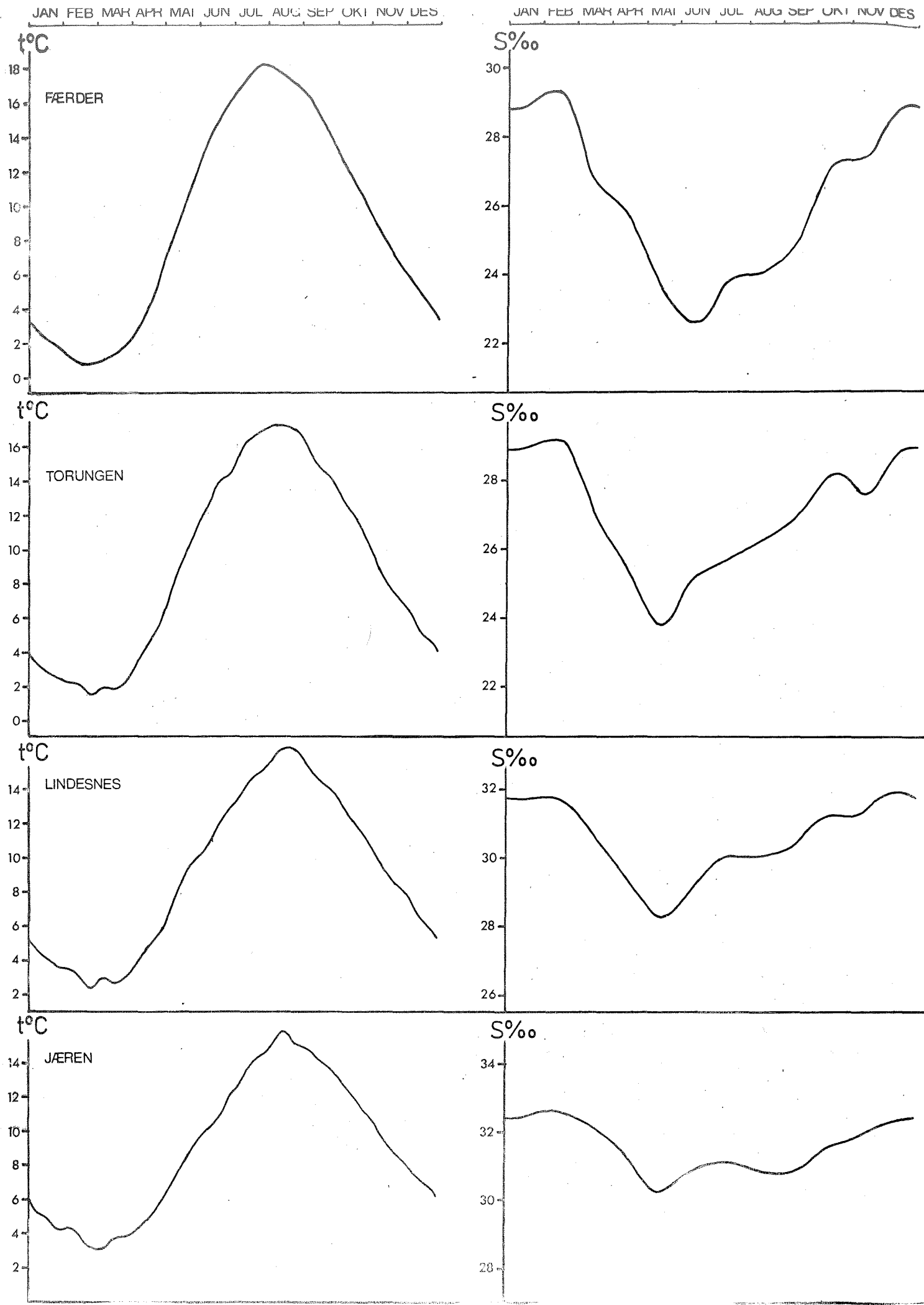


Fig. 5. Middlere årlig variasjon; $S\text{‰}$ og $t^{\circ}\text{C}$ FÆRDER - JÆREN

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

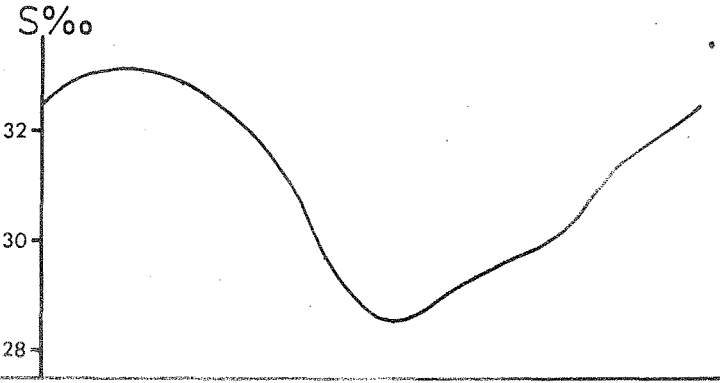
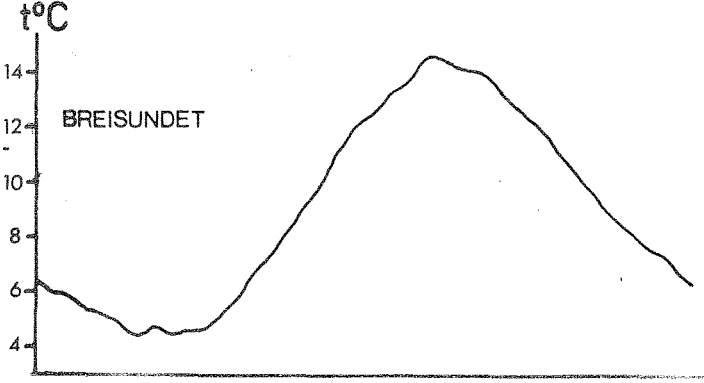
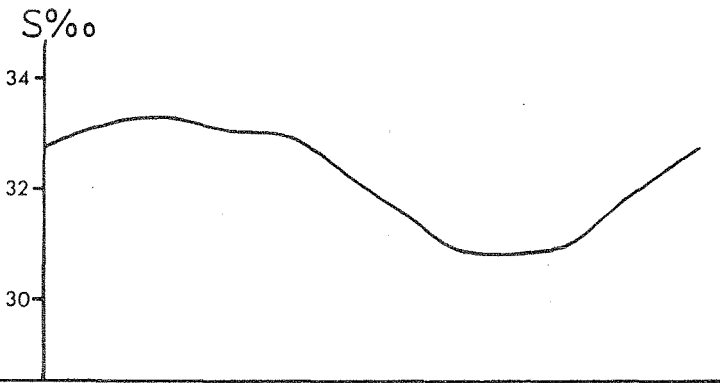
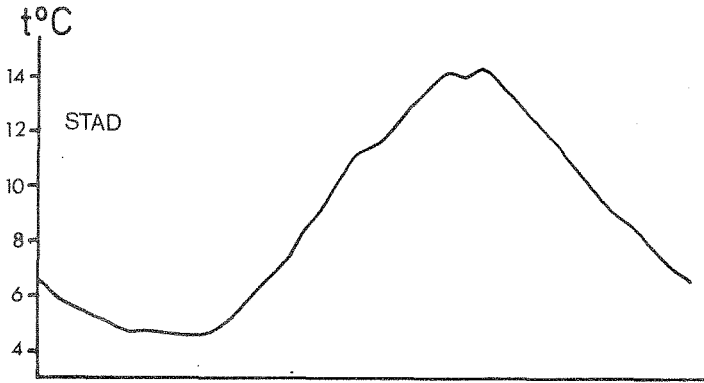
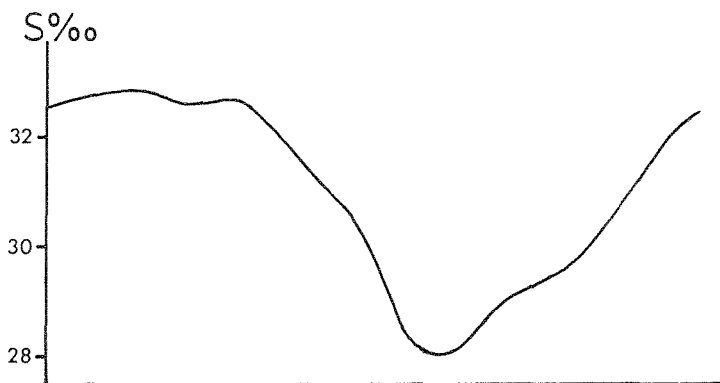
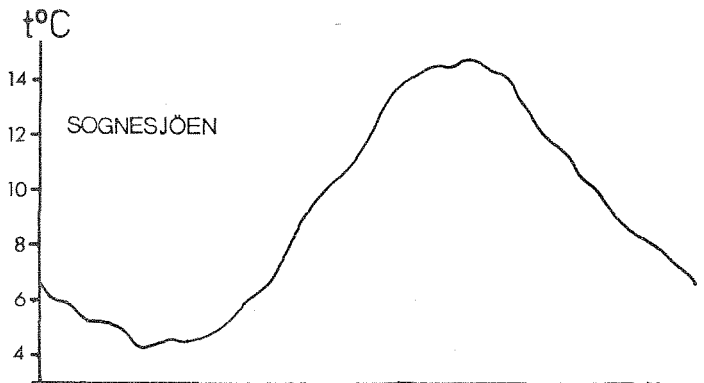
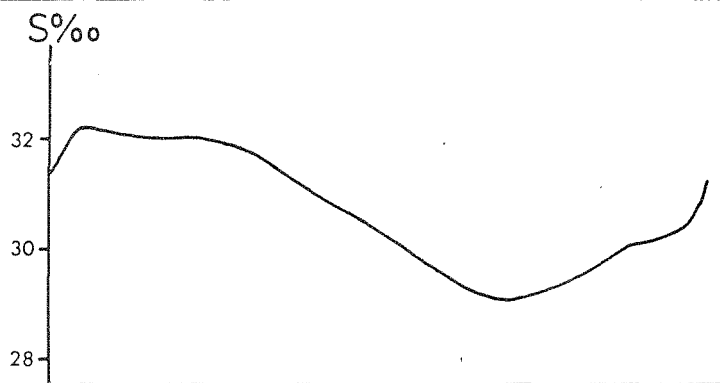
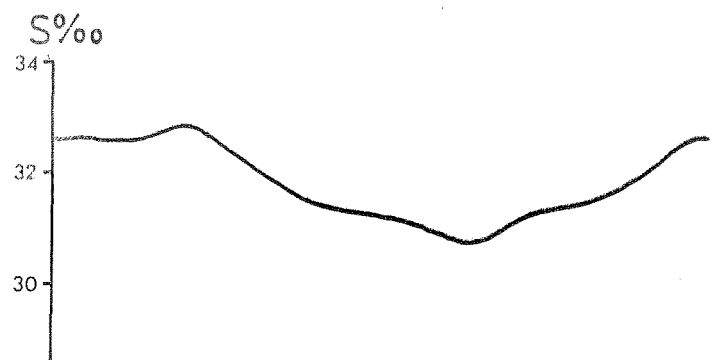


Fig. 6. Middlere årlig variasjon; S‰ og t°C SLETTA - BREISUNDET

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

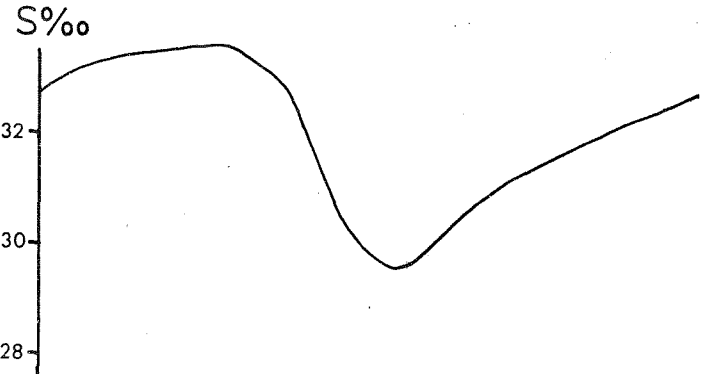
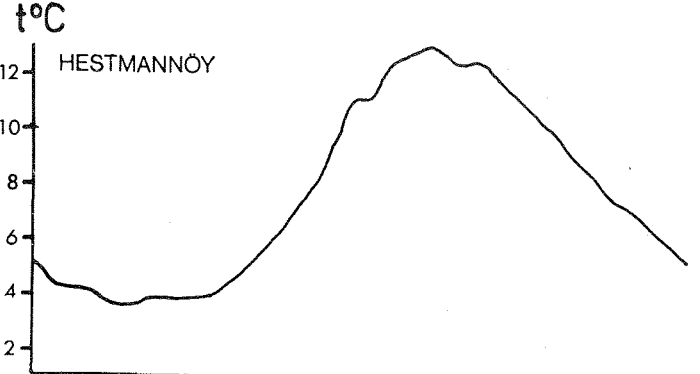
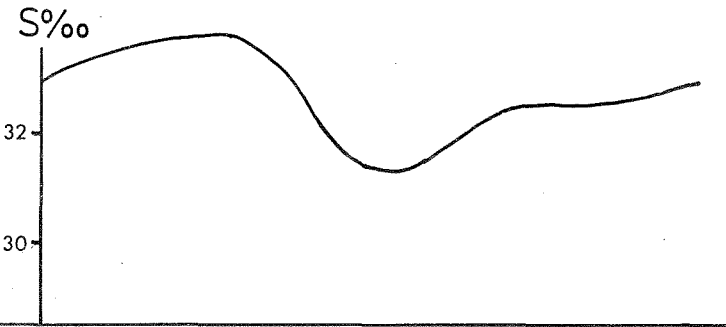
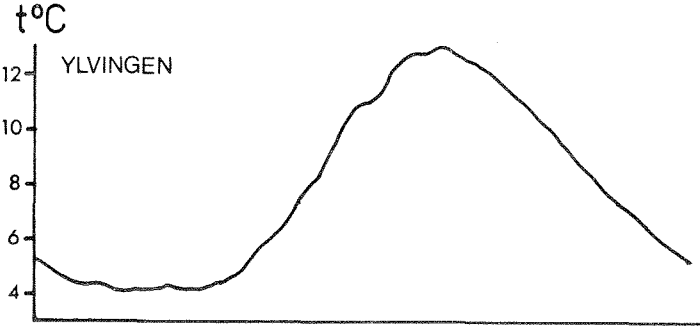
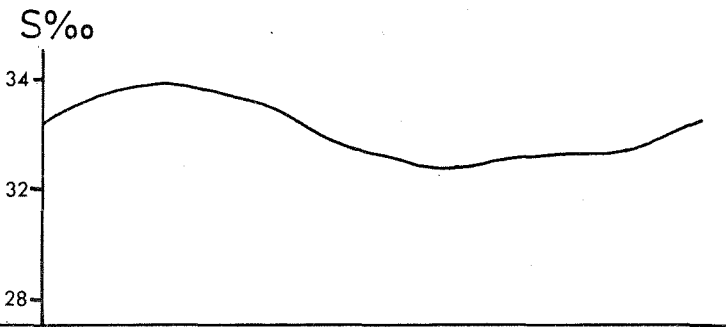
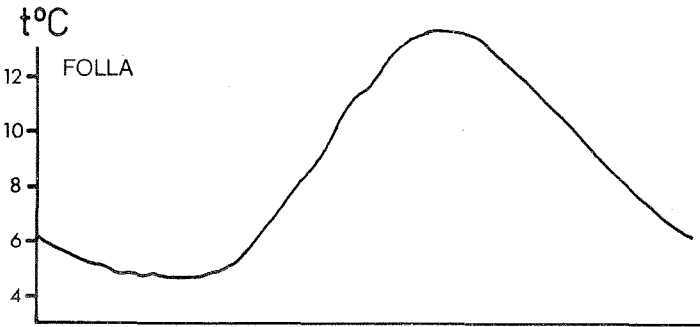
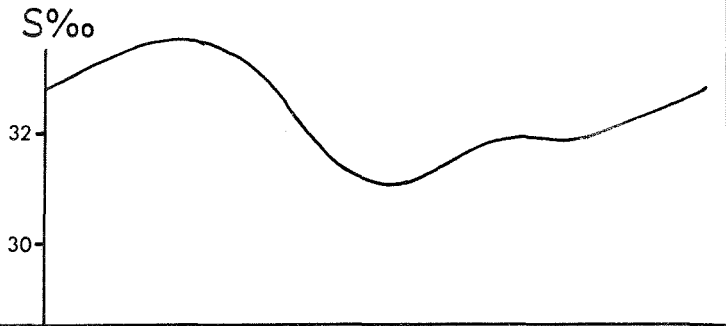
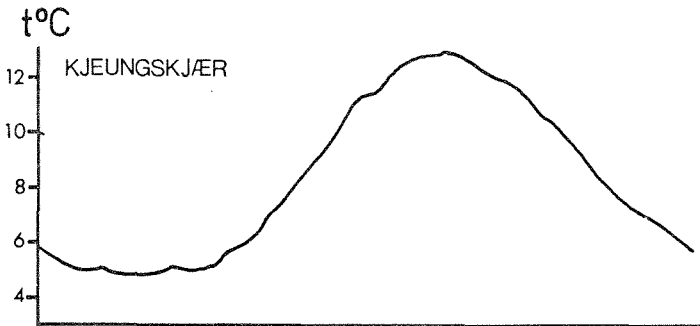
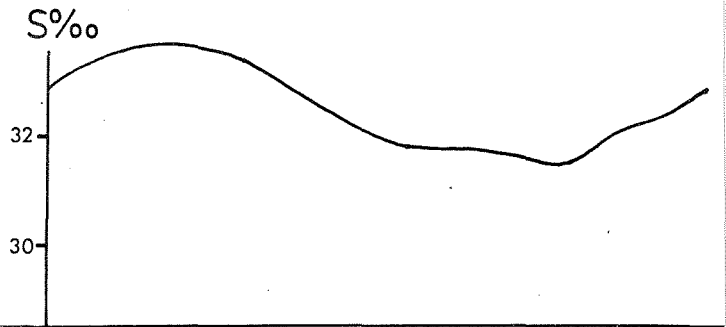
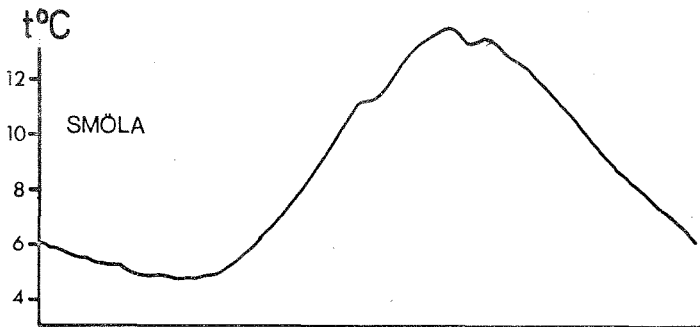
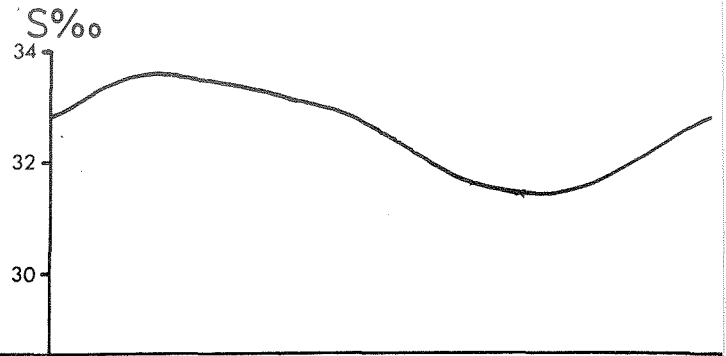
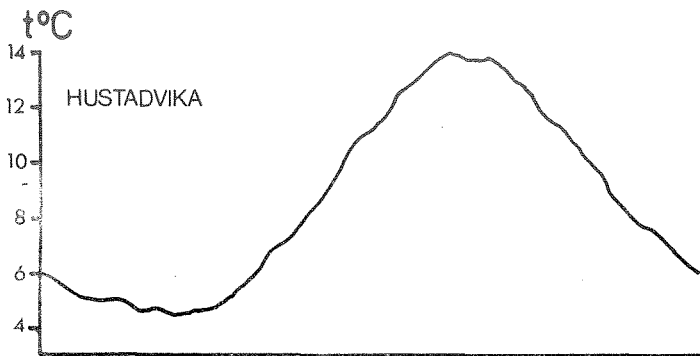


Fig. 7. Middlere årlig variasjon; S‰ og t°C HUSTADVIKA - HESTMANØY

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

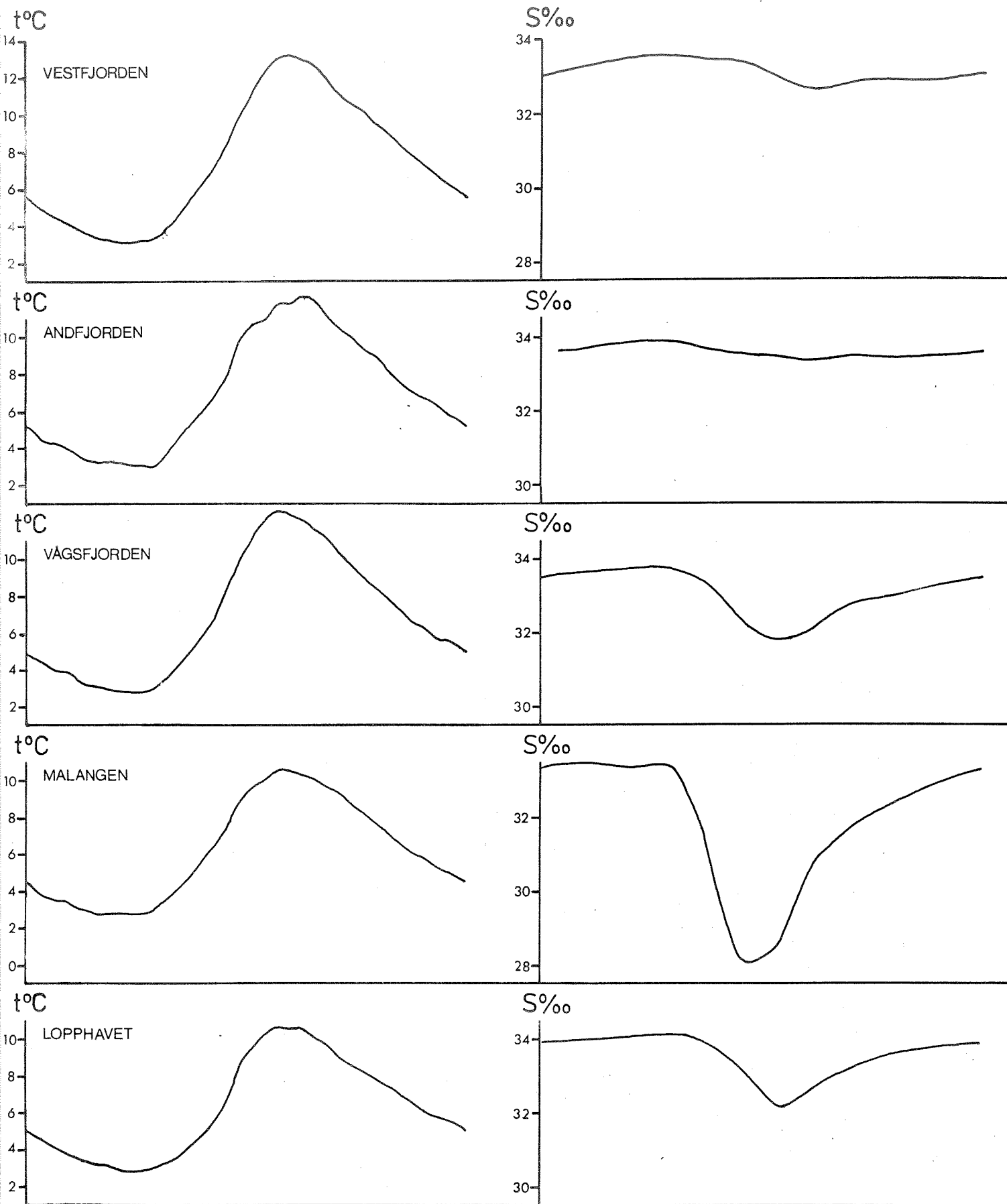


Fig. 8. Middlere årlig variasjon; S‰ og t°C VESTFJORDEN - LOPPHAVET

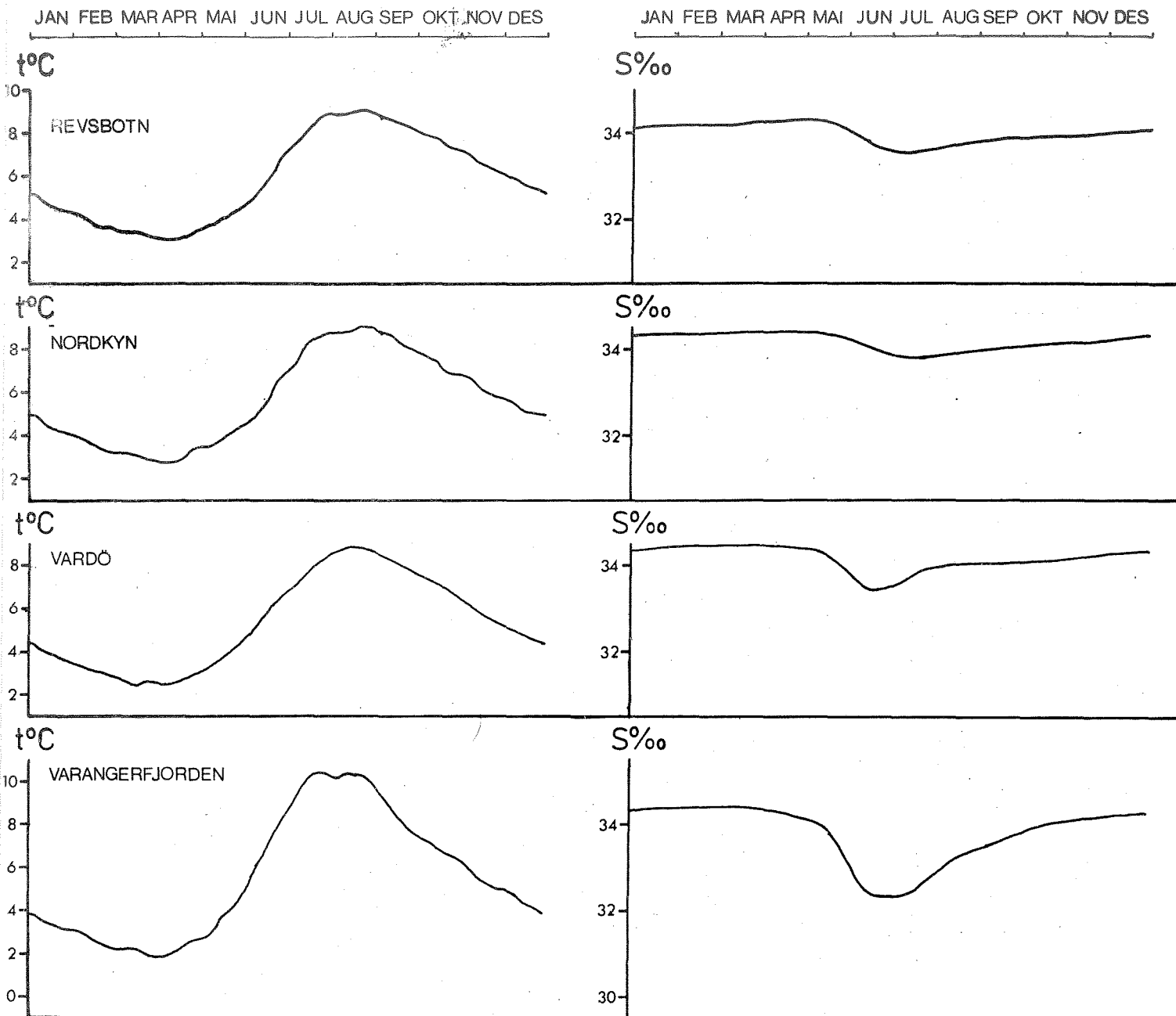


Fig. 9. Middlere årlig variasjon; $S^{\text{‰}}$ og $t^{\circ}\text{C}$ REVSBOTN - VARANGERFJ.

- FÆRDER
- TORUNGEN
- LINDESNES
- JÆREN
- SLETTA
- KORSFJORDEN
- SOGNESJØEN
- STAD
- BREISUNDET
- HUSTADVIKA
- SMØLA
- KJEUNGSKJÆR
- FOLLA
- YLNINGEN
- HESTMANNØY
- VESTFJORDEN
- ANDFJORDEN
- VÅGSFJORDEN
- MALANGEN
- LOPPHAVET
- REVSBOTN
- NORDKYN
- VARDØ
- VARANGERFJORD

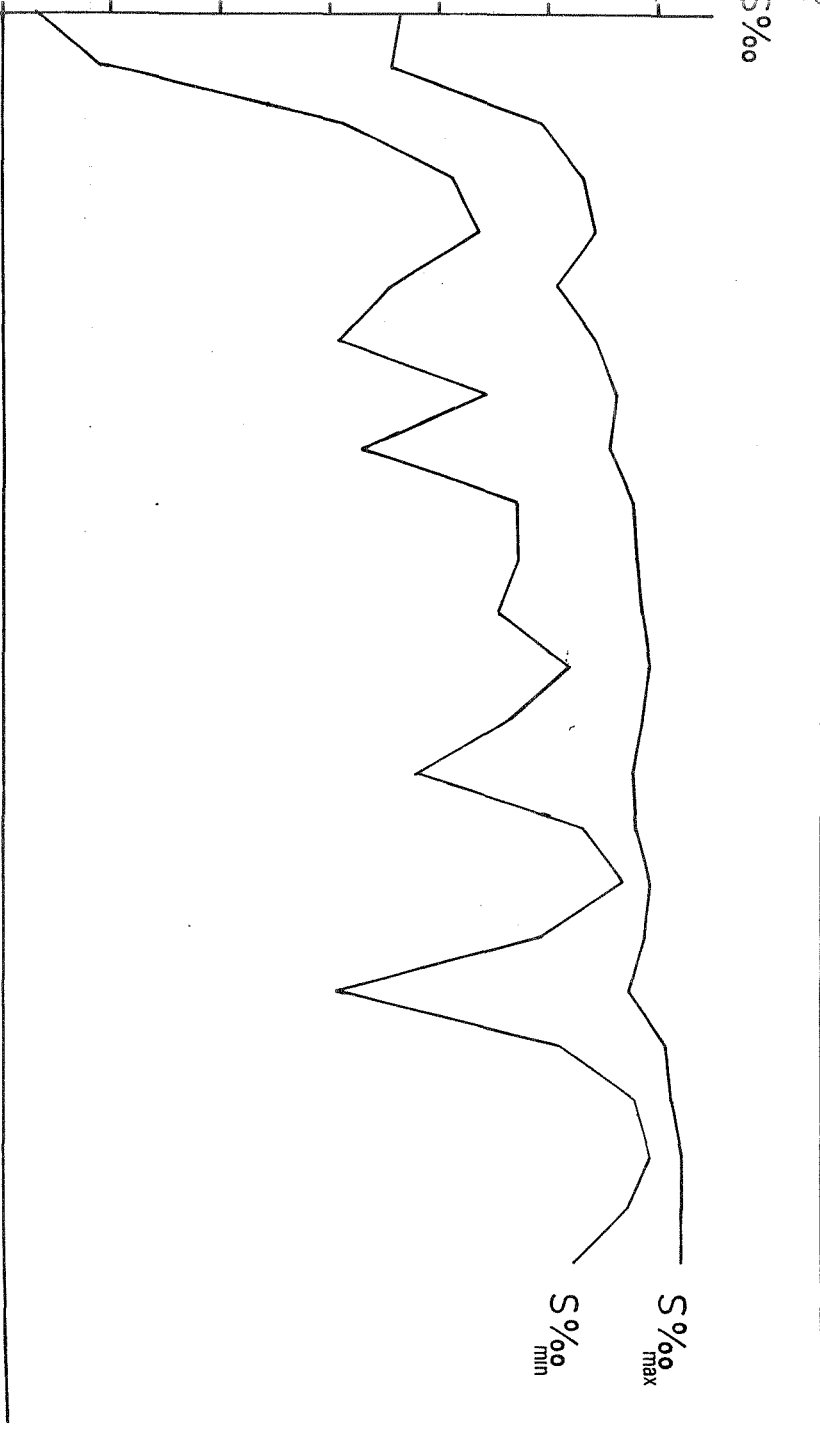
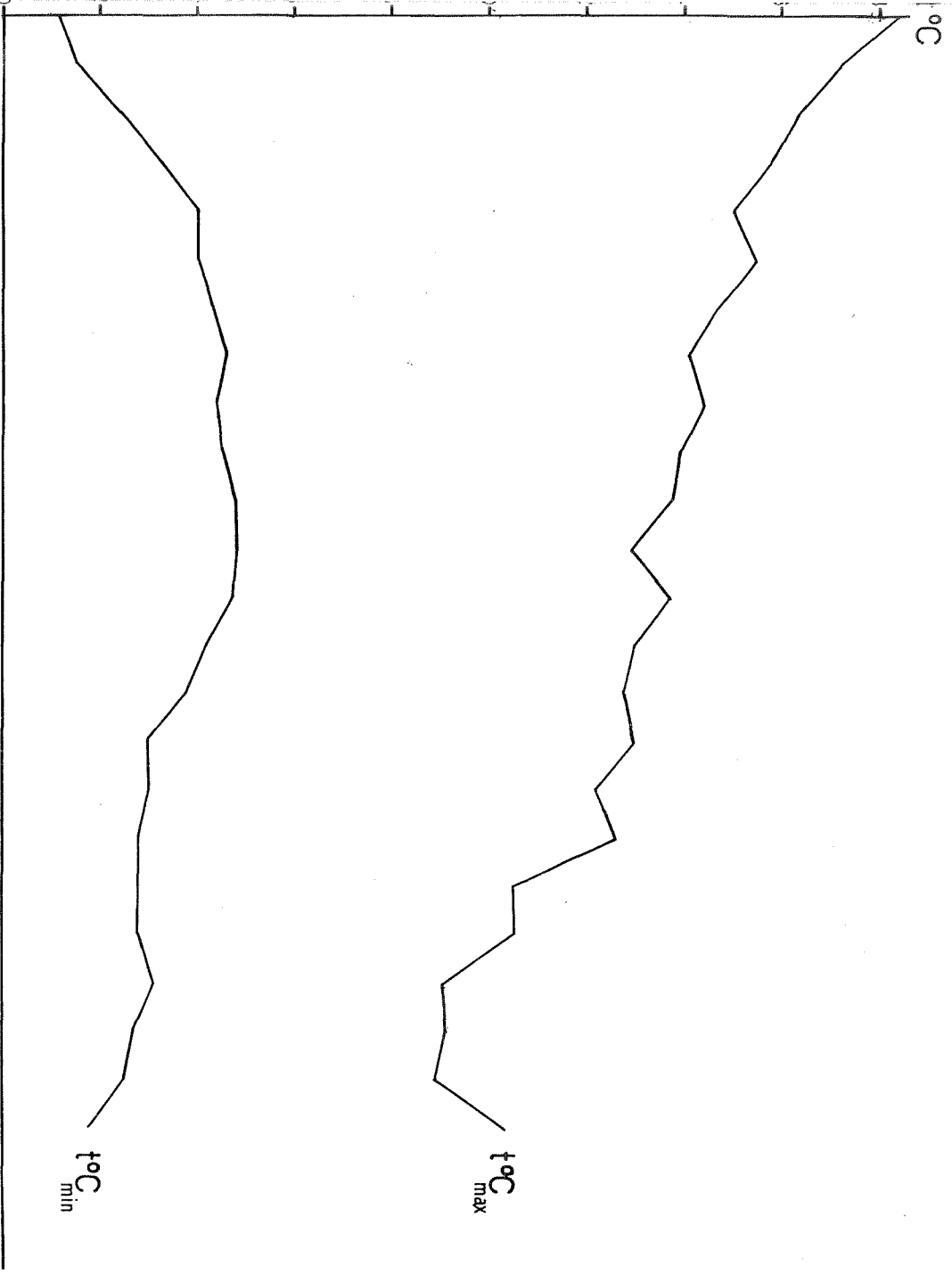


Fig. 10. Middlere maksimum og minimumsverdier: S‰ og t°C

1936 40 45 50 55 60 65 1970

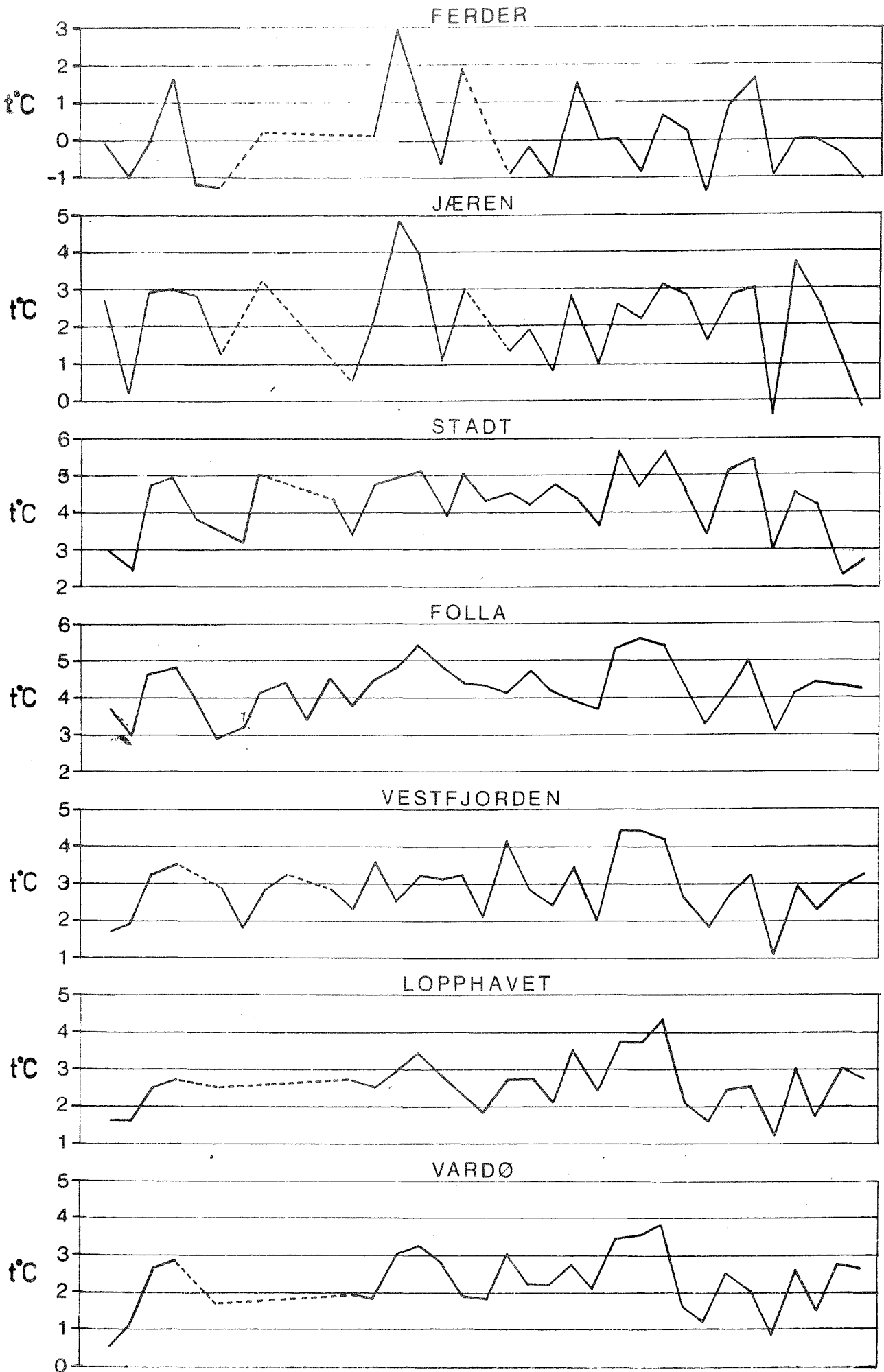


Fig. 11. Minimumstemperatur hvert år

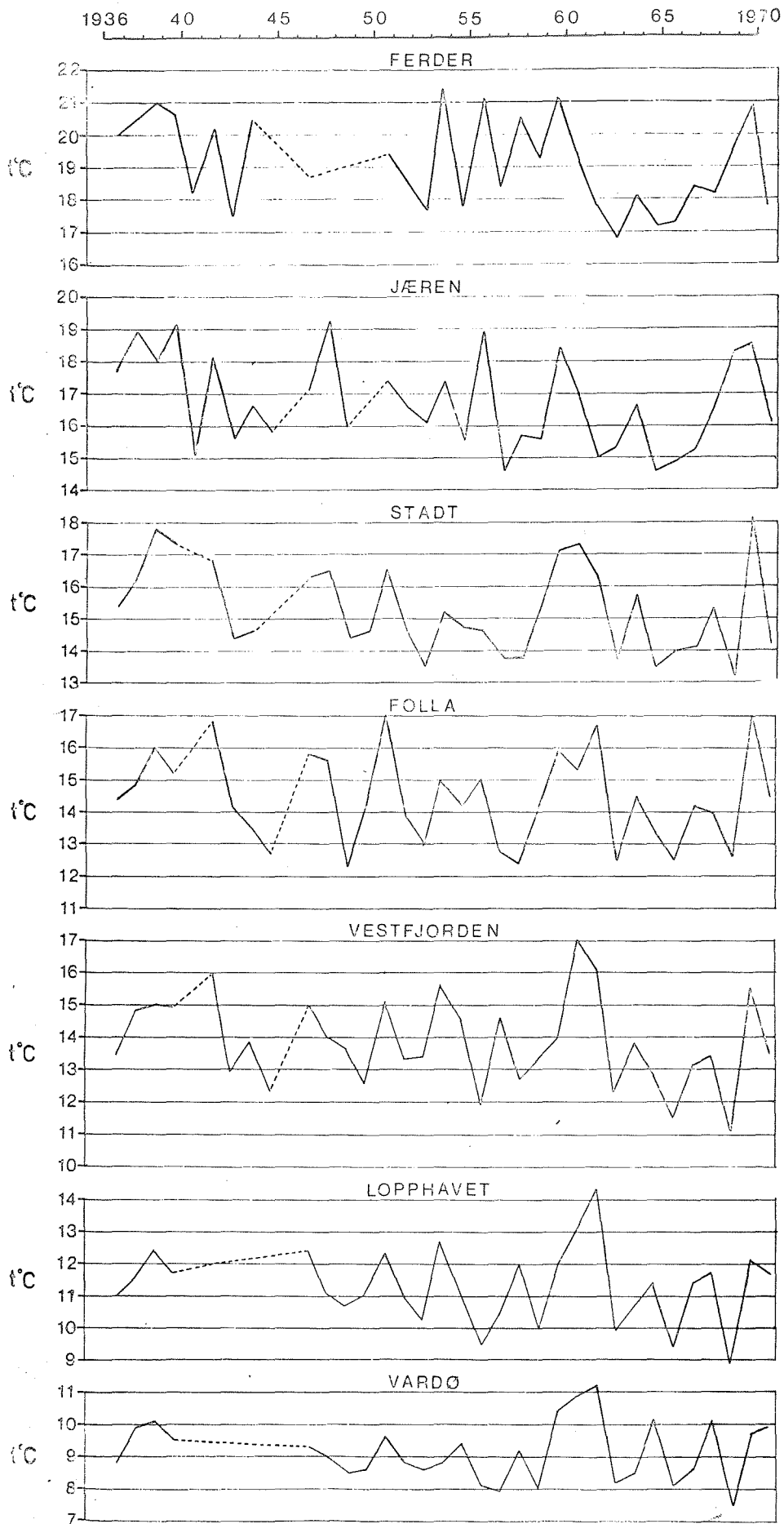


Fig. 12. Maksimumstemperatur hvert år

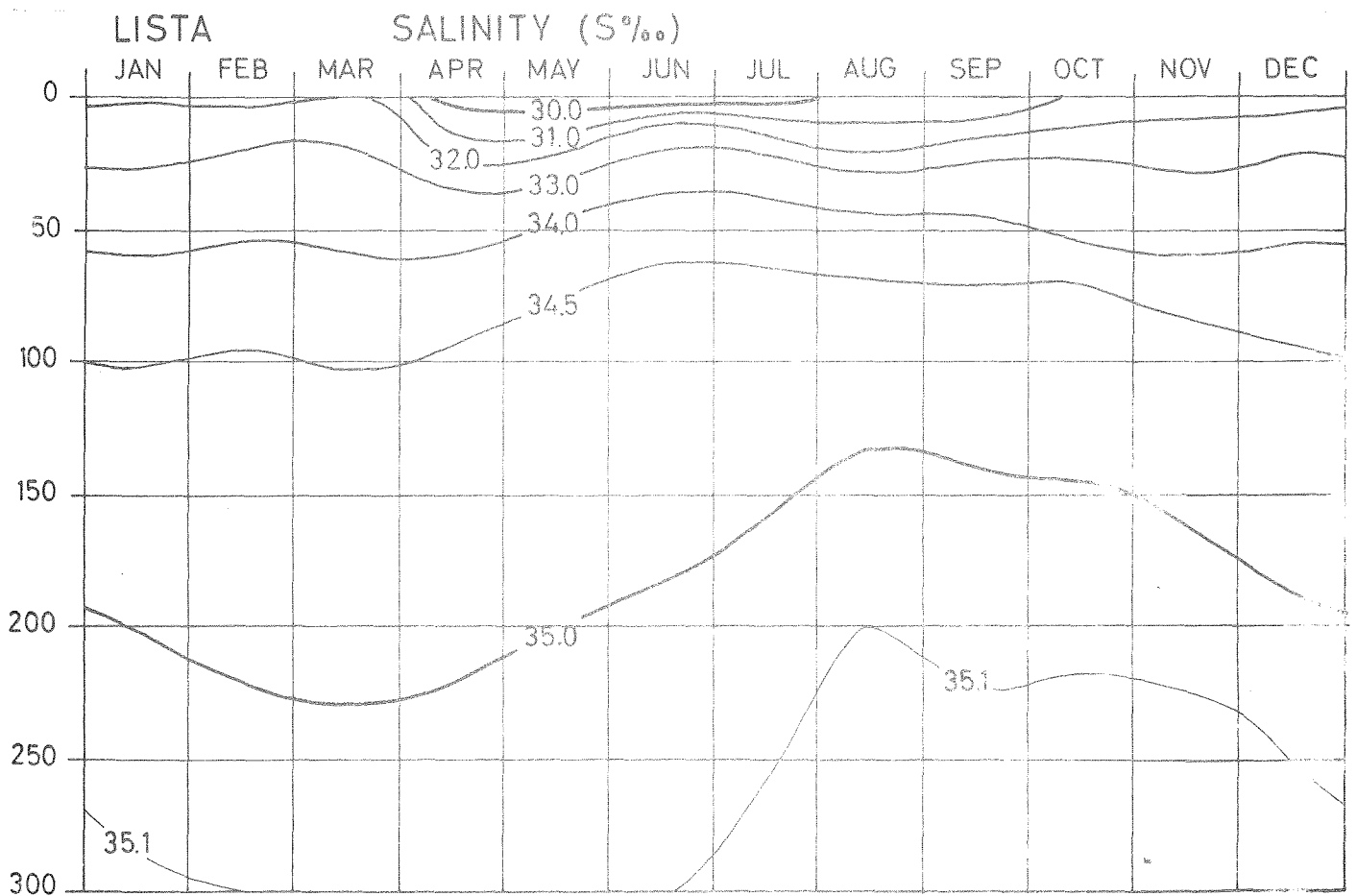
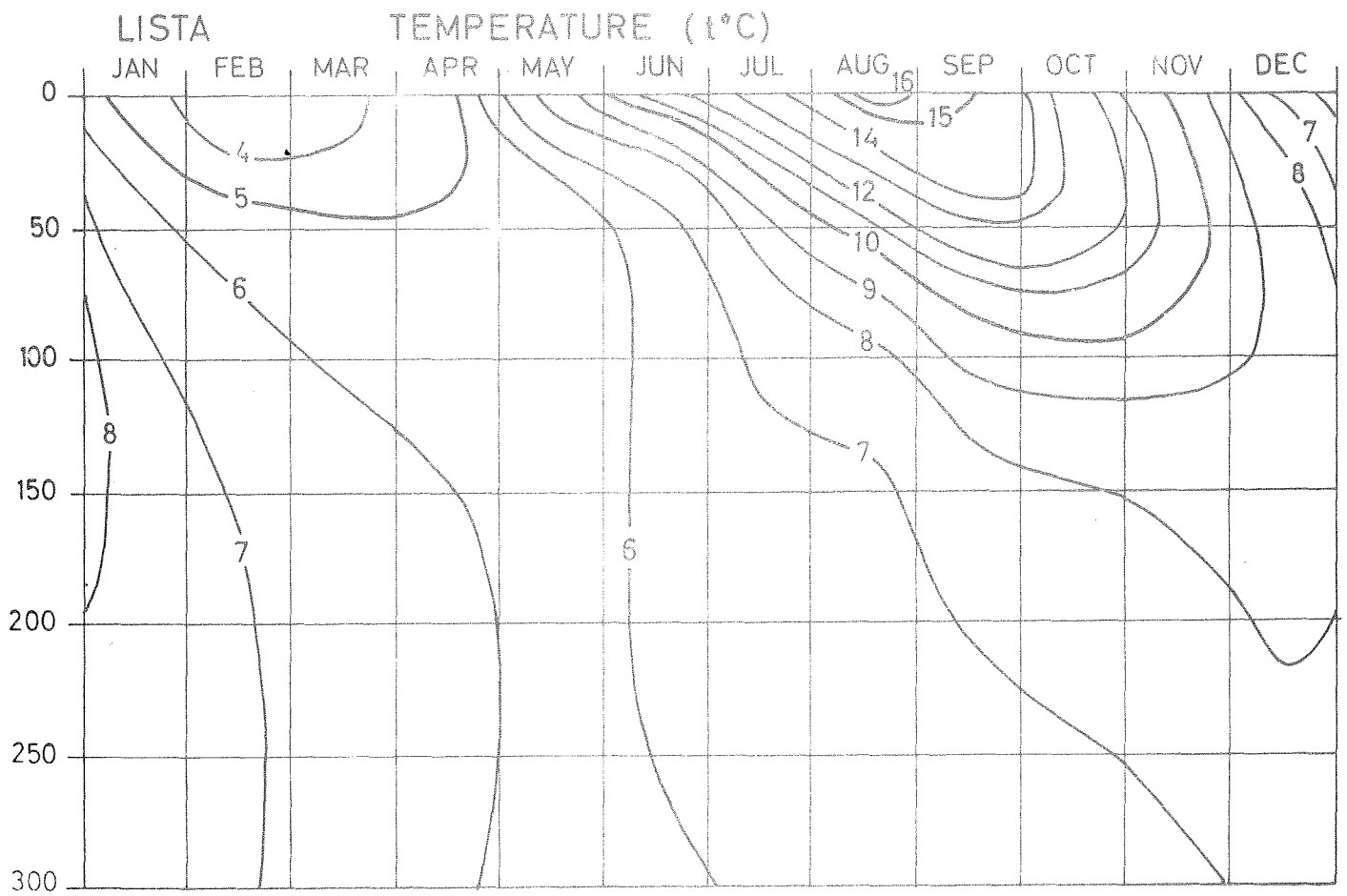
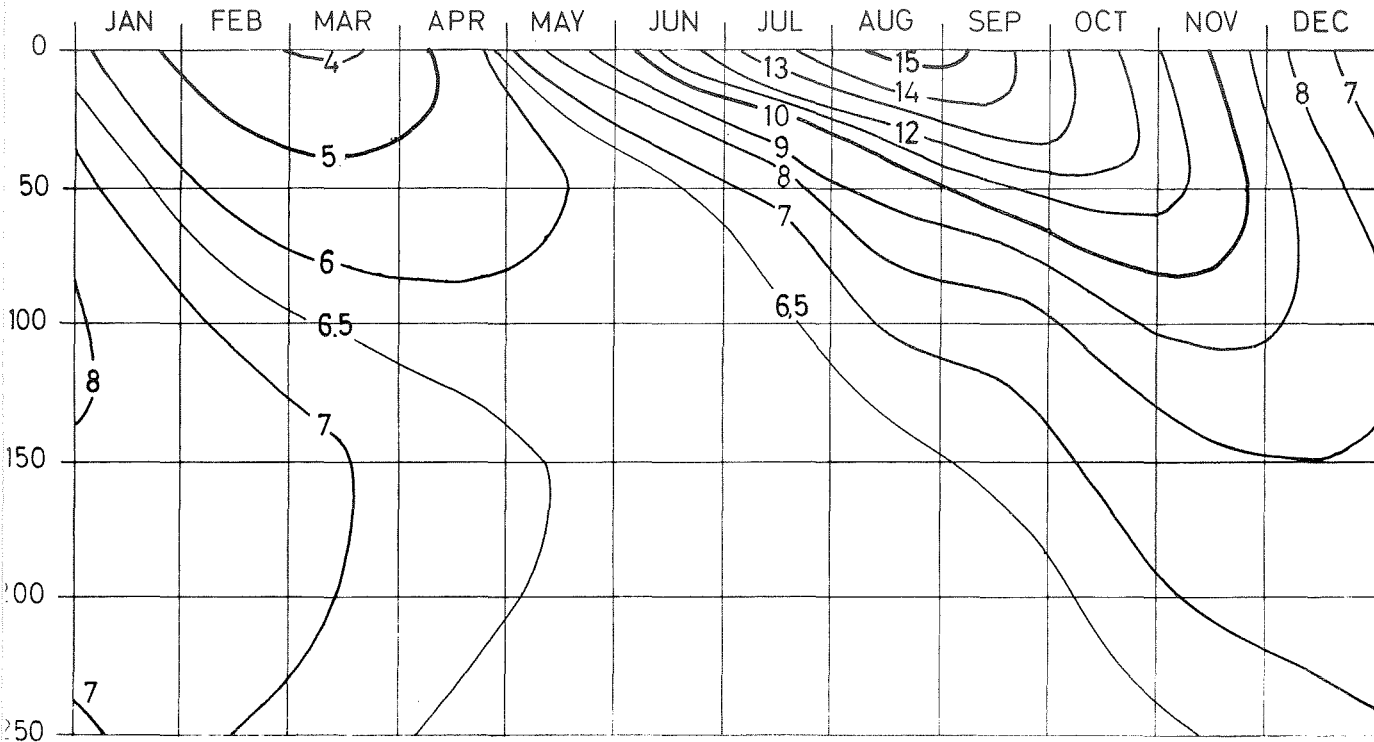


Fig. 13. Isoplethdiagram S‰ og t°C LISTA

UTSIRA, YTRE TEMPERATURE (t°C)



UTSIRA, YTRE SALINITY (S‰)

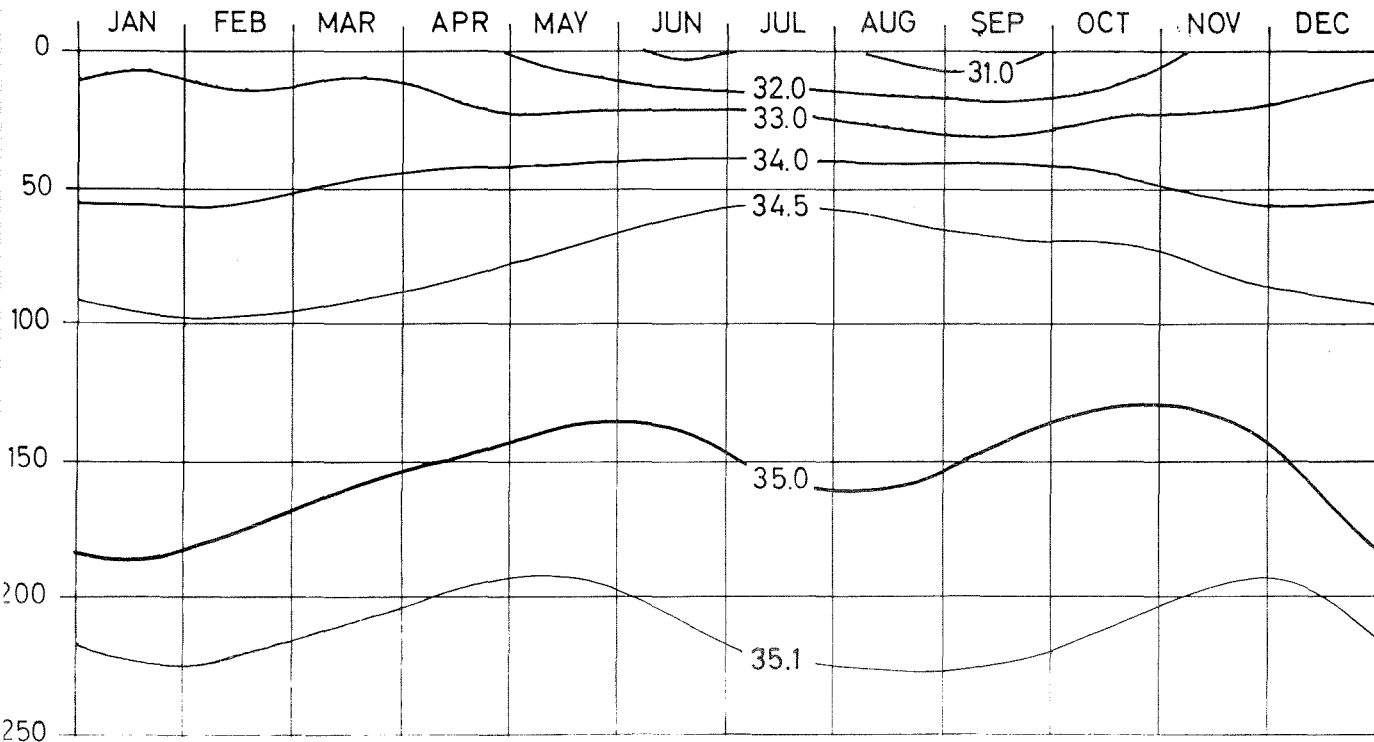
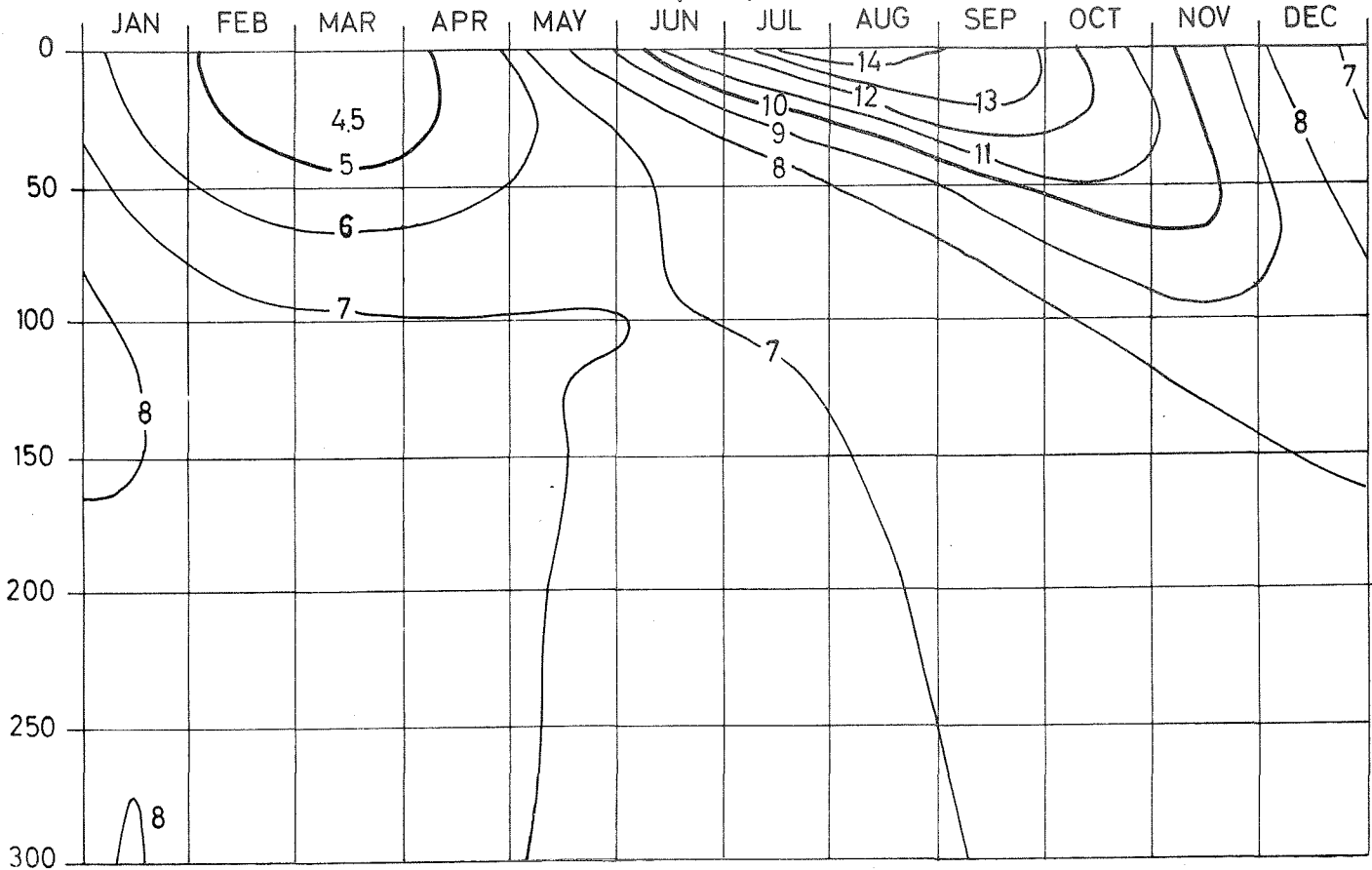


Fig. 14. Isoplethdiagram S‰ og t°C UTSIRA

SOGNESJØEN TEMPERATURE (t°C)



SOGNESJØEN SALINITY (S‰)

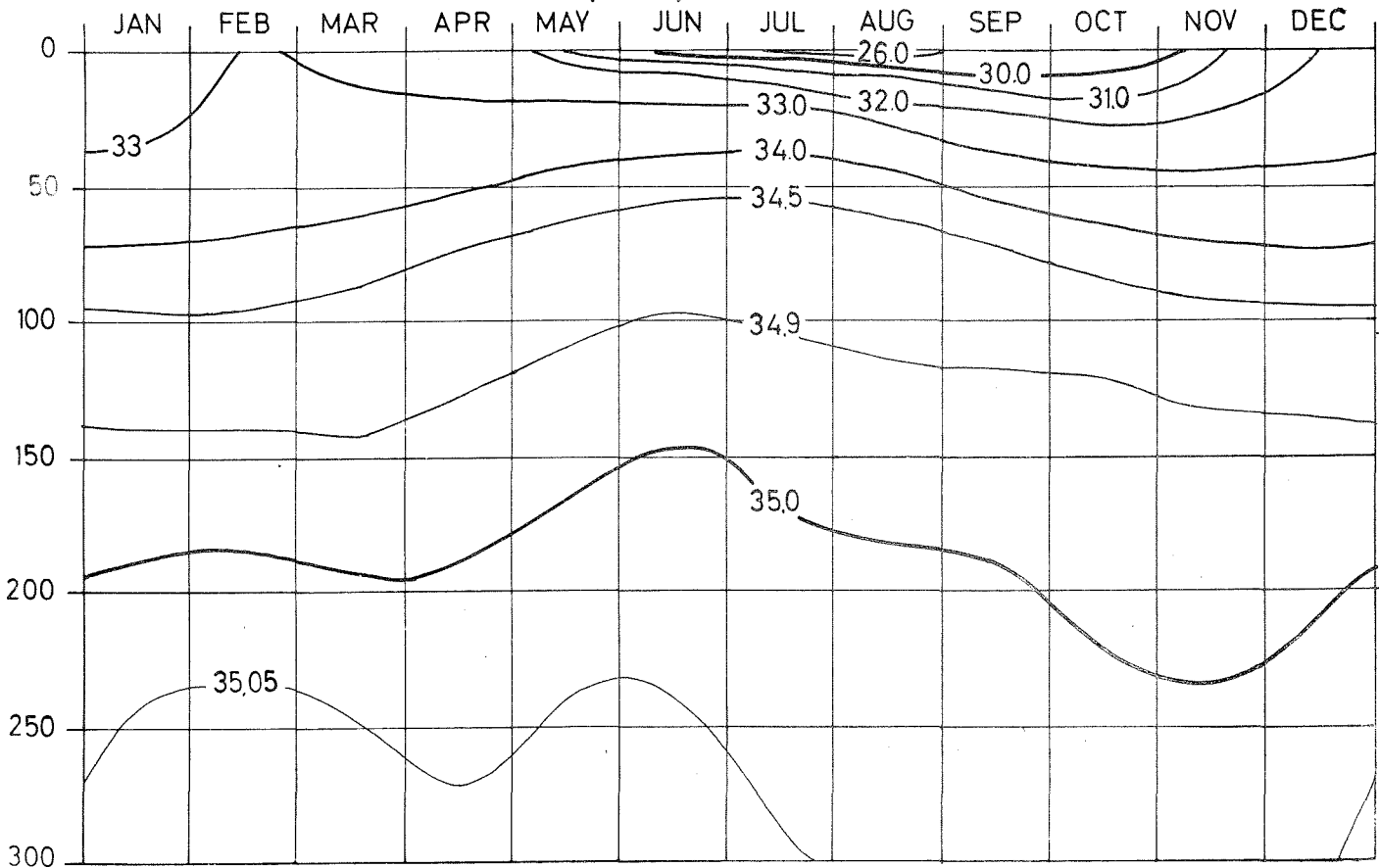


Fig. 15. Isoplethdiagram S‰ og t°C SOGNESJØEN

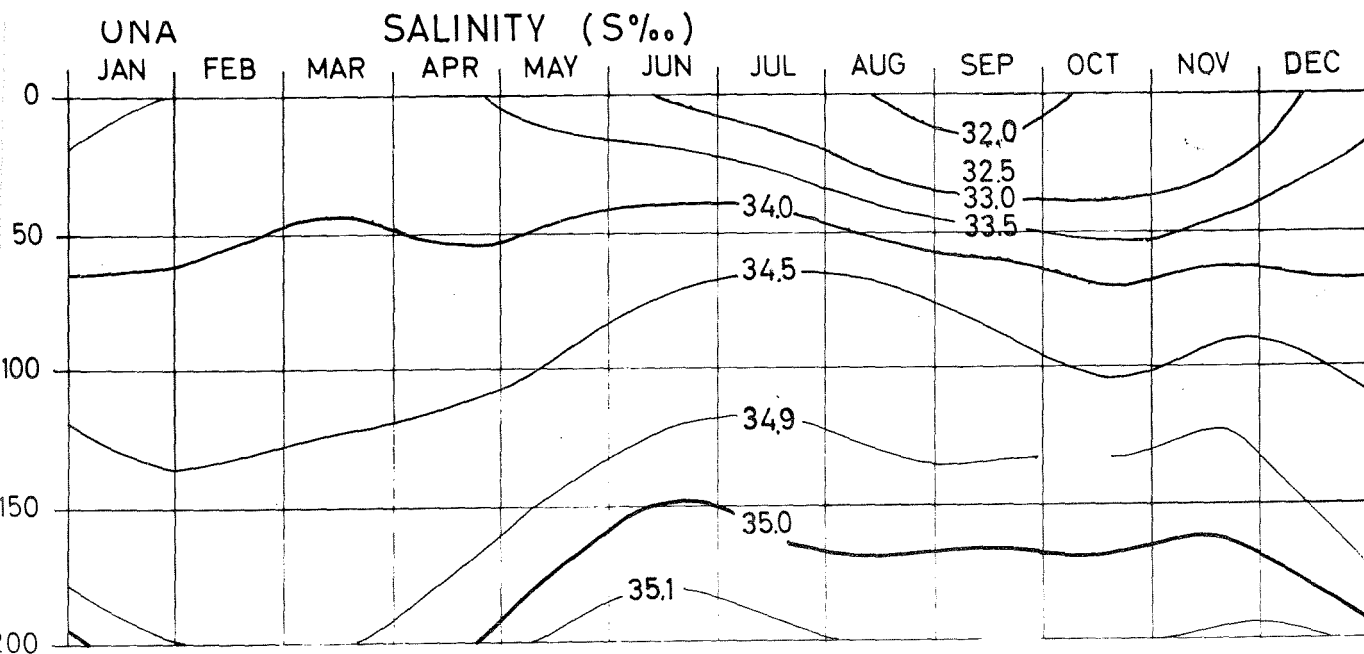
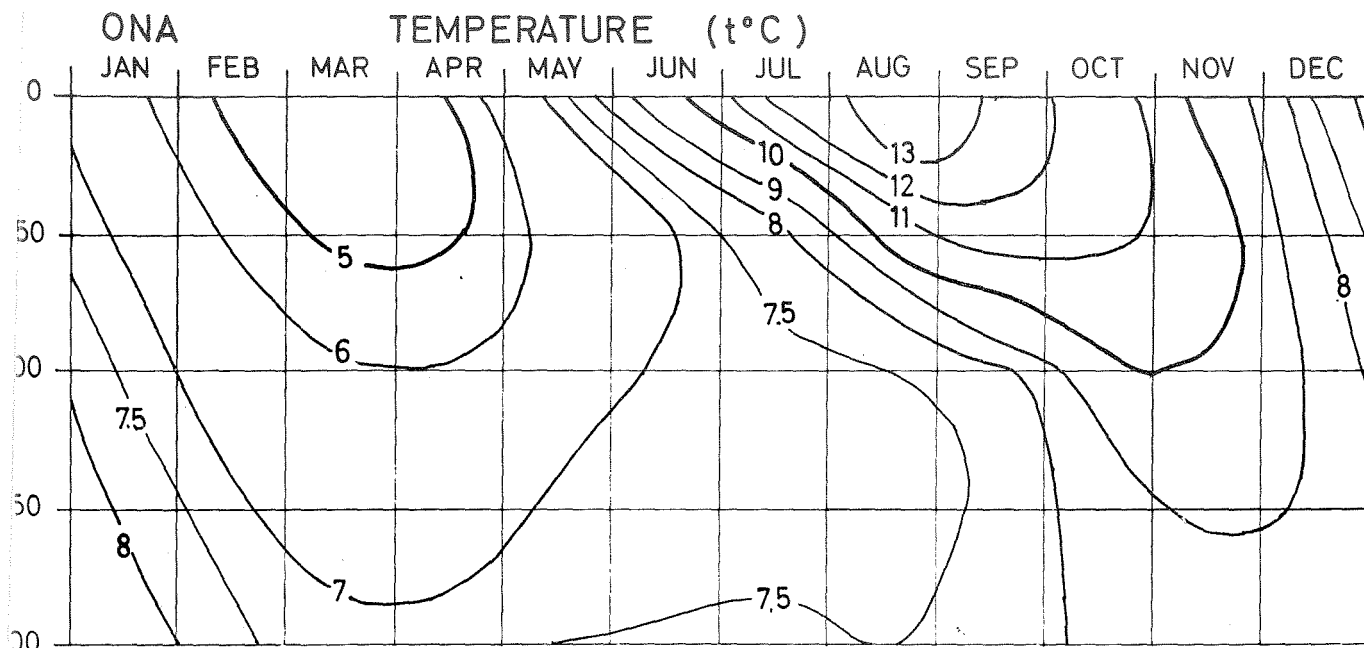


Fig. 16. Isoplethdiagram S‰ og t°C ONA

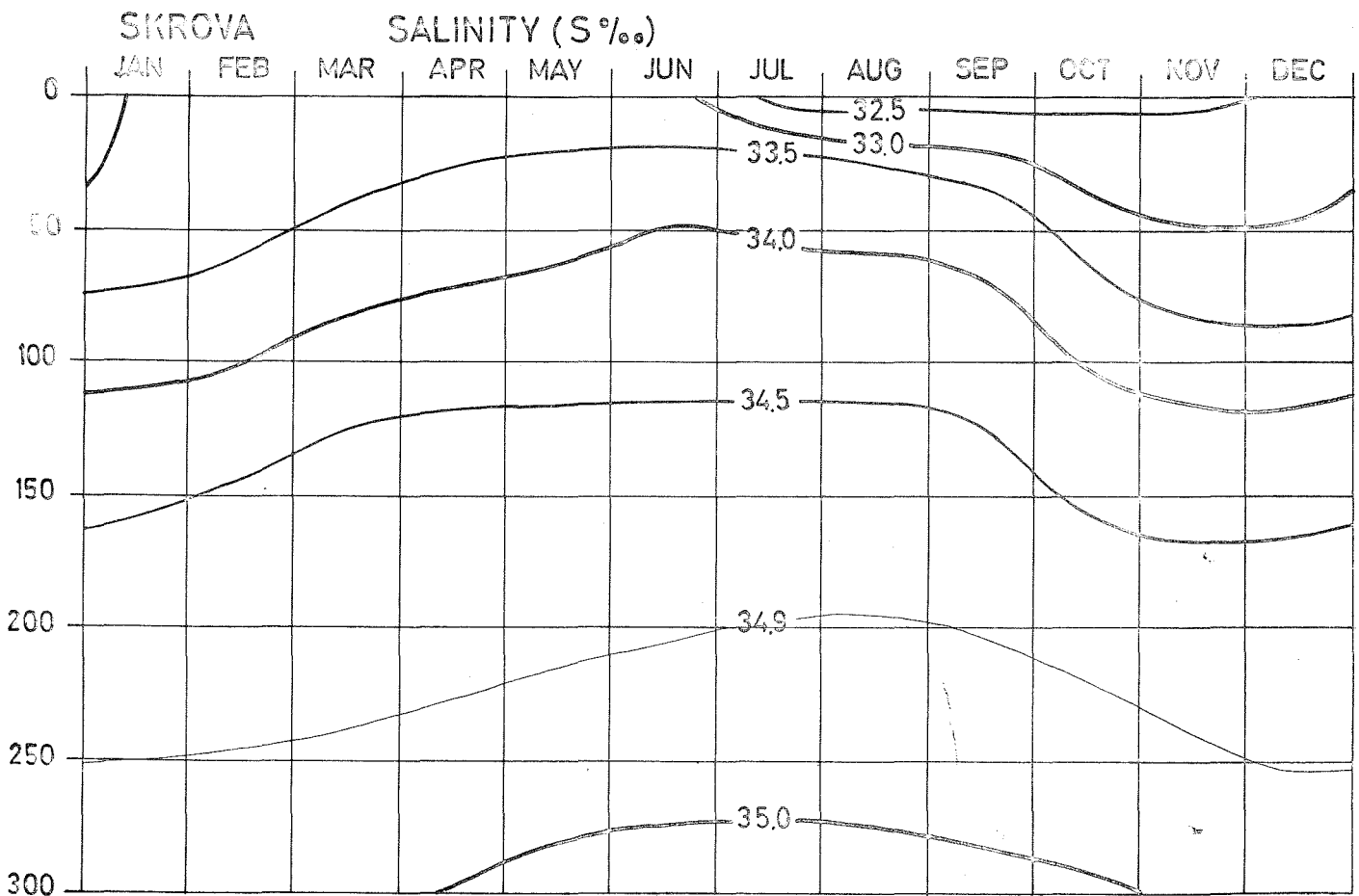
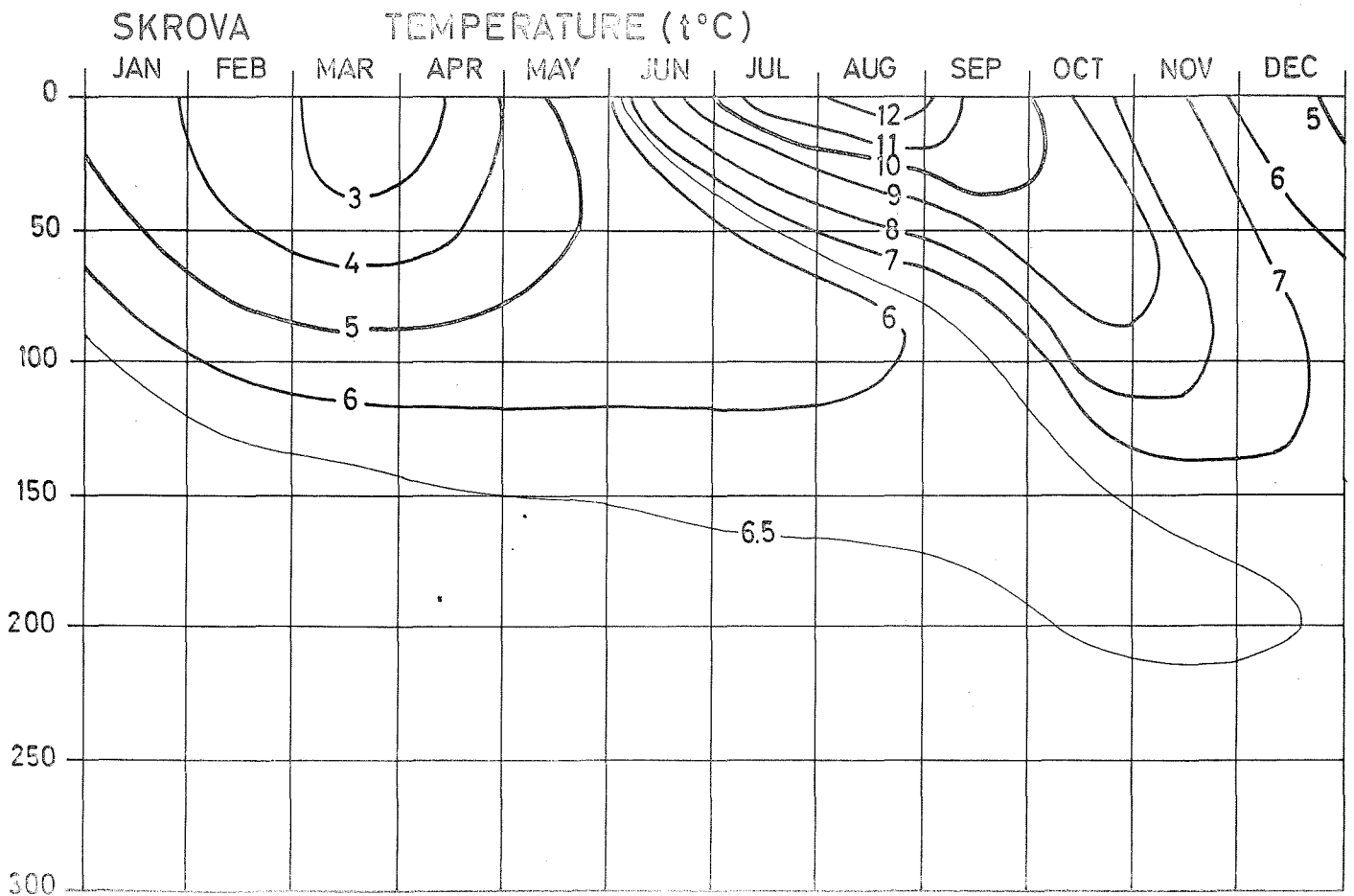


Fig. 17. Isopletdiagram $S^{\text{‰}}$ og $t^{\circ}\text{C}$ SKROVA

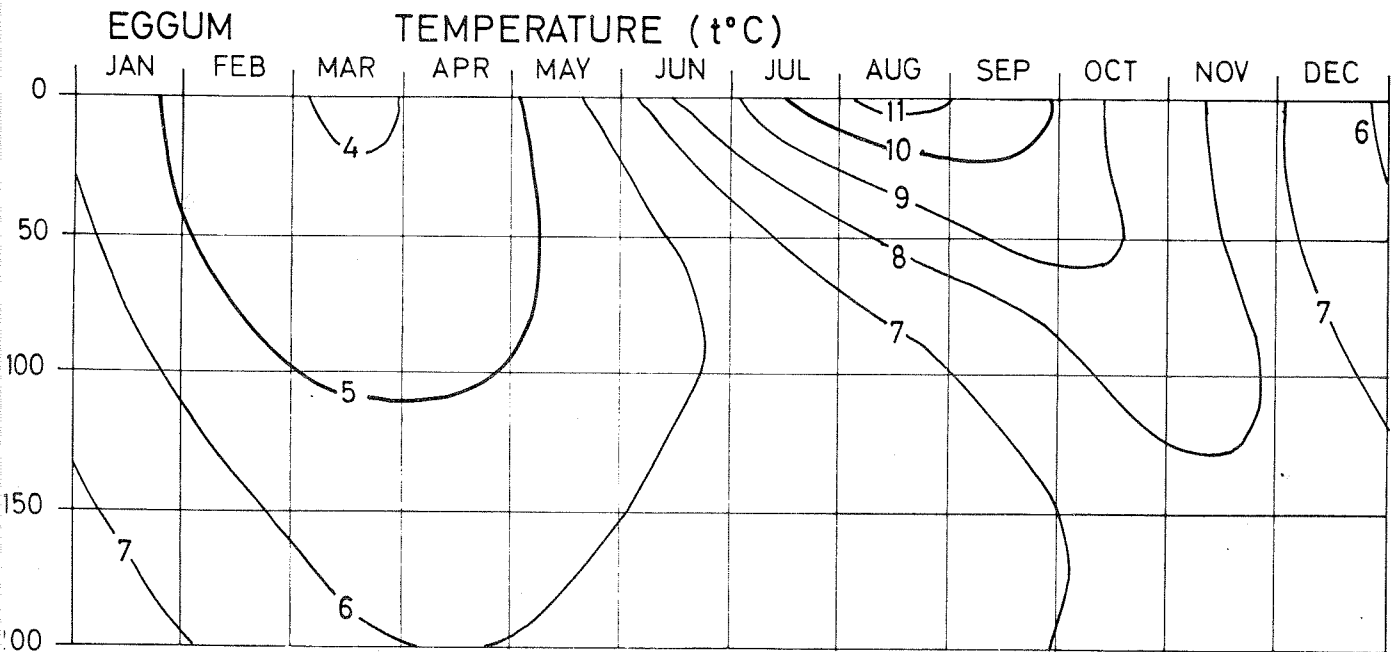
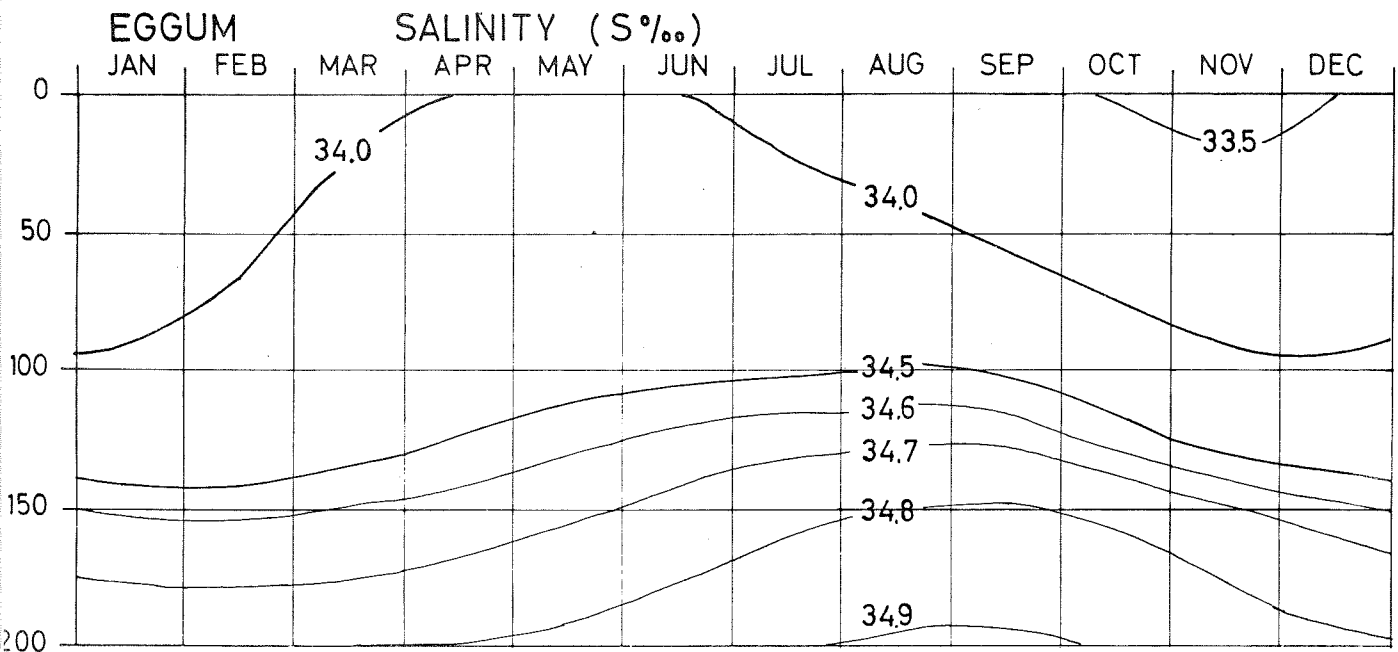


Fig. 18. Isoplethdiagram S‰ og t°C EGGUM

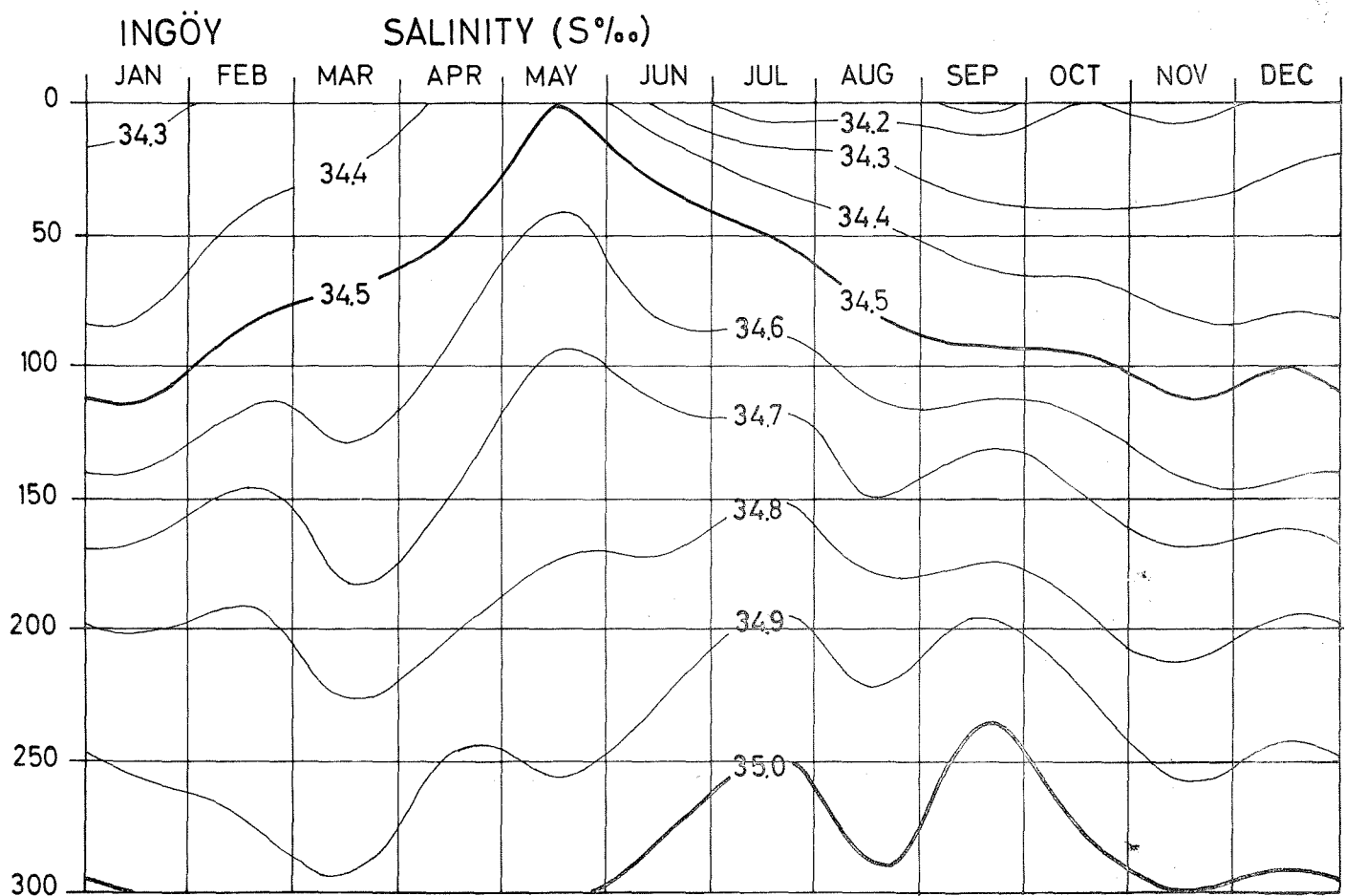
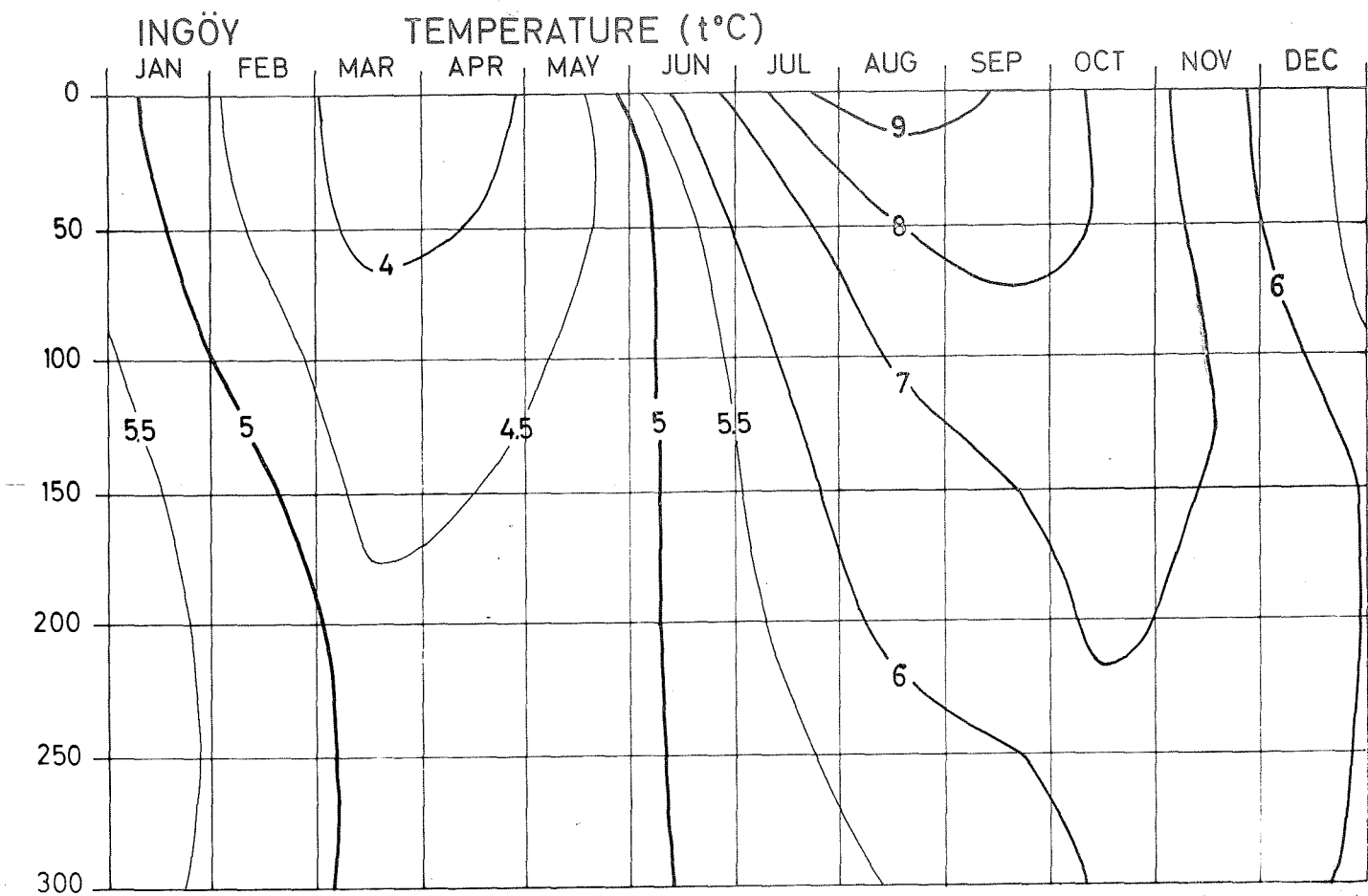


Fig. 19. Isoplethdiagram S‰ og t°C INGÖY

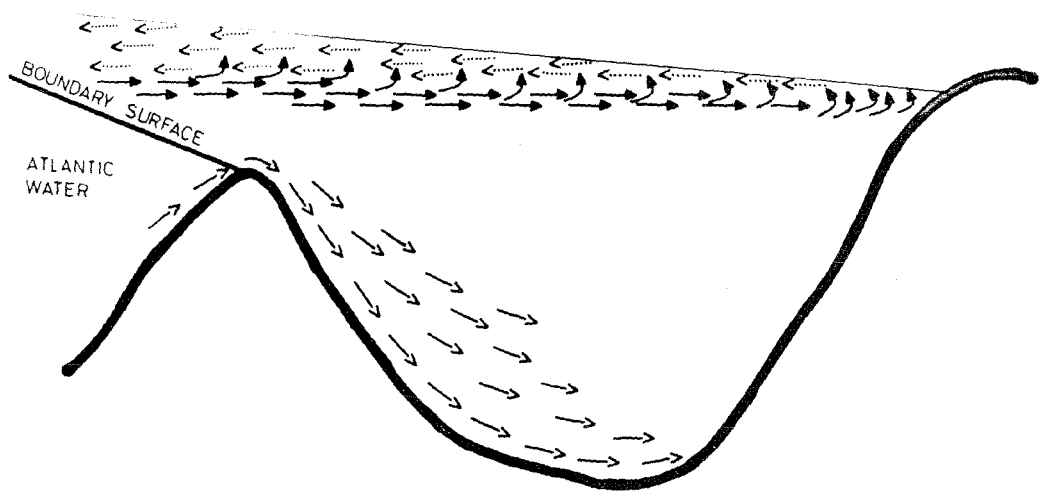


Fig. 20. Sirkulasjonen i en terskelfjord.

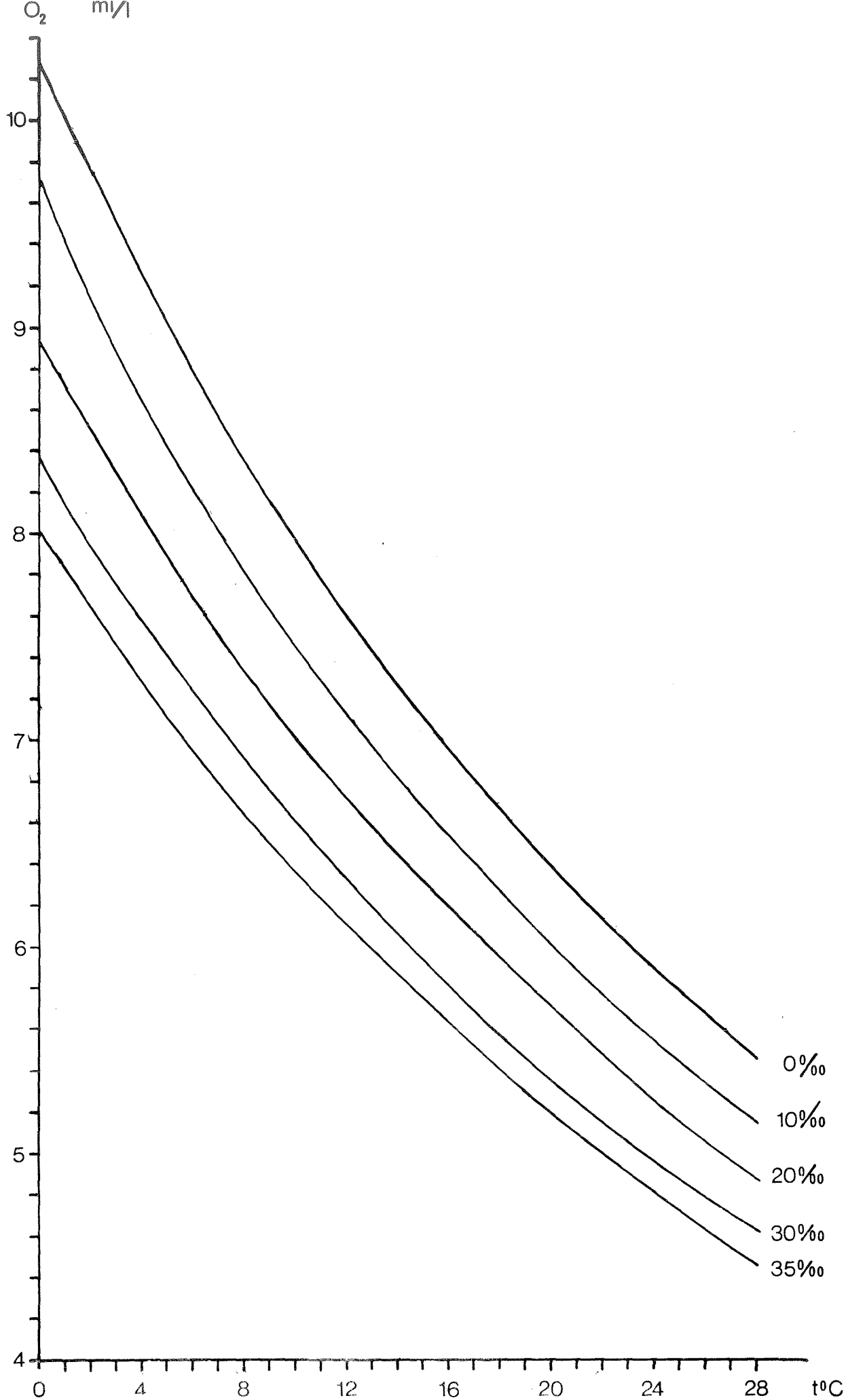


Fig. 21. Løselighet av oksygen i sjøvann

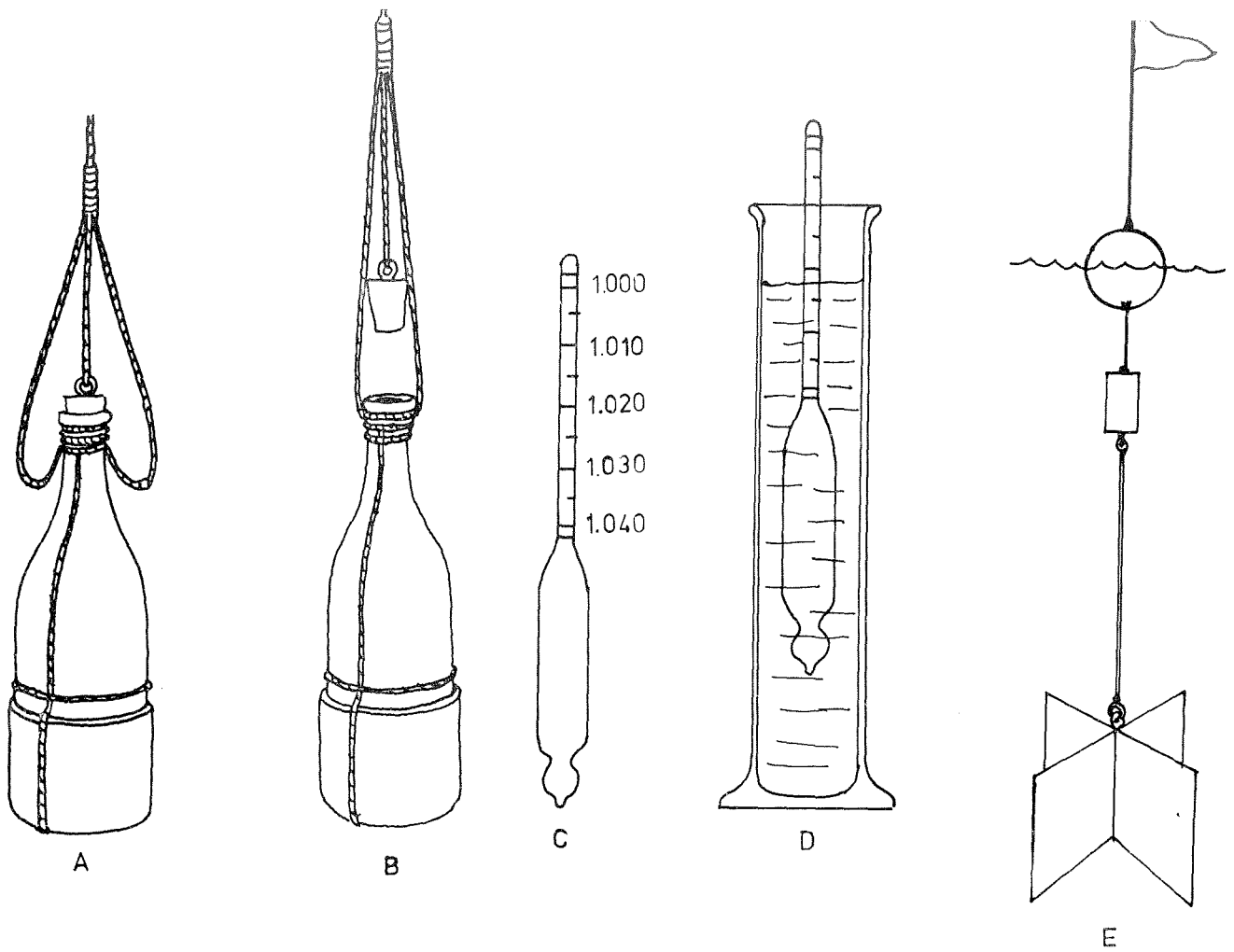


Fig. 22. Måling av $t^{\circ}\text{C}$, $S\text{‰}$ og strøm

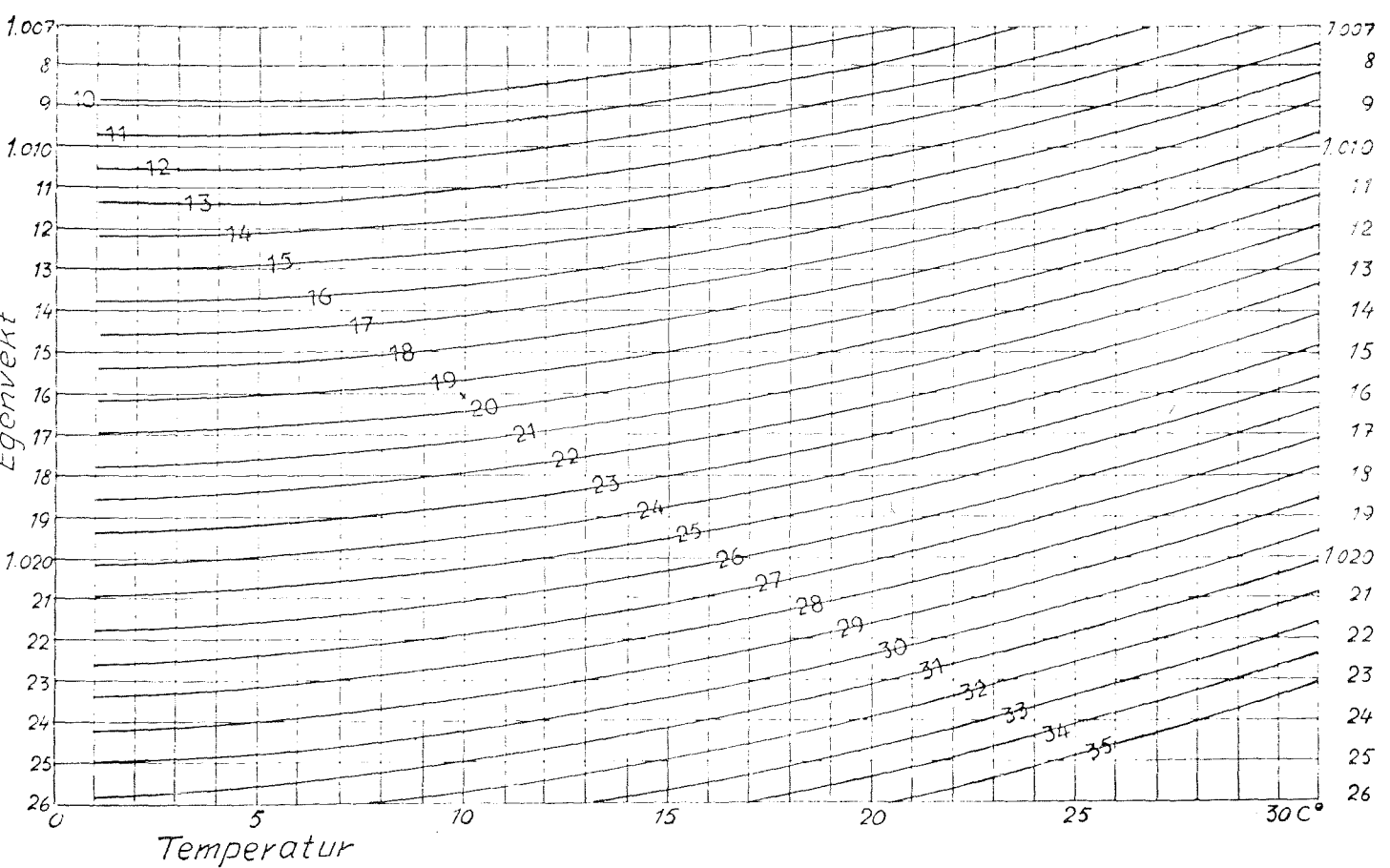


Fig. 23. Diagram til beregning av saltinnholdet

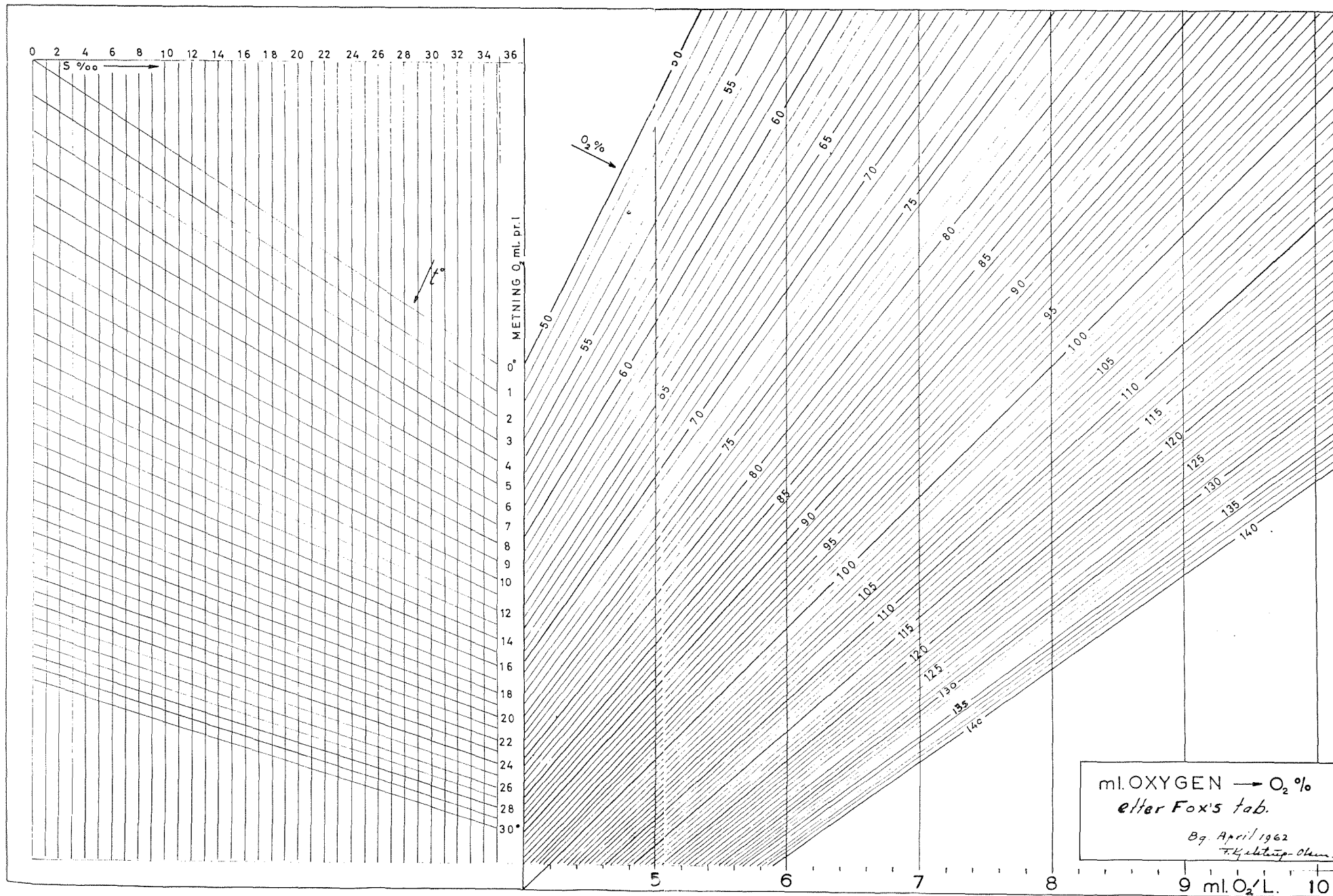


Fig. 24. Metningsprosenten for oksygen i sjøvann

MARIN OPPDRETT

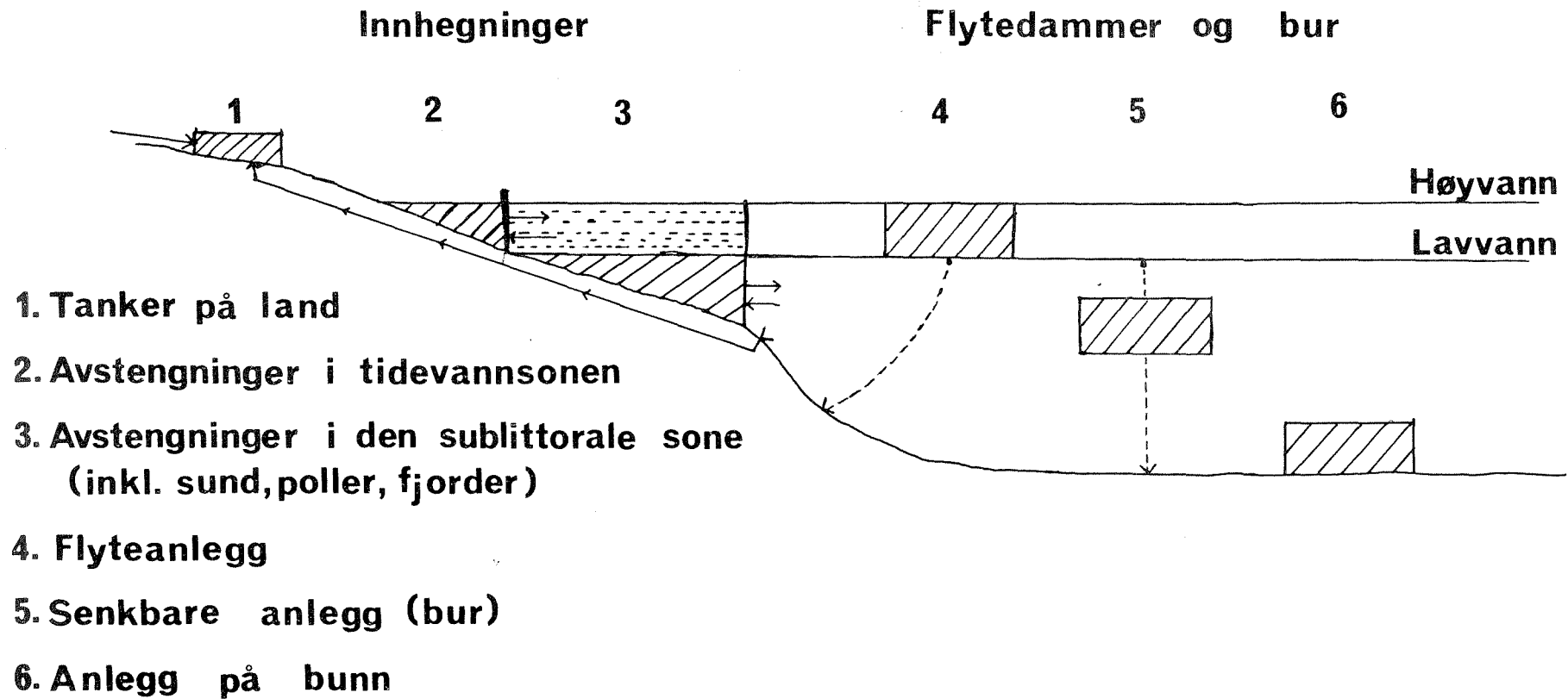
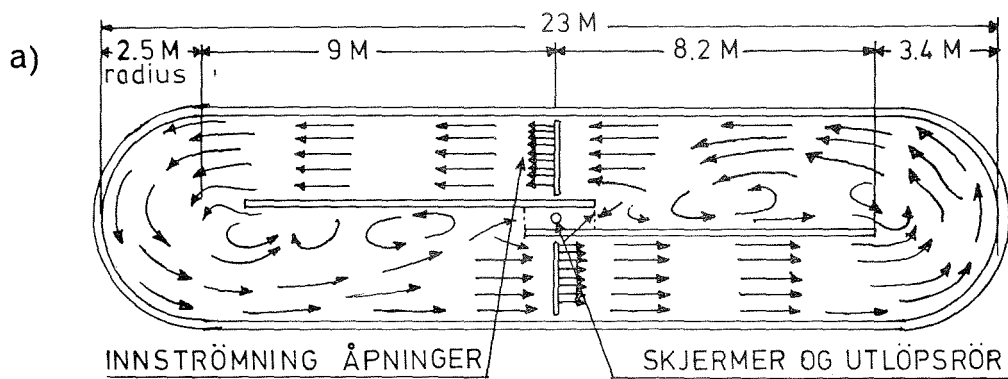
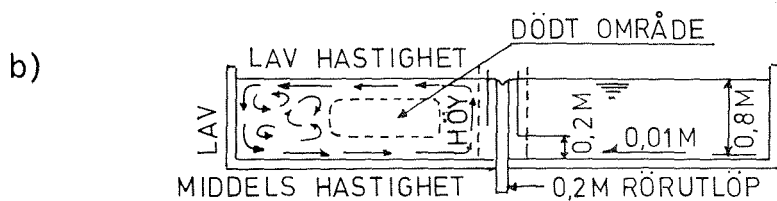


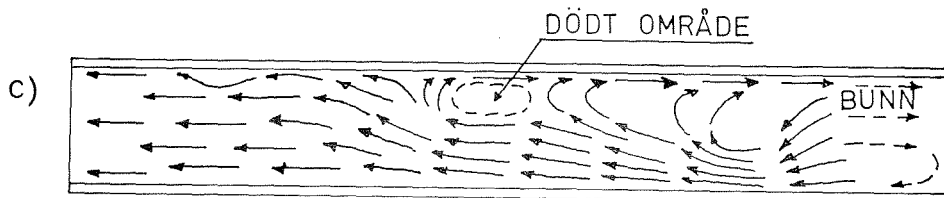
Fig. 25: Ulike former for marin oppdrett (etter Milne, 1972)



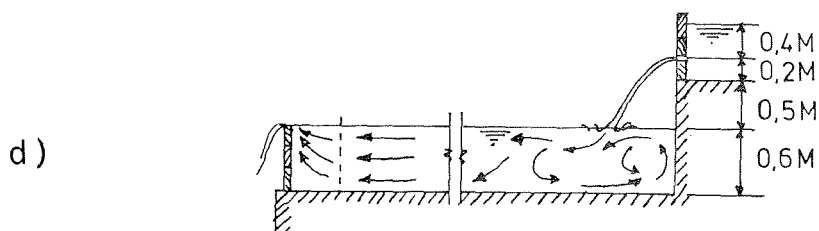
STRÖMNINGSMÖNSTER I FOSTER-LUCAS DAMMEN



STRÖMNINGSMÖNSTER I SNITT AV SIKKELDAMMEN
VANNHASTIGHETEN ER ANTYDET

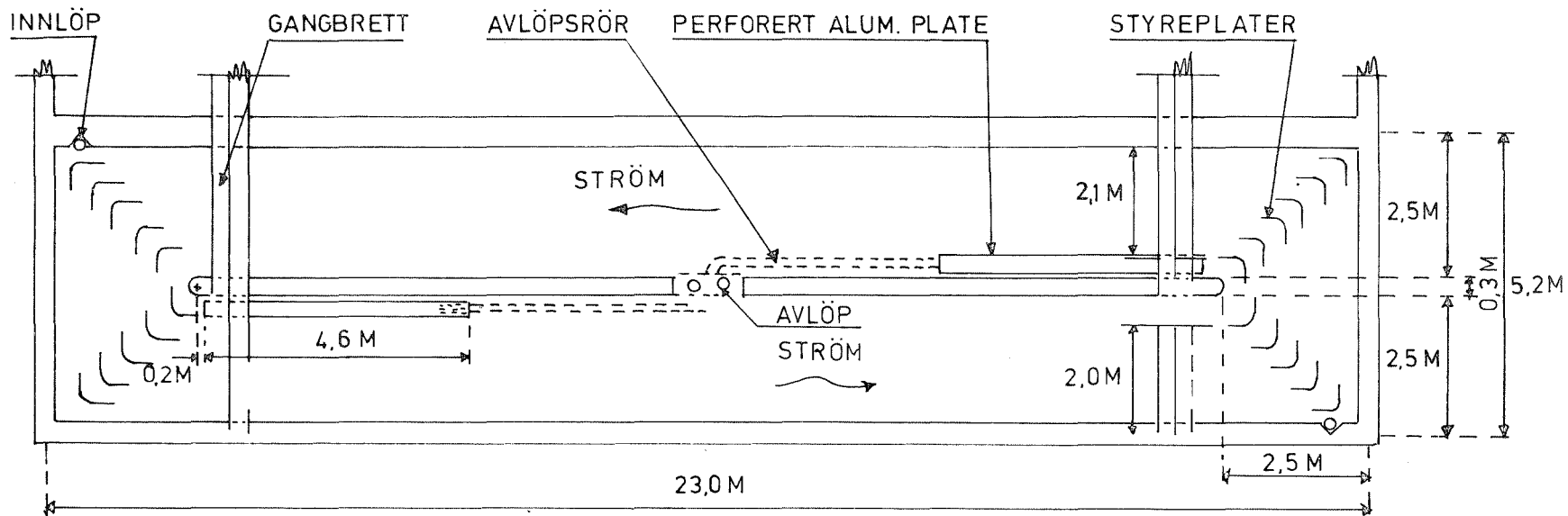


STRÖMNINGSMÖNSTER I LENGDESTRÖMDAMMEN
SETT OVENFRA USYMETRISK INNTAK



STRÖMNINGSMÖNSTER I LENGDESTRÖMDAMMEN
SNITT FRA SIDEN

Fig. 26: Strømningsmønster i tre ulike damtyper a) Foster-Lucas dammen, b) sirkeldammen, c og d) lengdestrømdammen (etter Burrows og Chenoweth, 1955).



DEN REKTANGULÆRE SIRKULERENDE DAM SETT OVENFRA

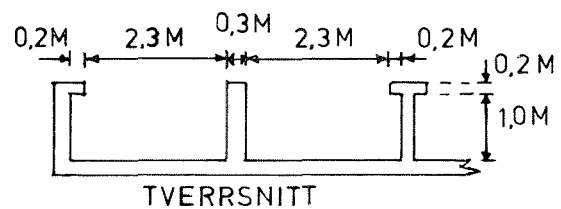


Fig. 27: Den rektangulære dam (etter Burrows og Chenoweth, 1970).

(For nærmere beskrivelse se side 23)

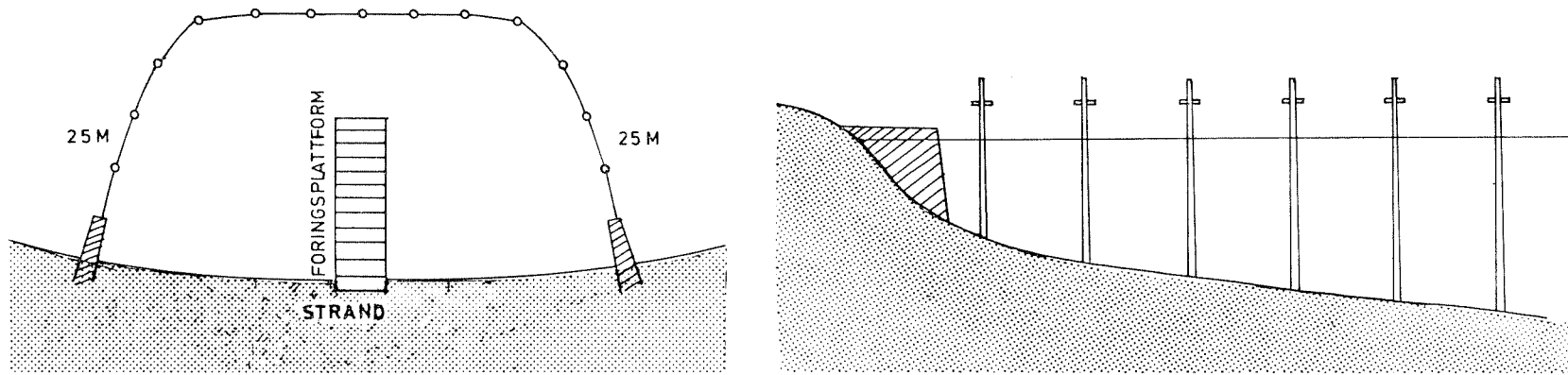


Fig. 28a

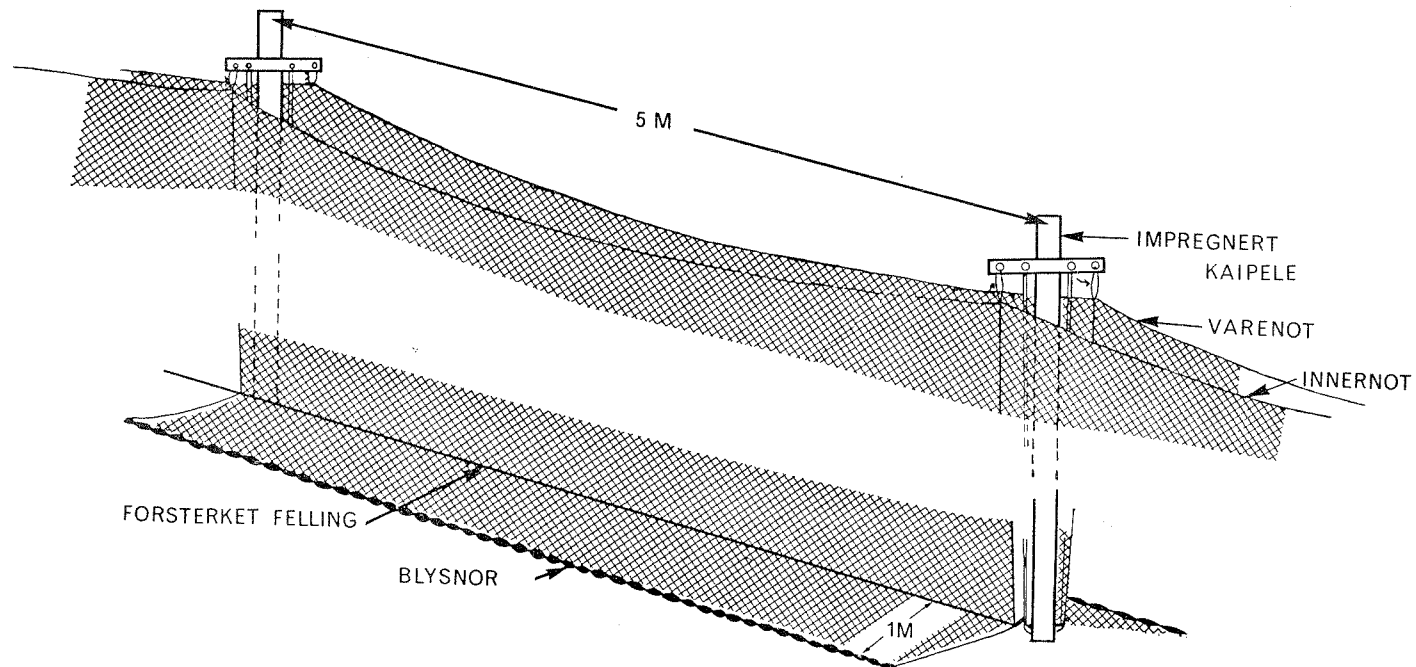


Fig. 28b

Fig. 28: En skjematisk oversikt over oppdretter E.Osland's sjøavsperring, Bjordal i Sogn. (For nærmere beskrivelse se side 30)

Fig. 29a

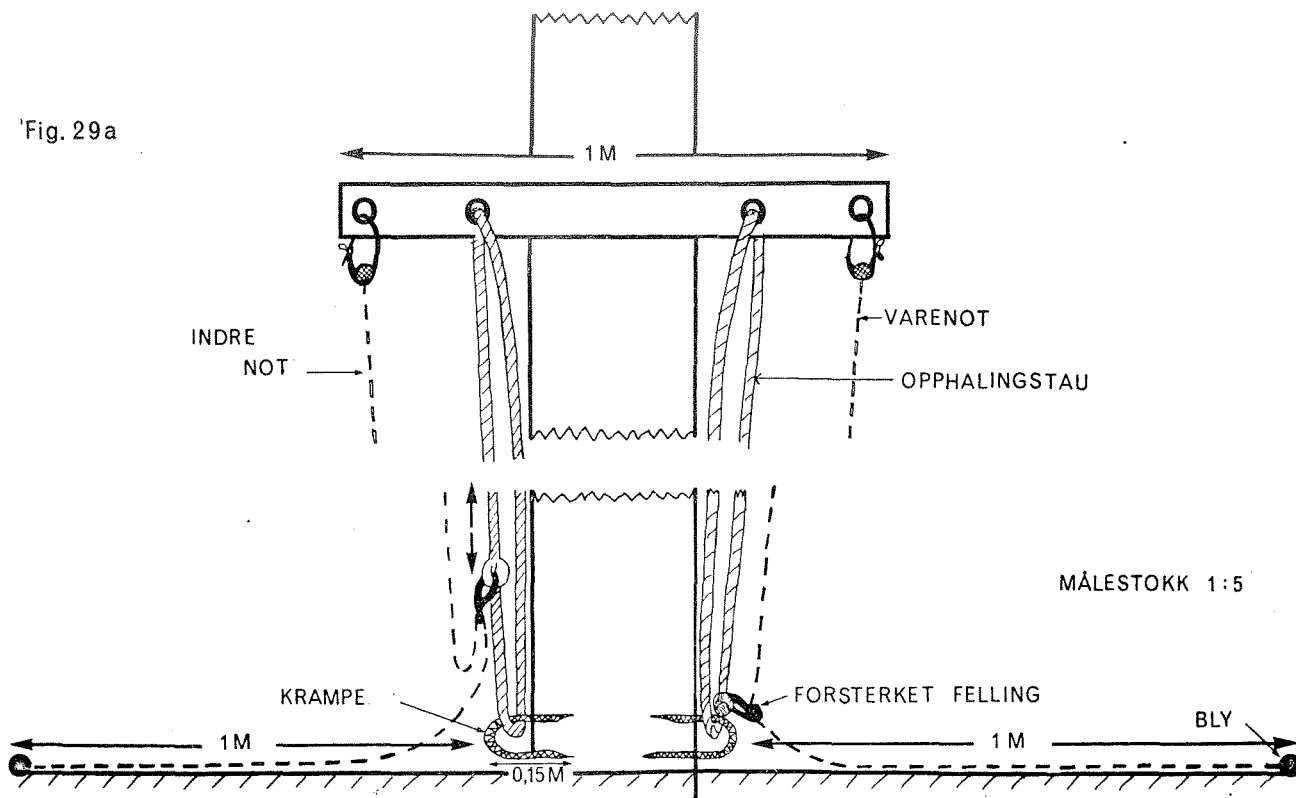


Fig. 29b

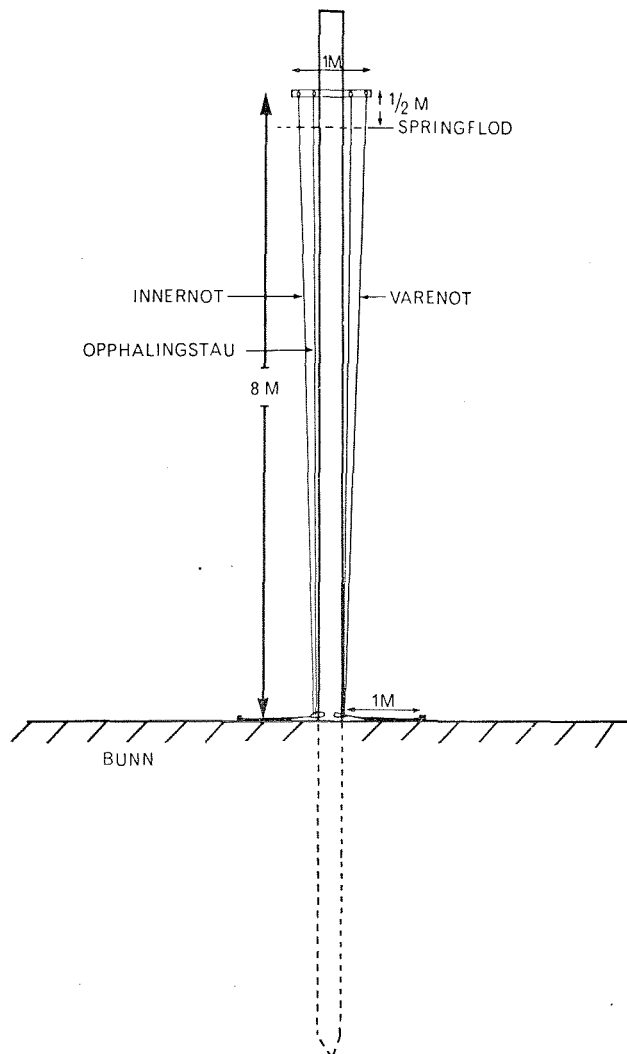


Fig. 29: Detaljer fra oppdretter E. Osland's sjøavsperring, Bjordal i Sogn. (For nærmere beskrivelse se side 30)

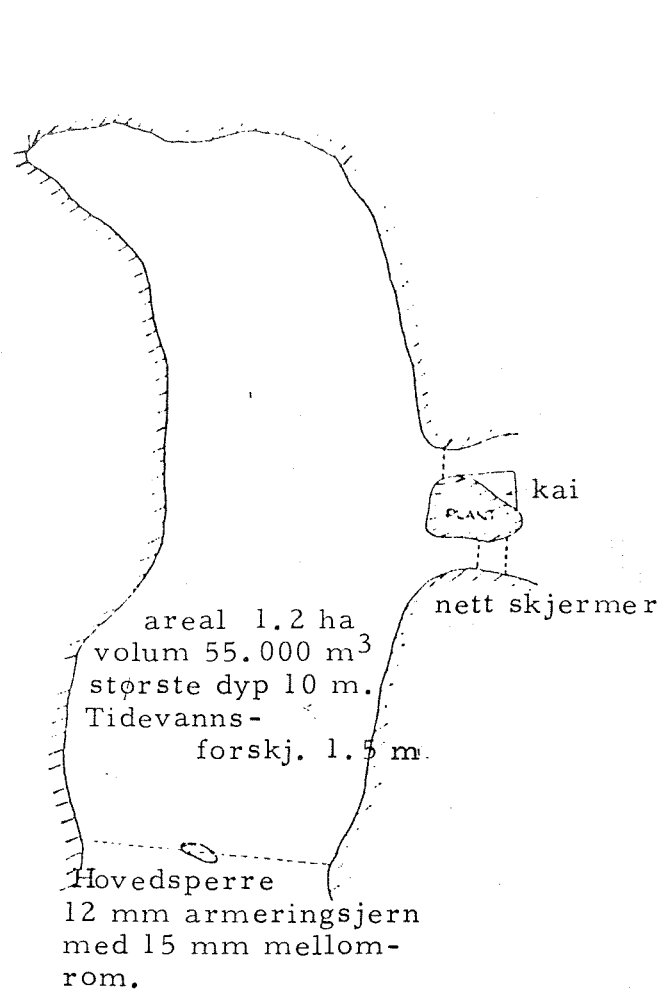


Fig. 30: En oversikt over et avsperrret strømsund, Flogøykjølpo-A/S Mowi til lakseoppdrett.

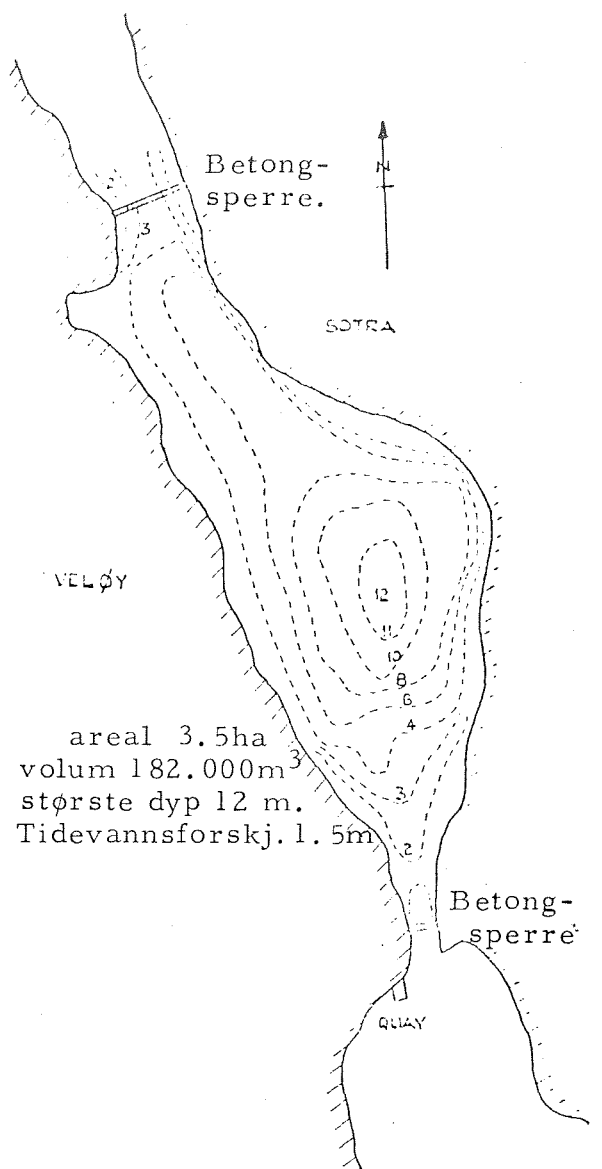


Fig. 31: En oversikt over et avsperrret strømsund, Veløykjølpo-A/S Mowi til lakseoppdrett.

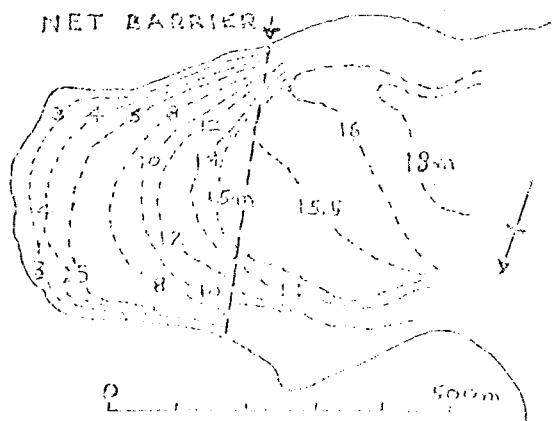


Fig. 32: Oversikt over en japansk sjø-avsteking, Ieshima på 91,7 ha til oppdrett av yellow-tail.

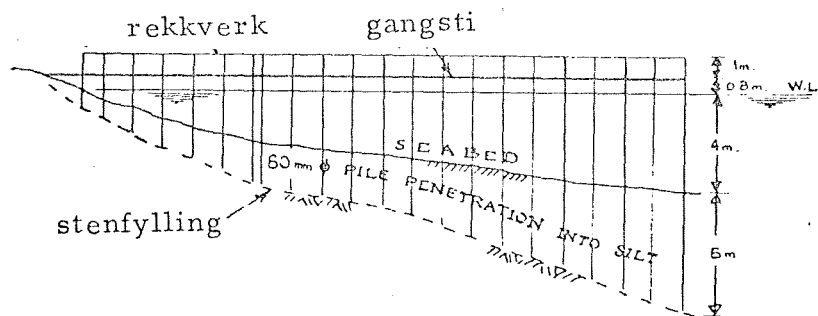
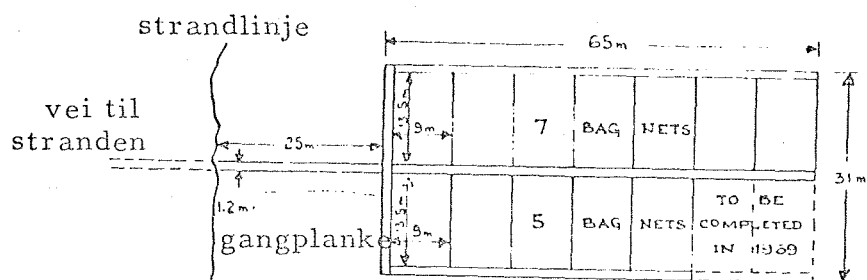


Fig. 33a: Utforming av en sjøavsperring ved Strom Loch på Shetland for oppdrett av regnbueørret (etter Milne, 1972).

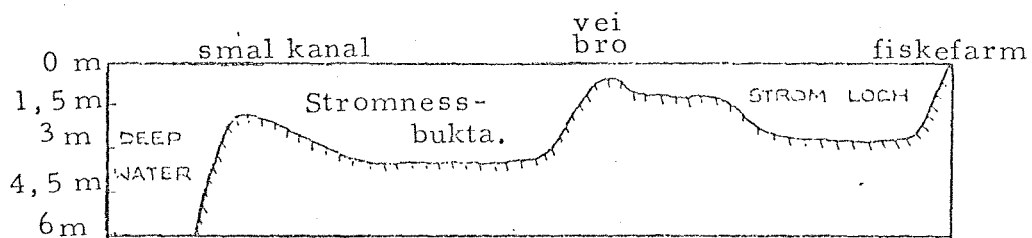


Fig. 33b: Profil av sjøbunnen over Strom Loch og tilstøtende områder.

FIG. 34a

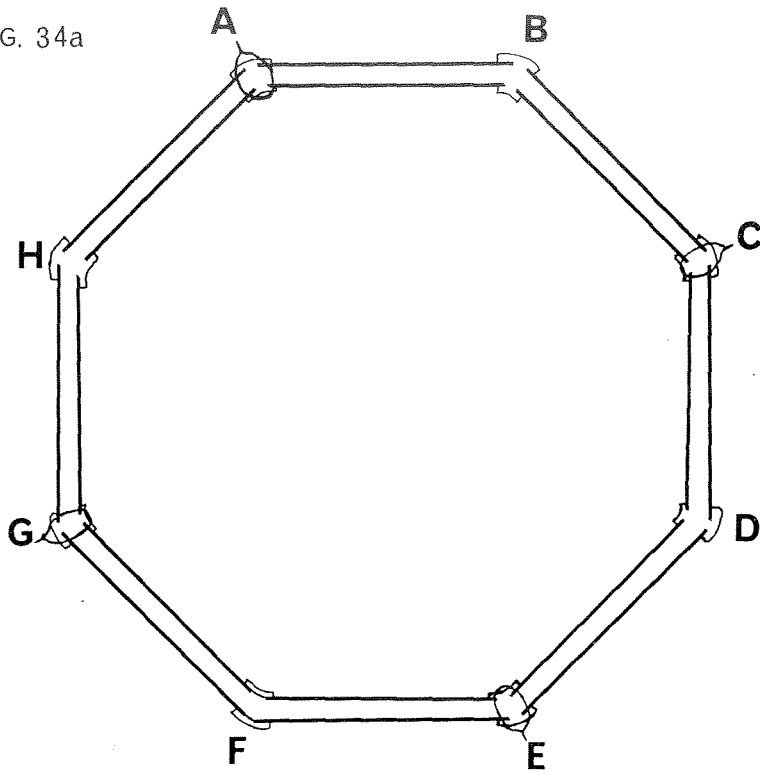


FIG. 34b

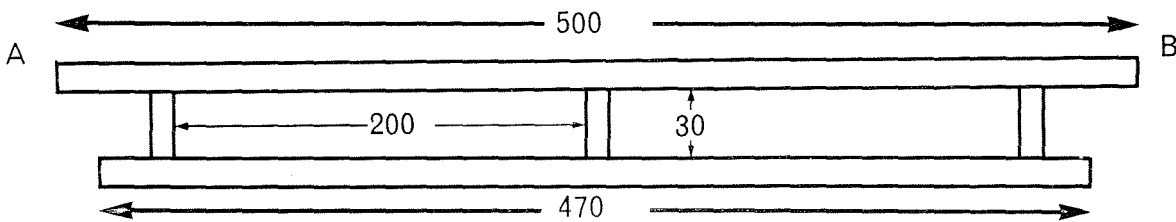


FIG. 34c

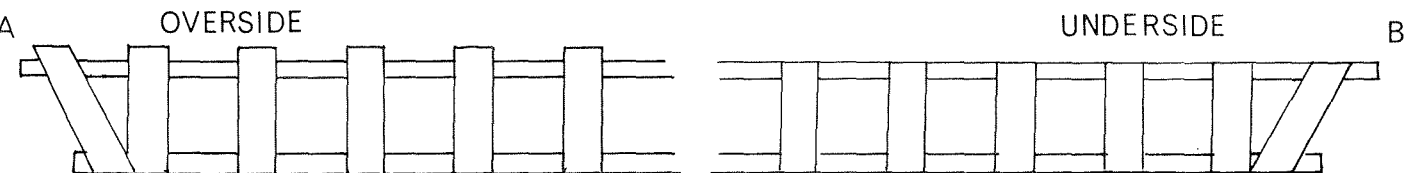


Fig. 34: Oversikt og detaljer av brødrene Grøntvedts 8-kantede flytedam på Hitra. (For nærmere beskrivelse se side 33)

FIG. 35a

DETALJ AV HJØRNE A

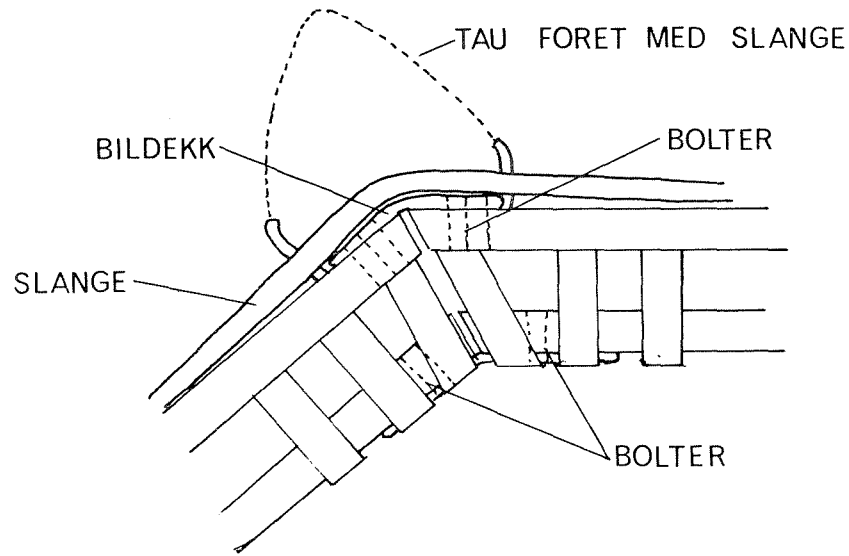


FIG. 35b

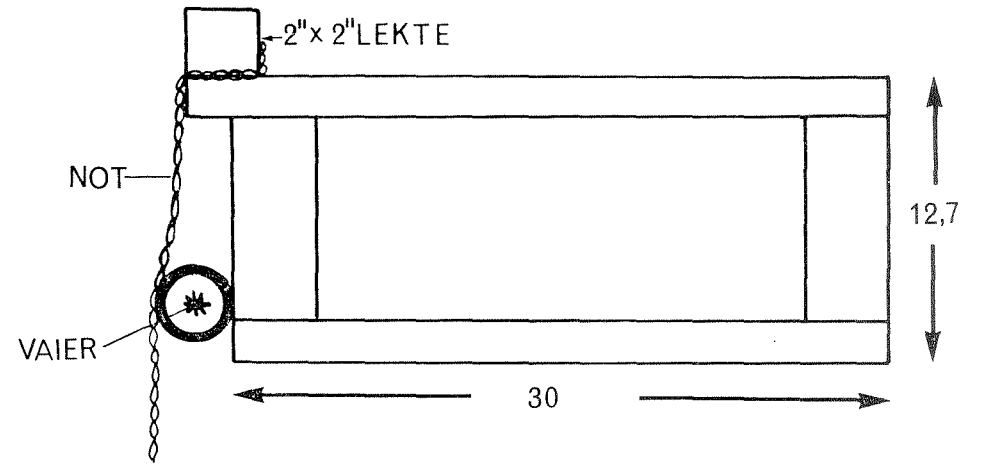


FIG. 35c

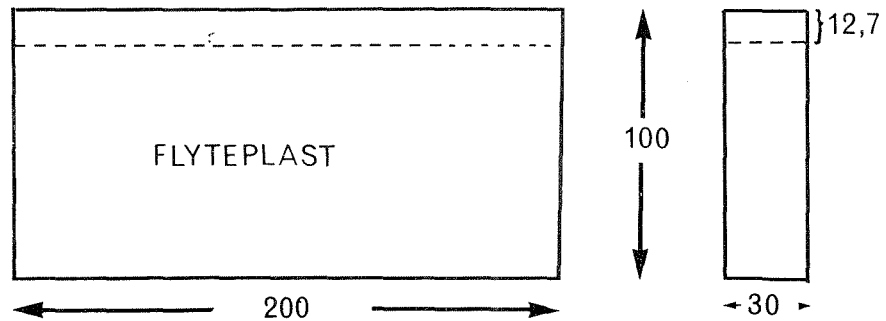


FIG. 35d

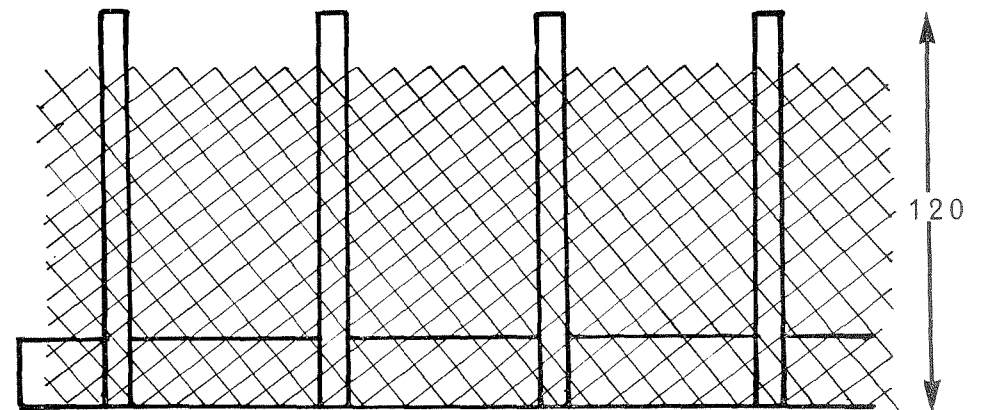


Fig. 35: Detaljer av brødrene Grøntvedts 8-kantede flytedam på Hitra. (For nærmere beskrivelse se side 33)

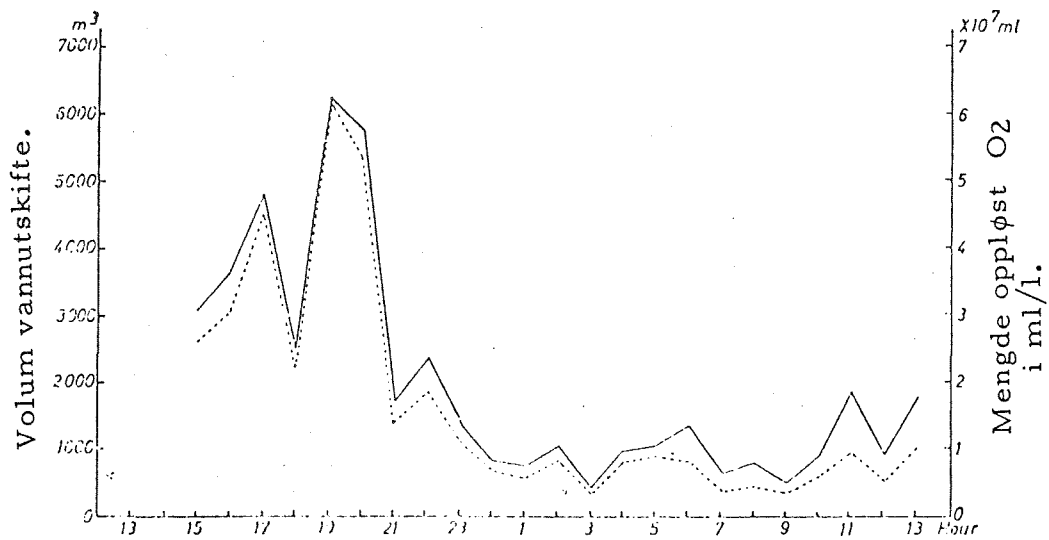


Fig. 36: Variasjon i vannutsifting og oksygeninnhold i en japansk flytedam gjennom 24 timer.

———— Volum utskiftet vann.
 - - - - - Oppløst mengde oksygen.
 (Etter Hisaoka et al, 1966)

Roterende bur for fiskeoppdrett.

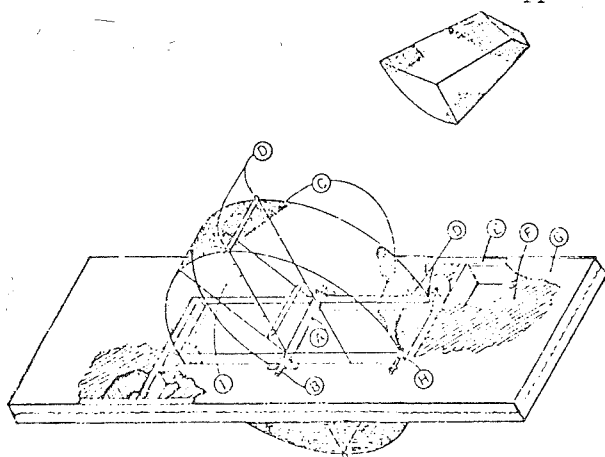


Fig. 37: A: Hylse B: aksel C: nett-dekke
 D: "øye" for skyvelås E: ramme
 F: flytemateriale G: overdeksel
 H: skyvelås I: "skuff"-åpning.

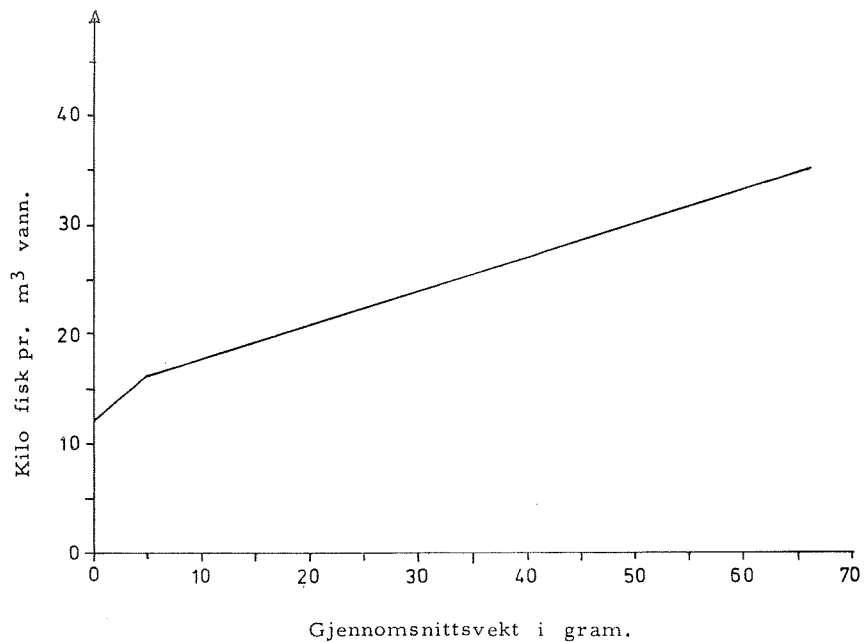


Fig. 38: Forholdet mellom fiskestørrelse og den maksimale beleggstetthet, målt i kilo fisk pr. kubikkmeter vann.
(Burrows og Combs, 1968)

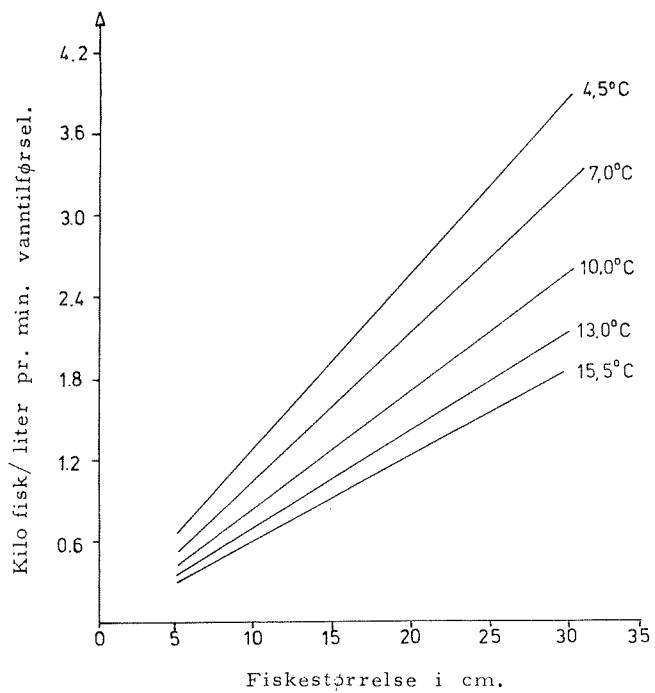


Fig. 39: Vekt av fisk pr.min/liter vanntilførsel i forhold til fiskestørrelsen og vann-temperaturen.

TABELL-LISTE

- TABELL I Middlere temperatur på kyststasjonene for
 middelåret 1936-1970.
- Kolonne I gir middlere temperatur for 1.-9. dag
 i måneden.
- Kolonne II gir middlere temperatur for 10.-19.
 dag i måneden.
- Kolonne III gir middlere temperatur for 20.-31.
 dag i måneden.
- Posisjonene til kyststasjonene er vist på fig. 2.
- TABELL II Standardavvik, temperatur for middelåret 1936-1970.
- For nærmere forklaring på standardavvik se
 sidene 4 og 5.
- TABELL III Middlere saltholdighet og standardavvik på
 kyststasjonene for middelåret 1936-1970.
- TABELL IV Middlere verdier og tidspunkt for de årlige
 maksimum og minimum for middelåret 1936-1970.
- $T_{\max.}$ = middlere maksimumstemperatur.
- $t_{T_{\max.}}$ = middlere tidspunkt for $T_{\max.}$
- $T_{\min.}$ = middlere minimumstemperatur.
- $t_{T_{\min.}}$ = middlere tidspunkt for $T_{\min.}$
- $S_{\max.}$ = middlere saltholdighetsmaksimum.
- $t_{S_{\max.}}$ = middlere tidspunkt for $S_{\max.}$
- $S_{\min.}$ = middlere saltholdighetsminimum.
- $t_{S_{\min.}}$ = middlere tidspunkt for $S_{\min.}$
- TABELL V Ekstremalverdier for middelåret 1936-1970.
- $T_{10\text{-min.}}$ = laveste 10-dagers temperaturmiddel
 i måleperioden.

$T_{10\text{-max.}}$ = høyeste 10-dagers temperaturmiddel
i måleperioden.

$N_T < 0^\circ\text{C}$ = antall år hvor minst et 10-dagers
temperaturmiddel er lavere enn 0°C .

$S_{\text{min.}}$ = laveste månedsmiddel av saltholdighet
i måleperioden.

$S_{\text{max.}}$ = høyeste månedsmiddel av saltholdighet
i måleperioden.

$t_{T_{10\text{-min.}}}$ = tidspunkt for $T_{10\text{-min.}}$.

$t_{T_{10\text{-max.}}}$ = tidspunkt for $T_{10\text{-max.}}$.

$t_{S_{\text{min.}}}$ = tidspunkt for $S_{\text{min.}}$.

$t_{S_{\text{max.}}}$ = tidspunkt for $S_{\text{max.}}$.

TABELL VI Kostnadsoverslag, Osland's anlegg.

TABELL VII Kostnadsoverslag, Brødr. Grøntvedts 8-kantede
flytedam.

TABELL I

MIDDLERE TEMPERATUR

MIDDELÅRET 1936 - 1970.

	JAN			FEB			MAR			APR		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
FERDER	3,0	2,3	1,9	1,4	0,9	1,0	1,1	1,4	2,0	2,9	4,2	6,0
TORUNGEN	3,5	2,9	2,5	2,2	2,1	1,5	1,9	1,9	2,2	3,2	4,4	5,6
LINDESNES	4,8	4,2	3,6	3,5	3,0	2,4	2,9	2,7	3,0	3,7	4,7	5,5
JÆREN	5,4	5,0	4,3	4,4	3,9	3,3	3,2	3,7	3,8	4,2	4,9	5,7
SLETTA	6,1	5,7	5,1	4,8	4,4	4,0	4,0	4,2	4,6	4,6	5,3	6,0
KORSFJ.	5,9	5,8	5,3	4,8	4,4	4,3	4,1	4,0	4,4	4,8	5,6	6,3
SOGNESJØEN	6,1	5,9	5,3	5,2	5,0	4,3	4,4	4,5	4,5	4,8	5,3	6,0
STADT	6,3	5,8	5,5	5,2	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,7	5,1	5,8
EREISUNDET	6,1	5,9	5,5	5,2	4,9	4,4	4,7	4,5	4,5	4,7	5,3	6,2
HUSTADVIKA	5,9	5,5	5,1	5,0	5,0	4,6	4,7	4,5	4,6	4,7	5,2	5,8
SMØLA	5,9	5,7	5,5	5,3	5,2	4,9	4,9	4,8	4,8	4,9	5,3	5,8
KJEUNGSKJÆR	5,6	5,2	5,0	5,0	4,8	4,8	4,9	5,1	5,0	5,1	5,6	6,0
FOLLA	5,9	5,6	5,3	5,1	4,9	4,9	4,9	4,7	4,7	4,8	5,1	5,6
YLvingEN	5,1	4,6	4,4	4,4	4,2	4,2	4,2	4,4	4,2	4,3	4,5	5,0
HESTMANØY	4,9	4,3	4,2	4,0	3,7	3,6	3,8	3,8	3,8	3,9	4,2	4,7
VESTFJORDEN	5,4	4,9	4,5	4,1	3,8	3,5	3,3	3,2	3,1	3,2	3,3	3,8
ANDFJORDEN	5,0	4,4	4,3	3,9	3,5	3,3	3,3	3,3	3,1	3,1	3,0	3,7
VÅGSFJORDEN	4,7	4,4	4,0	3,8	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	2,8	3,0	3,5
MALANGEN	4,3	3,7	3,5	3,4	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	3,0	3,5
LOPPHAVET	4,8	4,5	4,2	3,8	3,4	3,2	3,1	2,9	2,8	2,9	3,1	3,3
REVSBOTN	5,1	4,6	4,4	4,2	3,8	3,6	3,4	3,4	3,2	3,1	3,1	3,4
NORDKYN	4,8	4,3	4,1	3,9	3,5	3,2	3,2	3,1	2,8	2,7	2,8	3,3
VARÐØ	4,2	3,9	3,6	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,6	2,5	2,6	2,9
VARANGERFJ.	3,7	3,3	3,1	3,0	2,6	2,3	2,2	2,2	1,8	1,8	2,1	2,5
	MAI			JUN			JUL			AUG		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
FERDER	7,9	9,7	11,4	13,5	14,5	16,1	16,9	17,7	18,2	18,0	17,6	17,0
TORUNGEN	7,4	9,1	10,9	12,2	13,7	14,2	15,6	16,4	16,8	17,2	17,2	16,9
LINDESNES	6,8	8,5	9,6	10,3	11,6	12,5	13,4	14,5	15,0	15,8	16,3	16,2
JÆREN	6,7	7,9	9,1	9,9	10,5	11,8	12,6	13,8	14,4	15,0	15,8	15,1
SLETTA	6,9	8,0	9,1	10,1	10,7	11,7	12,5	13,7	14,8	14,1	14,9	15,0
KORSFJ.	7,6	8,7	9,8	10,9	11,8	12,9	13,5	14,8	15,2	15,3	15,5	15,5
SOGNESJØEN	6,6	7,6	8,9	10,0	10,5	11,3	12,7	13,7	14,1	14,5	14,5	14,7
STADT	6,5	7,2	8,2	9,1	10,2	11,1	11,5	12,1	12,8	13,6	14,1	14,0
EREISUNDET	7,0	7,9	8,8	9,8	11,0	12,0	12,5	13,2	13,7	14,6	14,4	14,1
HUSTADVIKA	6,7	7,1	8,0	8,8	10,0	10,9	11,4	12,4	12,9	13,6	13,9	13,7
SMØLA	6,5	7,2	8,1	9,1	10,1	11,1	11,3	12,3	13,1	13,5	13,8	13,3
KJEUNGSKJÆR	6,8	7,4	8,4	9,2	10,2	11,2	11,4	12,3	12,6	12,8	12,9	12,6
FOLLA	6,5	7,4	8,2	9,0	10,2	11,3	11,8	12,8	13,3	13,6	13,7	13,6
YLvingEN	5,8	6,4	7,5	8,3	9,7	10,8	11,1	12,1	12,6	12,7	13,0	12,5
HESTMANØY	5,4	6,1	6,9	8,0	9,4	10,9	11,0	12,1	12,5	12,8	12,7	12,3
VESTFJORDEN	4,6	5,4	6,3	7,3	8,5	10,0	11,3	12,3	13,0	13,1	12,9	12,6
ANDFJORDEN	4,7	5,3	6,0	7,1	8,0	9,8	10,7	11,0	11,8	11,9	12,2	12,0
VÅGSFJORDEN	4,3	5,1	5,9	7,0	8,7	10,0	11,2	12,0	12,6	12,3	12,1	11,6
MALANGEN	4,2	4,8	5,6	6,6	7,7	8,9	9,6	10,0	10,5	10,5	10,3	10,1
LOPPHAVET	3,6	4,2	4,8	5,7	6,9	8,5	9,5	10,2	10,6	10,5	10,6	10,1
REVSBOTN	3,7	4,0	4,4	4,9	5,8	6,8	7,6	8,2	8,8	8,8	8,9	9,0
NORDKYN	3,5	3,8	4,2	4,7	5,6	6,6	7,3	8,3	8,6	8,8	8,9	9,1
VARÐØ	3,3	3,7	4,2	4,9	5,7	6,5	7,0	7,7	8,3	8,6	8,8	8,8
VARANGERFJ.	2,7	3,6	4,1	5,6	6,6	7,9	9,0	9,9	10,3	10,1	10,3	10,2
	SEP			OKT			NOV			DES		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
FERDER	16,4	15,3	14,0	12,8	11,5	10,4	9,0	7,8	6,6	5,8	4,8	4,0
TORUNGEN	16,0	14,7	14,1	12,8	12,1	10,9	9,5	8,0	7,3	6,5	5,3	4,6
LINDESNES	15,4	14,5	14,0	13,0	12,2	11,3	10,2	9,2	8,3	7,7	6,5	5,8
JÆREN	14,8	14,2	13,7	13,0	12,1	11,3	10,5	9,4	8,6	7,9	7,2	6,6
SLETTA	14,5	14,0	13,3	12,7	12,1	11,2	10,3	9,5	8,7	8,2	7,4	7,0
KORSFJ.	14,9	14,0	13,3	12,5	11,6	10,7	9,6	9,0	8,2	8,1	7,2	6,8
SOGNESJØEN	14,4	14,1	13,1	12,1	11,6	10,6	10,0	9,1	8,5	8,1	7,6	7,0
STADT	14,3	13,7	13,0	12,2	11,5	10,6	9,9	9,1	8,7	8,0	7,3	6,8
EREISUNDET	14,0	13,3	12,7	12,1	11,2	10,4	9,7	8,9	8,3	7,7	7,3	6,6
HUSTADVIKA	13,8	13,2	12,6	11,7	11,2	10,4	9,6	8,6	8,0	7,6	6,9	6,3
SMØLA	13,4	12,9	12,4	11,8	11,1	10,3	9,4	8,7	8,2	7,5	7,0	6,4
KJEUNGSKJÆR	12,1	11,9	11,4	10,6	10,2	9,4	8,5	7,8	7,3	6,9	6,4	5,9
FOLLA	13,2	12,5	12,0	11,3	10,7	10,0	9,3	8,6	8,0	7,4	6,8	6,4
YLvingEN	12,4	11,7	11,2	10,4	9,9	9,1	8,4	7,6	7,2	6,5	6,0	5,5
HESTMANØY	11,8	11,0	10,5	9,7	9,0	8,3	7,7	7,2	6,9	6,2	5,9	5,3
VESTFJORDEN	11,9	11,1	10,6	10,1	9,5	9,0	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8
ANDFJORDEN	11,1	10,5	10,1	9,3	9,0	8,3	7,5	7,0	6,7	6,3	5,8	5,5
VÅGSFJORDEN	11,1	10,3	9,6	9,0	8,5	7,9	7,3	6,6	6,4	5,7	5,7	5,2
MALANGEN	9,6	9,4	8,6	8,3	7,7	7,2	6,6	6,1	5,9	5,3	5,1	4,7
LOPPHAVET	9,7	9,0	8,6	8,2	7,9	7,5	7,0	6,6	6,1	5,8	5,6	5,3
REVSBOTN	8,7	8,5	8,3	7,9	7,7	7,3	7,0	6,5	6,3	6,0	5,6	5,4
NORDKYN	8,7	8,5	8,0	7,7	7,4	6,8	6,7	6,2	5,8	5,6	5,1	5,0
VARÐØ	8,5	8,2	7,9	7,4	7,1	6,7	6,2	5,8	5,4	5,1	4,8	4,5
VARANGERFJ.	9,4	8,5	7,8	7,3	6,9	6,6	6,1	5,5	5,2	4,9	4,4	4,0

TABELL II

STANDARDVVIK, TEMPERATUR

MIDDELÅRET 1936 - 1970.

	JAN			FEB			MAR			APR		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
PERDER	2,0	1,8	1,6	1,7	1,5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6
ORUNGEN	2,3	2,1	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8	1,4	1,5	1,3
INDESNES	1,8	2,0	1,8	1,8	2,3	1,9	1,8	1,6	1,6	1,5	1,1	1,2
ÆREN	1,4	1,4	1,3	1,6	2,1	1,8	1,5	1,5	1,3	1,4	1,0	1,0
LETTA	1,0	1,1	1,1	1,1	1,6	1,7	1,5	1,4	1,4	1,2	1,0	0,9
KORSFJORDEN	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2
OGNESJØEN	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	0,8	1,0
STAD	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0
BREISUNDET	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0
HUSTADVIKA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
ØMØLA	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
KJEUNGSKJÆR	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
ØLLA	0,9	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
ØLVINGEN	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
HESTMANØY	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
VESTFJORDEN	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
ØNDFJORDEN	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	0,8	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9
ØGSEFJORDEN	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8
ØALANGEN	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,7
ØPPHAVET	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6
ØVSBOTN	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
ØRDKYN	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,7
ØARDØ	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7
ØARANGERFJ.	0,6	0,6	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
	MAI			JUN			JUL			AUG		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
PERDER	1,5	2,1	1,7	1,6	2,0	2,1	1,9	1,7	1,8	1,6	1,6	1,6
ORUNGEN	1,4	1,8	1,8	2,3	2,7	2,9	2,1	2,3	1,9	2,2	1,6	1,6
INDESNES	1,2	1,8	2,2	2,7	2,8	3,0	2,6	2,9	2,5	2,0	2,1	2,0
ÆREN	1,0	1,2	1,7	2,1	2,6	2,9	2,8	2,5	2,4	2,4	2,2	2,5
LETTA	0,9	1,3	1,6	1,5	1,6	2,6	2,0	1,9	1,0	2,0	1,8	1,8
KORSFJORDEN	1,5	1,6	1,4	1,4	1,3	1,9	1,5	1,6	1,8	1,8	1,5	1,6
OGNESJØEN	1,2	1,3	1,1	1,7	1,9	2,1	1,6	1,7	1,9	2,2	2,2	2,0
STAD	1,2	1,2	0,9	1,4	1,1	1,4	1,3	2,3	2,6	2,1	2,5	2,0
BREISUNDET	1,2	1,4	1,1	1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	2,1	1,9	2,2	1,9
HUSTADVIKA	1,2	1,1	1,1	1,4	1,3	1,5	1,4	1,6	2,0	1,9	2,2	2,0
ØMØLA	1,0	1,0	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,7	1,8	2,0	2,0
KJEUNGSKJÆR	1,0	1,1	1,1	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,5	1,5	1,5	1,6
ØLLA	1,1	1,2	1,1	2,0	1,5	1,5	1,4	1,3	1,7	1,7	1,7	1,5
ØLVINGEN	1,0	1,3	1,0	1,3	1,6	1,4	1,3	1,5	1,5	1,7	1,8	1,7
HESTMANØY	0,9	1,0	1,0	1,3	1,5	1,8	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,4
VESTFJORDEN	0,9	1,0	1,0	1,0	1,4	1,6	1,3	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
ØNDFJORDEN	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,9	1,7	1,5	1,6	1,8	2,1	1,3
ØGSEFJORDEN	1,0	1,1	1,0	1,2	1,5	1,8	1,6	1,6	1,7	1,5	1,6	1,3
ØALANGEN	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,5	1,3	1,5	1,2	1,2	1,5	1,3
ØPPHAVET	0,7	0,7	0,8	1,3	1,1	1,7	1,1	1,7	1,5	1,6	1,4	1,1
ØVSBOTN	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	1,2	1,2	1,4	1,3	1,4	1,2	1,0
ØRDKYN	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,8	1,6	1,5	1,2	0,9
ØARDØ	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	1,0	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,2
ØARANGERFJ.	1,1	1,0	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3	1,7	1,5	2,0	1,7	1,5
	SEP			OKT			NOV			DES		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
PERDER	1,5	1,3	1,0	1,0	1,4	1,4	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,9
ORUNGEN	1,3	2,1	1,0	1,2	1,2	1,5	1,5	1,6	1,7	1,4	1,8	2,0
INDESNES	1,8	1,6	1,2	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4
ÆREN	2,1	1,9	1,3	0,9	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1
LETTA	2,0	1,5	1,5	1,1	0,9	1,1	0,9	1,3	1,2	0,9	0,9	1,0
KORSFJORDEN	1,5	1,5	1,5	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,3	1,5	1,1	1,1
OGNESJØEN	1,1	1,2	1,1	1,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	0,9
STAD	1,2	1,2	1,0	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
BREISUNDET	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
HUSTADVIKA	1,2	1,2	1,3	1,7	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
ØMØLA	1,5	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
KJEUNGSKJÆR	1,4	1,2	1,2	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,9
ØLLA	1,3	1,2	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9
ØLVINGEN	1,5	1,4	1,2	1,3	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7
HESTMANØY	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8
VESTFJORDEN	1,3	1,0	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,0	1,0	0,9	0,7	0,7
ØNDFJORDEN	1,0	0,9	1,2	1,0	1,0	1,0	1,2	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
ØGSEFJORDEN	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4	1,0	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7
ØALANGEN	1,0	1,1	1,3	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
ØPPHAVET	1,1	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8
ØVSBOTN	1,1	1,1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
ØRDKYN	1,0	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
ØARDØ	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	1,1	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8
ØARANGERFJ.	1,2	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7

TABELL III

MIDDLERE SALTHOLDIGHET OG STANDARDAVVIK

MIDDELÅRET 1936 - 1970

	JAN		FEB		MAR		APR	
	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.
FERDER	28,85	2,21	29,30	2,37	26,71	3,32	25,74	3,11
TORUNGEN	28,98	2,73	29,19	2,57	27,15	3,55	25,45	3,96
LINDESNES	31,69	2,08	31,75	1,95	30,76	2,54	29,45	3,29
JÆREN	32,41	1,13	32,62	1,55	32,20	1,74	31,46	2,34
SLETTA	32,65	0,80	32,61	1,20	32,86	1,19	32,22	1,45
KORSFJORDEN	32,17	0,81	32,05	1,32	32,02	1,06	31,86	1,14
SOGNESJØEN	32,69	0,55	32,83	0,77	32,60	0,97	32,63	0,79
STADT	32,94	1,11	33,21	0,44	33,21	0,58	33,07	0,60
BREISUNDET	32,86	0,87	33,11	0,51	32,91	1,10	32,38	1,28
HUSTADVIKA	33,04	0,48	33,51	0,54	33,52	0,41	33,33	0,43
SMØLA	33,11	0,47	33,54	0,39	33,58	0,40	33,32	0,53
KJEUNGSKJÆR	33,05	0,52	33,50	0,41	33,69	0,44	33,39	0,64
FOLLA	33,42	0,42	33,78	0,39	33,89	0,33	33,67	0,56
YLVIINGEN	33,18	0,44	33,52	0,41	33,68	0,57	33,72	0,51
HESTMANNØY	33,05	0,52	33,38	0,54	33,48	0,54	33,51	0,47
VESTFJORDEN	33,15	0,44	33,37	0,37	33,50	0,34	33,54	0,36
ANDFJORDEN	33,60	0,35	33,73	0,31	33,83	0,31	33,86	0,34
VÅGSFJORDEN	33,58	0,38	33,66	0,34	33,70	0,32	33,76	0,34
MALANGEN	33,47	0,43	33,49	0,46	33,34	0,80	33,41	0,65
LOPPHAVET	33,99	0,31	34,01	0,30	34,07	0,27	34,13	0,23
REVSBOTN	34,15	0,26	34,17	0,30	34,22	0,19	34,29	0,18
NORDKYN	34,34	0,24	34,37	0,20	34,40	0,19	34,42	0,18
WARDØ	34,38	0,40	34,45	0,21	34,44	0,18	34,44	0,36
VARANGERFJ.	34,36	0,20	34,38	0,28	34,42	0,21	34,24	0,82
	MAY		JUN		JUL		AUG	
	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.
FERDER	23,59	3,83	22,60	3,26	23,85	3,02	24,09	2,88
TORUNGEN	23,81	4,00	25,16	3,93	25,72	4,12	26,29	4,36
LINDESNES	28,26	3,51	29,12	3,30	30,05	2,53	30,06	2,64
JÆREN	30,26	2,43	30,87	2,66	31,11	1,93	30,86	1,88
SLETTA	31,51	1,88	31,29	1,76	31,07	1,34	30,74	1,50
KORSFJORDEN	31,21	1,39	30,63	1,28	30,00	1,94	29,35	2,03
SOGNESJØEN	31,71	1,24	30,69	2,30	28,59	3,59	28,16	3,81
STADT	32,91	0,89	32,28	1,49	31,63	1,90	30,93	1,80
BREISUNDET	31,14	1,89	29,24	3,13	28,59	3,18	29,09	2,61
HUSTADVIKA	33,10	0,82	32,79	0,86	32,27	1,13	31,68	1,14
SMØLA	32,77	1,35	32,10	1,15	31,75	1,06	31,72	0,99
KJEUNGSKJÆR	32,40	1,49	31,34	1,67	31,10	1,69	31,55	1,17
FOLLA	33,34	0,91	32,78	0,91	32,53	1,12	32,37	0,89
YLVIINGEN	33,06	0,84	31,62	1,82	31,30	1,71	31,91	1,05
HESTMANNØY	32,72	1,28	30,43	2,46	29,53	2,60	30,23	1,86
VESTFJORDEN	33,47	0,39	33,34	0,52	32,81	0,81	32,65	0,55
ANDFJORDEN	33,68	0,36	33,53	0,53	33,43	0,55	33,37	0,53
VÅGSFJORDEN	33,34	0,65	32,29	1,22	31,81	0,91	32,20	1,01
MALANGEN	31,42	4,07	28,17	3,70	28,51	3,29	30,87	2,02
LOPPHAVET	34,00	0,73	33,13	1,09	32,23	0,85	32,78	0,80
REVSBOTN	34,26	0,29	33,75	0,76	33,58	0,59	33,76	0,43
NORDKYN	34,38	0,23	34,01	0,82	33,82	0,60	33,92	0,46
WARDØ	34,28	0,67	33,45	0,76	33,72	0,55	34,06	0,29
VARANGERFJ.	34,02	0,88	32,50	0,76	32,42	1,48	33,23	1,41
	SEP		OKT		NOV		DES	
	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.	S ^o /oo	ST.AV.
FERDER	25,00	3,34	27,22	2,84	27,40	2,78	28,85	2,41
TORUNGEN	26,92	4,22	28,15	3,72	27,54	3,98	28,86	3,08
LINDESNES	30,35	2,95	31,21	2,25	31,29	2,03	31,87	1,68
JÆREN	30,88	2,33	31,60	1,75	31,91	1,69	32,38	1,10
SLETTA	31,05	1,54	31,39	1,32	31,73	1,26	32,49	0,90
KORSFJORDEN	29,10	1,94	29,41	1,40	30,00	1,77	30,30	1,28
SOGNESJØEN	29,09	2,83	29,60	1,81	30,80	1,32	32,13	1,00
STADT	30,86	1,70	30,98	1,12	31,71	0,83	32,41	0,69
BREISUNDET	29,61	1,93	30,15	1,80	31,34	1,00	32,08	0,83
HUSTADVIKA	31,48	1,32	31,47	0,75	31,95	0,86	32,51	0,56
SMØLA	31,58	1,38	31,48	0,96	32,07	0,81	32,48	0,62
KJEUNGSKJÆR	31,90	1,17	31,82	0,90	32,17	0,68	32,53	0,67
FOLLA	32,52	0,91	32,60	0,71	32,69	0,67	33,05	0,54
YLVIINGEN	32,44	1,08	32,48	0,90	32,52	0,64	32,74	0,62
HESTMANNØY	31,04	1,46	31,57	1,06	32,08	0,93	32,43	0,95
VESTFJORDEN	32,85	0,58	32,88	0,60	32,86	0,57	32,98	0,50
ANDFJORDEN	33,45	0,44	33,39	0,52	33,45	0,43	33,50	0,42
VÅGSFJORDEN	32,81	0,63	32,97	1,00	33,20	0,47	33,37	0,51
MALANGEN	31,75	1,63	32,32	1,15	32,79	0,80	33,15	0,69
LOPPHAVET	33,30	0,54	33,62	0,34	33,73	0,30	33,87	0,36
REVSBOTN	33,87	0,30	33,93	0,27	33,95	0,27	34,06	0,36
NORDKYN	34,03	0,33	34,11	0,24	34,17	0,21	34,24	0,27
WARDØ	34,07	0,29	34,13	0,35	34,21	0,21	34,33	0,24
VARANGERFJ.	33,59	0,65	34,01	0,62	34,18	0,28	34,29	0,25

TABELL IV

MIDDLERE VERDIER OG TIDSPUNKT FOR DE ÅRLIGE MAKSIMUM OG MINIMUM
MIDDELÅRET 1936 - 1970

	T _{max.}	t _{Tmax.}	T _{min.}	t _{Tmin.}	S _{max.}	t _{Smax.}	S _{min.}	t _{Smin.}
FÆRDER	18,2	25.JUL	1,1	25.FEB	29,30	FEB	22,60	JUN
TORUNGEN	17,2	5.AUG	1,5	25.FEB	29,19	FEB	23,81	MAI
LINDESNES	16,3	15.AUG	2,4	25.FEB	31,87	DES	28,26	MAI
JÆREN	15,8	15.AUG	3,3	5.MAR	32,62	FEB	30,26	MAI
SLETTA	15,0	25.AUG	4,0	5.MAR	32,86	MAR	30,74	AUG
KORSFJORDEN	15,5	25.AUG	4,0	15.MAR	32,17	JAN	29,10	SEP
SOGNESJØEN	14,7	25.AUG	4,3	25.FEB	32,83	FEB	28,16	AUG
STAD	14,1	5.SEP	4,6	25.MAR	32,31	FEB	30,86	SEP
BREISUNDET	14,4	15.AUG	4,4	25.FEB	33,11	FEB	28,59	JUL
HUSTADVIKA	13,9	15.AUG	4,5	15.MAR	33,52	MAR	31,47	OKT
SMØLA	13,8	15.AUG	4,8	15.MAR	33,58	MAR	31,48	OKT
KJEUNGSKJÆR	12,9	15.AUG	4,8	15.FEB	33,69	MAR	31,10	JUL
FOLLA	13,7	15.AUG	4,7	25.MAR	33,82	MAR	32,37	AUG
YLVIINGEN	13,0	15.AUG	4,2	25.FEB	33,72	APR	31,30	JUL
HESTMANØY	12,8	5.AUG	3,8	25.MAR	33,51	APR	29,53	JUL
VESTFJORDEN	13,0	5.AUG	3,0	25.MAR	33,54	APR	32,65	AUG
ANDFJORDEN	12,2	15.AUG	3,0	15.APR	33,86	APR	33,37	AUG
VÅGSFJORDEN	12,6	25.JUL	2,8	5.APR	33,76	APR	31,81	JUL
MALANGEN	10,5	5.AUG	2,8	15.MAR	33,49	FEB	28,17	JUN
LOPPHAVET	10,5	15.AUG	2,8	25.MAR	34,13	APR	32,23	JUL
REVSBOTN	9,0	25.AUG	3,1	5.APR	34,29	APR	33,58	JUL
NORDKYN	9,1	25.AUG	2,7	5.APR	34,42	APR	33,82	JUL
VARDØ	8,9	15.AUG	2,5	25.MAR	34,45	FEB	33,45	JUN
VARANGERFJ.	10,3	25.JUL	1,8	5.APR	34,42	MAR	32,42	JUL

TABELL V

Ekstremal verdier for middelåret 1936 - 1970.

	T _{10-min}	T _{10-max}	N _T < 0°C	S _{min}	S _{max}	t _{T10-min}	t _{T10-max}	t _{S min}	t _{S max}
FÆRDER	-1,7°	21,1°	16	17,29	32,85	1947	1955	1967	1955
TORUNGEN	-1,7°	21,0°	12	16,87	32,95	1947	1947	1944	1944
LINDESNES	-0,9°	20,3°	4	24,89	34,22	1941	1947	1950	1949
JÆREN	-0,4°	19,2°	2	27,23	34,78	1966	1947	1951	1941
SLETTA	0,8°	18,5°	0	27,86	34,41	1942	1939	1968	1944
KORSFJORDEN	1,0°	19,0°	0	24,86	34,07	1937	1939	1967	1940
SOGNESJØEN	2,2°	18,4°	0	23,34	34,31	1969	1938	1961	1940
STAD	2,3°	18,1°	0	28,25	34,26	1969	1969	1958	1940
BREISUNDET	2,5°	18,2°	0	25,83	34,34	1937	1969	1957	1949
HUSTADVIKA	3,2°	17,1°	0	28,95	34,38	1969	1969	1967	1944
SMØLA	3,4°	17,1°	0	28,41	34,17	1966	1969	1967	1970
KJEUNGSKJÆR	3,0°	15,4°	0	28,44	34,27	1937	1969	1943	1970
FOLLA	2,9°	17,0°	0	28,91	34,42	1941	1969	1940	1970
YLVIINGEN	1,9°	16,1°	0	28,17	34,25	1953	1969	1960	1951
HESTMANØY	2,2°	15,8°	0	24,99	34,33	1936	1969	1955	1940
VESTFJORDEN	1,1°	17,0°	0	30,83	34,17	1966	1960	1953	1970
ANDFJORDEN	1,0°	16,4°	0	32,34	34,31	1966	1960	1967	1970
VÅGSFJORDEN	0,9°	16,9°	0	29,68	34,37	1966	1960	1953	1970
MALANGEN	0,6°	12,8°	0	18,26	34,18	1936	1960	1953	1941
LOPPHAVET	1,2°	14,3°	0	30,92	34,55	1966	1961	1953	1942
REVSBOTN	1,4°	11,9°	0	32,83	34,57	1937	1961	1953	1970
NORDKYN	1,2°	13,4°	0	32,93	34,79	1966	1960	1954	1961
VARDØ	0,5°	11,2°	0	32,86	34,83	1936	1961	1963	1961
VARANGERFJ.	0,3°	15,8°	0	30,59	34,81	1966	1960	1968	1961

TABELL VI

Kostnadsoverslag
Oslands anlegg

Størrelse 25 x 35 x 25

Kostnadene er grovt kalkulert.

Peler	Kr.	3000,-
Tverrliggere, støtter til peler	"	2000,-
Betongsperre ved land	"	1500,-
Ramming av peler i sjøbunnen	"	2000,-
Bunnfeste i syrefritt stål	"	1500,-
2 stk. nøter	"	20000,-
Impregnering	"	3000,-
Foringsplattform	"	1500,-
Frakt av materialer	"	<u>2000,-</u>
	Kr.	36500,-
Moms 20 %	"	<u>7300,-</u>
	Kr.	43800,-
+ div. utgifter	"	<u>1200,-</u>
Totale omkostninger grovt kalkulert	Kr.	<u><u>45000,-</u></u>

TABELL VII

Kostnadsoverslag

Brødr. Grøntvedts 8-kantede flytedam

Utgiftene er av praktiske hensyn til forankring etc. beregnet for 2 stk.flytedammer.

2 stk. notposer a kr. 2300,-	Kr.	4600,-
2 stk. flyterammer a kr. 4160,-	"	8320,-
1 stk. anker	"	660,-
1 stk. kjetting	"	870,-
60 favner nylontau	"	990,-
6 dregger	"	1485,-
Lås, kjetting	"	1740,-
6 ruller nylontau	"	7500,-
6 plastblåser 60'	"	276,-
1 plastblåse 80'	"	118,-
Impregnering	"	<u>1270,-</u>
Samlede utgifter for 2 stk. flytedam	Kr.	<u>27829,-</u>
1 flytedam	Kr.	13915,-
∩: ca.	Kr.	14000,-
Moms 20 %	"	<u>2800,-</u>
Totale omkostninger for en flytedam	Kr.	<u><u>16800,-</u></u>

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

1973. Nr. 1 S. Knutsson: Inspeksjon av anlegg for
fiskeoppdrett høsten 1972.