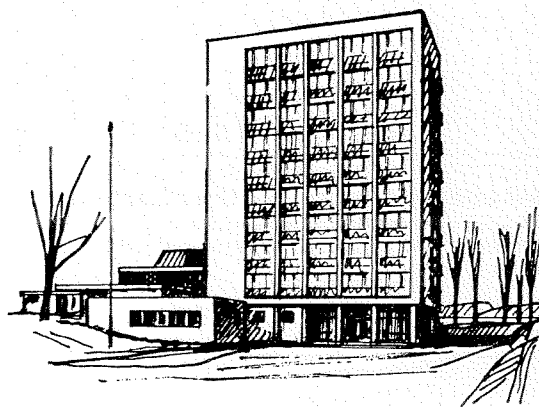


# Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS  
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



SERIE B  
1975 Nr. 4

Begrenset distribusjon  
varierende etter innhold  
(Restricted distribution)

LOKALISERING OG MILJØ VED NOEN OPPDRETTS-  
ANLEGG FOR LAKSEFISK I VEST - NORGE

AV

Roald Sætre

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Boks 2906, 5011 Bergen-Nordnes

Redaktør

Erling Bratberg

SERIE B  
1975 Nr.4

August 1975

## INNHold

INNLEDNING	Side	1
OKSYGENBALANSEN I ET OPPDRETTS- ANLEGG	"	2
GLØSTAD	"	7
LAKSÅVIK	"	8
SVANØY	"	10
BJORDAL	"	13
BOGNØY	"	16
VELØYKJØLPO	"	17
FLOGØYKJØLPO	"	19
OPPSUMMERING	"	21
TABELLER	"	23
FIGURLISTE	"	25
FIGURER	"	26



I dette arbeidet har O.M. Gjervik deltatt i innsamlingen av data og vært ansvarlig for de kjemiske analyser. Tegningene er utført av H. Kismul.

---

## INNLEDNING

I de senere år har interessen for oppdrett av marine organismer øket her i landet. Det som er mest aktuelt for tiden er oppdrett av laksefisk. Havforskningsinstituttet tok i 1971 opp forskning på dette området og dannet en forskergruppe for akvakultur. En viktig del av denne forskningen vil være undersøkelser over det miljøet fisken lever i. Målsettingen for dette arbeidet kan deles i to:

- A) Å finne fram til anvendbare kriterier for hva som er en god lokalitet for oppdrett av marine organismer og å klarlegge de begrensende faktorer for størrelsen av et anlegg.
- B) Å undersøke virkningen av oppdrettsanlegget på det marine miljø.

Som et ledd i arbeidet under pkt. A) ble det sommeren 1974 besøkt en rekke oppdrettsanlegg langs Vestlandskysten. Beliggenheten av disse fremgår av Fig. 1. Anleggene representerte de tre typer som er mest aktuell i Norge, nemlig flytedammer, strandavstengninger og avsperring av sund eller poller. På hver lokalitet ble temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og strømforhold observert. Overflateprøver for oksygenbestemmelse ble tatt med flaske som er beskrevet av BRAATEN og SÆTRE (1973). Alle oksygenanalyser ble utført ved WINKLER, s metode. Strømmålinger ble foretatt i 2 m dyp med AANDERAA strømmåler. Dette instrumentet registrerer strømmens styrke og retning samt temperatur hvert 10.minutt.

Det er helt klart at en slik undersøkelse som kun strekker seg over noen dager i hvert anlegg, bare kan gi et situasjonsbillede. Spesielt i våre mere beskyttede kystfarvann vil der være store variasjoner i de målte størrelsene over kort tid, noe som først og fremst skyldes meteorologiske forhold. Undersøkelsen vil allikevel belyse noen karakteristiske egenskaper ved de enkelte anlegg. Dette arbeidet vil bli fulgt opp med besøk på de samme anlegg på andre årstider og supplert med enklere målinger i tiden mellom besøkene.

Denne rapporten vil foruten å gi litt generelt bakgrunnstoff, legge hovedvekten på hvorledes anleggene er plassert i miljøet samt å gi noen foreløpige resultater fra undersøkelsene. For mer tekniske beskrivelser av de enkelte anlegg henvises til BRAATEN og SÆTRE (1973).

#### OKSYGENBALANSEN I OPPDRETTSANLEGG

Tilstrekkelig tilgang på oksygen er en nødvendig betingelse for alt høyere liv. I et oppdrettsanlegg for fisk vil der foregå prosesser som både tilfører og tapper anlegget for oksygen. Skal fisken kunne overleve, må oksygenforbruket i anlegget ikke være større enn tilførselen. Vi skal nå se litt nærmere på de viktigste leddene i oksygenbalansen for et oppdrettsanlegg.

Oksygen bringes inn i sjøvann på tre måter:

1. Diffusjon ved kontakt med atmosfæren
2. Fotosyntesen
3. Ferskvannstilførselen

Oppløseligheten av oksygen i sjøvann synker med økende temperatur og saltholdighet.

De faktorer som bidrar til oksygen-tilførselen i et anlegg er følgende:

1. Middlere strøm
2. Fotosyntesen
3. Tubulent diffusjon

De forbrukende faktorer er:

1. Respirasjon
2. Nedbrytning av organisk materiale

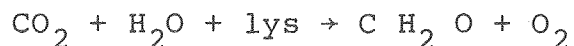
La oss først se litt på de forbrukende faktorer. Fiskens oksygenbehov for respirasjon er avhengig av temperatur, aktivitet, fôringsintensitet og størrelse. Fig. 2 er et isopletdiagram som viser oksygenforbruket hos Stillehavslaksen "sockeye salmon" i forhold til vanntemperatur og fiskens størrelse (BRETT and GLASS 1973). Den øvre figuren viser oksygenforbruket uttrykket i mg  $O_2$ /kg fisk/time ved høy aktivitet og den nedre figuren viser forbruket når fisken befinner seg i hviletilstand. Vi ser at oksygenbehovet generelt øker med økende temperatur. Det maksimale oksygenforbruket har sin største verdi omkring  $15^{\circ}C$ . Denne effekten er mest utpreget for små fisk, dvs. under ca. 100 g. Vi ser at fiskens vekt har liten innflytelse på det maksimale oksygenforbruket ved lave temperaturer. Minimum oksygenforbruk derimot viser vesentlig avtagning med økende størrelse på fisken.

Den andre oksygenforbrukende faktor er nedbrytning av organisk materiale. Fra et oppdrettsanlegg vil sjøen bli tilført store mengder organisk materialer. Til 1000 kg fisk vil det i sommersesongen gå med opptil 100 kg våt-fôr pr. døgn. Det er realistisk å tro at forspill og ekskrementer vil tilsammen utgjøre omkring 1/3 av tilført fôrmengde, dvs. ca. 30 kg pr. døgn. Dersom vi forutsetter at alt dette avfallet sedimenterer like under oppdrettsanlegget, vil dette for et typisk norsk flytedamanlegg medføre en sedimentasjon på omkring 3 cm/måned. Selv ved meget lave strømhastigheter vil iallefall de minste partiklene bli ført vekk fra anlegget slik at den virkelige sedimentasjon er vesentlig mindre. Å beregne oksygenforbruket for nedbrytning av organisk materiale er vanskelig da dette avhenger av avfallets sammensetning og

partikkelstørrelse, synkehastighet og temperatur. De data som finnes i litteraturen er få og ufullstendige. Dataene indikerer at oksygenforbruket i bunnsedimentene uttrykket i  $\text{mg O}_2/\text{m}^2/\text{time}$  er av samme størrelsesorden som fiskers respirasjon målt i  $\text{mg O}_2/\text{kg fisk}/\text{time}$ . Dette vil si at i et vanlig norsk oppdrettsanlegg vil oksygenforbruket i bunnsedimentene maksimalt kunne utgjøre et par prosent av det som går med til fiskens respirasjon. Da en større del av nedbrytningen finner sted før avfallet sedimenterer, må en anta at oksygenforbruket ved nedbrytning av organisk materiale under ugunstige forhold kan bli vesentlig større enn dette.

La oss nå se litt på de faktorer som bringer oksygen inn i oppdrettsanlegget. Turbulent diffusjon er en av disse. I en vannmasse som er i bevegelse vil det settes opp uordnede bevegelser, dvs. at vannet hele tiden blandes med de omkringliggende vannmasser. Dette skjer både horisontalt og vertikalt. Den horisontale turbulente diffusjon vil sannsynligvis være den dominerende på våre kanter om sommeren. Horisontale gradienter eller forskjeller i en eller flere av vannets egenskaper, f.eks. oksygen vil derved utviskes. Vi tenker oss en flytedam hvor det ikke er noen strøm gjennom. Fiskens bevegelse vil skape en sirkulerende strøm i dammen. Fiskens oksygenforbruk vil resultere i en horisontal oksygengradient. Den sirkulerende strøm i dammen vil skape horisontal turbulent bevegelse og derved redusere oksygengradienten. Den oksygenmengde som kan tilføres et oppdrettsanlegg ved turbulent diffusjon kan muligens være et vesentlig ledd i oksygenbalansen ved lave middlere strømhastigheter.

Fotosyntesen eller primærproduksjonen er også en tilførende faktor for oksygen i oppdrettsanlegg. Da vi her har store tilførsler av næringssalter vil denne produksjonen sannsynligvis kunne bli stor. Ved fotosyntesen frigjøres oksygen etter følgende ligning:





Den maksimale produksjon av organisk karbon i form av karbohydrater vil i våre farvann ligge på omkring 6 g C/m<sup>2</sup>/døgn. Dette gir ca. 16 g O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/døgn. I et vanlig norsk oppdrettsanlegg vil dette kunne utgjøre ca. 5 % av fiskens totale oksygenbehov. Vi har her regnet med maksimal bruttoproduksjon midtsommers og forutsatt at denne er jevnt fordelt over hele døgnet. Dette er ikke tilfelle og likeledes er det sett bort fra planteplanktonets respirasjon. Netto tilførsel av oksygen ved primærproduksjon vil derfor sannsynligvis være mindre enn en prosent av fiskens behov.

Den siste av de oksygentilførende faktorer er middlere strøm. For å belyse nærmere betydningen av denne, tenker vi oss et oppdrettsanlegg omtrent som vist på Fig. 3. Dersom vanngjennomstrømningen skal tilføre alt oksygen som fisken forbruker, må følgende balanse gjelde:

$$\frac{v}{100} \cdot \frac{V}{b} \cdot O_i \cdot k \cdot 1000 = A \cdot P \quad (1)$$

v = strømhastighet i cm/s

V = anleggets totale volum i m<sup>3</sup>

b = anleggets lengde i m målt i strømretningen

O<sub>i</sub> = oksygeninnholdet i det innkomne vann i mg/l

k = andel av inngående oksygen som fisken kan nyttiggjøre seg

A = fiskens oksygenforbruk i mg O<sub>2</sub>/kg fisk/time

P = total vekt av fisken i anlegget i kg

Løser en ligning (1) med hensyn på v får en

$$v = \frac{1}{36000} \cdot A \cdot P \cdot \frac{b}{V} \cdot \frac{1}{O_i \cdot k} \quad (2)$$

Denne formelen gir oss altså størrelsen av den nødvendige vanngjennomstrømning når de andre faktorene er kjente. Vi ser at den nødvendige vanntilførsel må økes dersom oksygenforbruket eller fiskemengden øker. Dersom vi forutsetter at det innkomne vann er 100 % mettet med oksygen og at vi ikke ønsker lavere enn 80 % metning i vårt anlegg, vil fak-

toren  $k = 0.2$ . Videre ser vi at forholdet  $\frac{b}{V}$  inngår i formelen. Dette vil si at for å få størst mulig vannutskiftning ved en bestemt strømhastighet bør anleggets lengdeakse ligge mest mulig vinkelrett på de dominerende strømretninger. Strømsund som er lange og smale utnytter altså dårlig den naturlige vannutskiftning. Vi ser altså at hva vi kan kalle et anleggs effektive oppdrettsvolum er omvendt proporsjonalt med anleggets lengde målt i strømretningen.

Matematisk kan dette formuleres slik:

$$V_E = V \cdot \frac{1}{b} \sqrt{\frac{V}{D}} \quad (3)$$

hvor

- $V_E$  = effektivt oppdrettsvolum
- $V$  = anleggets virkelige volum
- $b$  = anleggets lengde i strømretningen
- $D$  = anleggets midlere dybde

Dersom anlegget har en kvadratisk overflate, vil  $V_E = V$ .

For å få en ide om hvilke strømhastigheter som kreves, kan vi i ligning (2) sette inn data for et vanlig norsk flytedamanlegg. Med  $k = 0.2$  og  $O_i = 8$  mg/l får en da en nødvendig vanngjennomstrømning på omkring 1-2 cm/s. Gjennom en begrodd not kan godt vanngjennomstrømningen bli redusert med opptil 70 %. En midlere strøm på 5 cm/s bør derfor være et minimumskrav om sommeren. Ved så små strømhastigheter vil dessuten nota kunne modifisere det naturlige sirkulasjonsmønster. Det er dessuten viktig å få fraktet bort avfallstoffer fra anlegget og derfor vil ønskelige midlere strøm være omkring 10 cm/s.

## GLØSTAD

Gløstad ligger i Barmanfjorden på nordøstsiden av Hitra. Barmanfjorden er et stort fjordbasseng med et smalt innløp. Innløpet som er todelt, finner en øverst til venstre på Fig. 4. Det østre løpet er delvis tørrlagt ved fjære. Hovedløpet som er det vestre, er ca. 20 m bredt og omkring 2.5 m dypt. Barmanfjorden er delt i et ytre og et indre basseng adskilt med en terskel på ca. 9 m. I det ytre basseng hvor fiskeoppdrettsanlegget ligger, er største dyp ca. 30 m. Det indre basseng har en største dybde på omkring 90 m. Gjennom innløpet til fjorden går en kraftig tidevannstrøm som gjør at vannmassene i det ytre bassenget blir godt blandet og de vertikale gradienter små.

I sidearmen hvor fiskeoppdrettsanlegget er plassert, (Fig. 5), varierer dypet mellom 10 og 15 m. Anlegget besto sommeren 1974 av 27 flytedammer av Brødr. Grøntvedt's åttekantede type.

### Observasjonene

I tiden 28. - 30. juni 1974 ble det foretatt observasjoner over temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold både i overflate- laget og i de dypere lag. Strømmålingen med selvregistrerende målere ble utført 2 m under overflaten. Posisjonene av de enkelte målinger fremgår av Fig. 4. I tillegg ble det 28. - 29. august 1973 observert temperatur, saltholdighet og oksygen i og omkring flytedammene.

### Resultater

Fig. 6 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold 29. juni 1974 utenfor anlegget. Som en ser er de vertikale forskjeller meget små da den krafte tidevannsstrømmen utenfor effektivt blander vannmassene. Oksygenmetningen i vannsøylen ligger mellom 113 % og 115 %

Overflateprøvene viste saltholdighet på omkring 33.2 ‰ over hele vågen. Temperaturen varierte mellom 13.7°C og 14.7°C med

de høyeste temperaturer like øst for kaien på Fig. 5. Dette tyder på at her er en mere eller mindre stasjonær hvirvel. Oksygenmetningen i overflaten lå mellom 115 % og 130 %. Den høyeste oksygenmetning fant en der hvor overflatetemperaturen var høyest.

Prøver tatt ca. 1 m under overflaten inne i flytedammene viste oksygenmetninger på mellom 110 % og 121 %.

Prøvene som ble tatt 28. august 1973 inne i og utenfor flytedammene viste temperaturer på ca.  $11.5^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheter på  $32.9^{\circ}/\text{oo}$ . Oksygenmetningen lå på ca. 100 %.

I begge de to tilfeller hvor man har målt, har oksygenmetningen ligget over 100 % i overflatelaget. Det har ikke vært mulig å påvise noen signifikant forskjell i verdiene i og utenfor flytedammene.

Strømmen i anlegget er en tidevannsstrøm og retningene er antydnet på Fig. 5. De dominerende retninger er vist med fylte piler. Det ser ut for at innstrømningen skjer hovedsaklig langs midten av vågen og at utstrømningen hovedsakelig skjer langs nord- og sørsiden. De fleste hastighetsmålingene ligger under 5 cm/s. De høyeste strømhastighetene i måleperioden lå på ca. 20 cm/s.

Også temperaturgangen viser en klar tidevannsvariasjon med de høyeste temperaturer når vannet er på vei inn. Amplityden i denne tidevannsvariasjonen er ca.  $1^{\circ}\text{C}$ .

#### LAKSÅVIK

Laksåvik ligger i Trondheimsleia på sørsiden av Hitra. Lokaltiteten ligger åpent til og har god utveksling med vannmassene utenfor. Anlegget besto sommeren 1974 av 25 Brødr. Grøntvedt's åttekantede flytedammer. Anlegget ligger innenfor en rekke mindre holmer. (Fig. 7). I Fig. 8 er det stiplede rektangel på Fig. 7 forstørret opp. Dypet i området hvor flytedammene ligger, varierer mellom 10 og 15 m. Det skråner jevnt utover

mot de større dyp i Trondheimsleia. En bekk fører ned til vågen fra et overforliggende vann. Kun i flomperioder om høsten vil ferskvannsmengdene herfra bety noe.

### Observasjonene

I tiden 26. - 28. juni 1974 ble det foretatt en undersøkelse i Laksåvik. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble observert både i overflatelaget og i de dypere lag. Strømmålinger med selvregistrerende målere ble foretatt 2 m under overflaten. Posisjonene for de enkelte målinger er vist på Fig. 7.

28. - 29. august 1973 ble det også foretatt målinger av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i overflatelaget innenfor og utenfor flytedammene.

Like sør for Laksåvik har Havforskningsinstituttet en fast stasjon, SMØLA, hvor temperatur og saltholdighet i overflatelaget er observert regelmessig siden 1936. Da avstanden fra denne stasjonene til Laksåvik er kort og vannutvekslingen god antar en at dataene herfra også er representative for Laksåvik.

### Resultater

Fig. 9 viser den middlere årlige variasjon for middelåret 1936-1970 i temperatur og saltholdighet for overflatelaget ved stasjonen SMØLA. Minimumstemperaturen opptrer i slutten av mars med  $4.8^{\circ}\text{C}$  og maksimumstemperaturen i midten av august med  $13.8^{\circ}\text{C}$ . Høyeste saltholdighet finner en i mars med  $33.6^{\circ}/\text{oo}$  og laveste i oktober med  $31.5^{\circ}/\text{oo}$ . Laveste 10 dagers middel for hele observasjonsperioden 1936-1970 er  $3.4^{\circ}\text{C}$  i temperatur og  $28.4^{\circ}/\text{oo}$  i saltholdighet. Høyeste 10 dagers middel er henholdsvis  $17.1^{\circ}\text{C}$  og  $34.2^{\circ}/\text{oo}$ .

Fig. 10 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold 28. juni 1974. De vertikale forskjeller er små. Dette skyldes først og fremst liten ferskvannstiltførsel og kraftig strøm som skaper god vertikal blanding.

Metningsgraden for oksygen varierte mellom 100 % og 110 % i vannsøylen.

Overflateprøvene viste temperaturer mellom  $10.5^{\circ}\text{C}$  og  $12.0^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheter mellom  $30.6 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$  og  $32.4 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ . Oksygenmetningen lå mellom 117 % og 132 %. Prøver inne i flytedammene i ca. 1 m dyp viste oksygenmetninger mellom 105 % og 117 %.

Strømmen i området er først og fremst en halvdaglig tidevannsstrøm med to dominerende retninger. På Fig. 8 er vist disse. Den retning som frakter mest vann er vist med fylte piler. De største strømhastighetene finner en i sundet lengst mot øst. Her kunne strømmen overstige 25 cm/s. Ellers i vågen lå de fleste hastigheter under 10 cm/s.

Korttidsvariasjonene i temperatur var små i de tre døgn en observerte. I denne tiden steg temperaturen i 2 m jevnt og pent ca.  $1.5^{\circ}\text{C}$ .

28. - 29. august 1973 ble det observert temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i 2 m dyp innenfor og utenfor flytedammene. Temperaturen lå på omkring  $11.9^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheten på  $32.5 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ . Innenfor flytedammene lå oksygenmetningen mellom 81 % og 96 %. Den laveste verdien ble funnet i en dam med småmasket og sterkt begrodd not. Like utenfor flytedammene lå verdiene mellom 95 % og 100 %.

#### SVANØY

Svanøy ligger ytterst i Førdefjorden i Sunnfjord. Vannet omkring har god kontakt med kystvannmassene via Stavfjorden og Brufjorden. Fig. 11 viser et kart over øya. I november 1972 ble det foretatt en foreløpig undersøkelse i området med sikte på å komme fram til en god oppdrettslokalitet (SÆTRE 1972). Konklusjonen ble at Austnesvågen, som finnes innenfor det stiplede rektangel på Fig. 11, synes å være det beste. I Fig. 12 er det kartutsnittet forstørret opp. På denne figuren er også tegnet inn dybdekoter.

Sommeren 1973 begynte så oppbyggingen av oppdrettsanlegget på

Svanøy. Fig. 13 viser hvorledes anlegget ble lagt i Austnesvågen. Det består av en ca. 70 m flytebrygge, med flytedammer på hver side. Sommeren 1974 besto anlegget av 7 åttekantede Grøntvedt dammer, 1 Skretting dam og to mindre rektangulære dammer. Vinkelrett ut fra hovedbryggen går en sidebrygge hvor det finnes 10 mindre rektangulære oppdrettsenheter beregnet på forsøk. Dypet under anlegget varierer mellom 15 og 20 m.

Austnesvågen ligger skjernet til for de fleste vindretninger. Den dypeste forbindelse mellom vågen og sjøen utenfor finnes i sundet mellom Langøy og Skogøy (Fig. 12). Her er det omkring 17 m dypt. Dypene i de andre åpningene ut fra vågen varierer mellom 1 og 6 m.

### Observasjonene

Fra desember 1972 til juni 1973 ble det hver uke foretatt temperaturmålinger i overflaten i Austnesvågen. I juli - august 1973 ble det satt ut strømmålere i de posisjoner som er merket med A, B og C på Fig. 12. I hver av disse posisjonene ble strømmen observert 2 m under overflaten og 2 m over bunn i perioden 24. juli til 9. august 1973. I de samme posisjoner ble også den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold observert 25. juli.

I tiden 5. - 9. juli 1974 ble det igjen foretatt en undersøkelse i Austnesvågen. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble observert både i overflatelaget og i de dypere lag. Strømmålinger med selvregistrerende strømmålere ble foretatt 2 m under overflaten. Posisjonen for de enkelte målinger fremgår av Fig. 13.

### Resultater

La oss først se på temperatur-registreringene i overflaten fra desember 1972 til mai 1973. Disse er tegnet inn på Fig. 14. For sammenligningens skyld er også temperaturen i overflatelaget på Sognesjøen og Stad tegnet inn. Den nedre del av figuren viser avviket fra temperaturnormalen 1936 - 1970 for Sognesjøen og Stad (SÆTRE 1973).

Den laveste temperatur i Austnesvågen er registrert i slutten av februar med  $4.2^{\circ}\text{C}$ . Sognesjøen har samme minimumstemperatur mens Stad ligger noe over. Stigningen i temperaturen utover våren er raskere i Austnesvågen enn på de to øvrige lokaliteter. Dette er vanlig i mere skjernet farvann. Av den nedre del av Fig. 14 ser vi at desember 1972 var karakterisert ved lavere temperaturer enn normalt på kyststrekningen Sognesjøen - Stad. Resten av vinteren og våren var temperaturen i overflatelaget langs denne del av kysten vesentlig høyere enn normalt. Av sammenligningen mellom Austnesvågen og Stad - Sognesjøen kan vi trekke følgende konklusjon: Minimum overflate-temperatur i Austnesvågen vil i et normalår ligge på ca.  $3^{\circ}\text{C}$ . Sannsynligheten for temperaturer lavere enn  $1^{\circ}\text{C}$  må ansees som svært liten.

Fig. 15 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i Austnesvågen sommeren 1973 og 1974. Begge årene ser vi at temperaturen avtar kraftig i de øvre 10 meterne mens saltholdigheten øker. I 1974 var bunnvannet i vågen ca.  $1^{\circ}\text{C}$  kaldere enn i 1973 og saltholdigheten ca.  $1\text{ ‰}$  høyere. Den relativt lave saltholdighet i overflaten skyldes sannsynligvis vann som kommer ut fra Førdefjorden. Fordelingen av oksygen viser et maksimum i ca. 5 m. I begge tilfeller ligger metningsgraden i hele vannsøylen mellom 100 % og 110 %. Den høyere absolutte oksygenmengde i 1974 skyldes først og fremst at man da har lavere temperatur og at vannet derfor kan inneholde mere oksygen.

Overflateprøvene som er avmerket på Fig. 13 viste alle en metningsgrad på mellom 106 % og 110 %. Prøver for oksygenbestemmelse ble også tatt inne i alle merene ca. 1 m under overflaten. Disse viste en metningsgrad på mellom 100 % og 112 %.

Strømmålingen som er blitt foretatt, viser meget gode utskiftningsforhold i Austnesvågen. Strømmen er hovedsaklig en tidevannsstrøm som veksler mellom to hovedretninger. Vanntransporten på slike lokaliteter har gjerne en tendens til å være større den ene veien enn den andre. På Fig. 13 er tegnet inn noen strømpiler. Der hvor strømmen skifter retning i løpet av tidevannsperioden er det tegnet to motsatt rettede piler.



De heltrukne pilene viser retningen av den dominerende strømmen. De maksimale strømhastigheter i det øvre vannlag i vågen ligger på ca. 30 cm/s. De aller fleste observasjonene, ca. 70 %, ligger mellom 5 cm/s og 15 cm/s.

Strømmålerne registrerer også temperatur hvert 10. minutt. De kortperiodiske variasjoner i temperaturen i 2 m kan være nokså store. I juli 1973 falt således temperaturen fra 15.7°C til 10.8°C i løpet av 2.5 døgn. Plutselige endringer med sprang opptil 2°C i løpet av noen timer var enkelte perioder ganske hyppig.

For å undersøke hvordan bunnen så ut under anlegget ble froskemann sendt ned sommeren 1974. Bunnen besto av et 0.3 - 0.5 m tykt lag mudder og var dekket av fiskeekskre-  
menter. Prøver av mudderet luktet sterkt av hydrogensulfid. Det var lite eller intet liv på bunn. Lengre ute fra anlegget var bunnen mere steinet og friskere.

#### BJORDAL

Bjordal ligger innerst i Fuglesetfjorden (Fig. 16) som er en sørgående sidearm til Sognefjorden. Utenfor anlegget på Osland er fjorden 20-40 m på det dypeste. Derfra skrår det jevnt utover mot de store dyp i Sognefjorden. Anlegget består av 8 strandavstengninger ca. 25 x 35 m. Fig. 17 viser beliggenheten av disse. Dypet langs ytterkant av avstengningene ligger på 6-10 m. Like ved anlegget kommer det ned en bekk som iallefall under flomperioder kan føre en god del ferskvann. Elva innerst i fjorden er regulert, men også den vil i flomperioder bidra med ferskvann.

#### Observasjonene

28. mars 1973 ble det satt ut to strømmålere i anlegget. En ble plassert inne i avstengning 2 og én like utenfor. Disse målerne registrerte i 50 døgn. Temperatur og saltholdighet ble observert i og utenfor avstengningene.

8. august 1973 ble det igjen observert temperatur og salt-

holdighet samt oksygeninnhold i en rekke målepunkter både i og utenfor avstengningene.

Det mest fullstendige materiale ble innsamlet i tiden 2. - 5. juli 1974. Fig. 16 og 17 viser posisjonene for de enkelte målinger. Strømmålingene ble tatt i 2 m dyp i tillegg til at temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble observert både i overflaten og dypere nede. I avstengning 6 ble de samme størrelsene observert hver time gjennom ett døgn. Froskemann dykket og observerte bunnforholdene både i og utenfor avstengningene.

### Resultater.

Fig. 18 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold på den av de tre stasjoner på Fig. 16 som ligger nærmest anlegget. Der er et kraftig spranglag mellom 1 og 5 m i alle de tre størrelser. Temperaturen avtar fra 15.5°C i overflaten til 9.3°C i 10 m. Saltholdigheten øker med dypet slik at den i omkring 10 m dyp overskrider 33 ‰. Oksygenmetningen i vannsøylen ligger på mellom 104 og 116 %.

På den midterste stasjon på Fig. 16 ble det like over bunn målt lavt oksygeninnhold med en metningsgrad på 73 %. Dette kan tyde på at avfallstoffer fra anlegget føres ut og akkumuleres i de dypeste partiene utenfor anlegget.

Strømbildet utenfor anlegget er vist på Fig. 17. De dominerende retninger fremgår som fylte piler. Bildet er dannet både av strømmålingene og den horisontale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygen. Den dominerende strømretning langs avstengningene 1-5 er ut fjorden. Dette fremgår også av Tabell 1 som viser fordelingen av retning og hastighet på strømmen utenfor avstengning 2 i april 1973. Størstedelen av observasjonene viser strøm mot mellom nord og øst, dvs. ut fjorden. Strømmen i denne retning er dessuten sterkere enn når den går inn fjorden. Størstedelen av observasjonene viser hastigheter under 5 cm/s men verdien opptil 45 cm/s er også blitt observert. Det ser ut for at tre mere eller mindre stasjonære hvirvler kan lokaliseres. De roterer alle mot urviseren. En ligger like nord for avstengning 1, en annen uten-

for avstengning 7 og 8.

Tabell 2 og 3 viser verdier av temperatur, saltholdighet og oksygenmetningsprosent inne i avstengningene fra henholdsvis sommeren 1973 og 1974. Oksygeninnholdet vil variere gjennom døgnet avhengig av på hvilket stadium av tidevannsyklusen vi måler. Av tabellene ser vi at alle observasjonene inne i avstengningene viser verdier for oksygenmetningsprosenten på under 100 %. De laveste verdier finner en vanligvis der hvor belegget er størst. Verdier ned mot 50 % metning ble observert. Den lave verdi i avstengning 7 tiltross for det lille belegget her, skyldes sannsynligvis at vann fra avstengning 6 blir fraktet inn der. I avstengning 2 som var tom, observerte vi en oksygenmetningsprosent på 117 %. Etersom de dominerende strømmer går noenlunde parallelt med stranden skulle en kanskje vente at oksygenfattig vann fra de øvrige avstengninger ble fraktet inn dit. Den høye metningsprosent i avstengning 2 kan derfor tyde på vannutveksling også på tvers av de dominerende strømrørninger, sannsynligvis ved turbulent blanding. Virkningen av oksygentappingen i avstengningene kan også merkes utenfor. Ingen av de overflateprøvene som er avmerket på Fig. 17 viste høyere oksygenmetning enn 90 %.

I avstengning 6 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold observert hver time gjennom ett døgn. Temperaturen varierte mellom  $14.9^{\circ}\text{C}$  til  $15.2^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheten mellom  $21.6 \text{ ‰}$  til  $24.5 \text{ ‰}$ . Oksygenmetningen varierte mellom 60 % og 80 %.

Sommeren 1974 foretok froskemann dykking i og utenfor avstengning 6 og langs utsiden av avstengningene 1 til 4. Avstengning 6 var dekket av et 3-4 cm tykt slamlag som luktet av hydrogensulfid. Der ble observert en god del flyndre og småsei inne i avstengningen. Død fisk, fiskerester og fiskebein var samlet i utbulinger i nedre del av notposen. Sjøstjerner beitet på disse restene. Utenfor avstengningen var det lite avfall å observere, men prøver av bunnen viste også her hydrogensulfid. Der var også mye småflyndre utenfor avstengningen og noen levende og døde oskjell ble også observert. Stolpene i avstengningen var ofte tett besatt med sjøstjerner. Langs av-

stengningene 1-4 ble det observert et ca. 1.5 m bredt belte som besto av fiskebenrester, vesentlig ryggrad. Større avfallspartikler ser ut til å samle seg langs avstengningens ytterkant. Stolpene var tett besatt med blåskjell og småstimer av berggylt, småsei og småflyndre ble observert utenfor avstengningene. En så også en god del stor ål både i og utenfor avstengningene.

#### BOGNØY

Bognøy er en øy i Mangerfjorden i Nordhordland. Fiskeoppdrettsanlegget ligger i en våg, Sundet, på sørsiden av øya (Fig. 19). Dypet inne i Sundet er 8-10 m og bunnen skråner jevnt utover mot åpnere farvann uten noen terskler. Foruten hovedløpet mot sydøst er det fire mindre sund som fører ut fra vågen. Disse er 2-4 m brede og er nesten tørrlagte med fjære sjø.

Beliggenheten av anlegget fremgår av Fig. 20. Anlegget består av to enheter som hver er sammensatt av tre kvadratiske flytedammer, 15 x 15 m. Hver flytedam er todelt og har en gangbro lagt tvers over dammen.

Sommeren 1974 var belegget i anlegget ca. 30 000 1 års fisk i 2 flytedammer og ca. 30 000 2 års fisk fordelt i 4 flytedammer, alt regnbueørret.

#### Observasjonene

I tiden 10. - 12. juli 1974 ble det foretatt observasjoner over temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold både i overflate-laget og i de dypere lag. Strømmålinger med selvregistrerende målere ble utført 2 m under overflaten. Posisjonene av de enkelte målinger fremgår av Fig. 19 og 20.

#### Resultater

Fig. 21 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygen ved Bognøy. Den heltrukne kurve er inne

i Sundet og den stiplede like utenfor. Der er en kraftig vertikal forandring mellom 1 og 5 m i alle de tre målte størrelser. På grunn av bedre blanding vil dypet for den største vertikale forandring ligge noe dypere utenfor Sundet enn innenfor. Oksygenmetningsprosenten i vannsøylen inne i Sundet lå mellom 96 % og 112 % og utenfor mellom 103 % og 121 %. Det høyeste oksygeninnhold finner en inne i Sundet i 5 m og utenfor i 10 m.

Overflateprøvene viste temperaturer mellom  $14.7^{\circ}\text{C}$  og  $15.2^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheter mellom  $18.8 \text{ ‰}$  og  $20.3 \text{ ‰}$ . Temperaturen øket ut Sundet samtidig som saltholdigheten avtok. Metningsprosent av oksygen lå mellom 94 % og 114 % med den laveste verdi like utenfor dam 6. De ytterste stasjonene hadde de høyeste verdier.

Prøver som ble tatt ca. 1 m under overflaten inne i flytedammene viste en metningsprosent i oksygen på 91 % og 92 % i henholdsvis dam 2 og 6.

De dominerende strømrørninger er vist med fyllte piler på Fig. 20. Herav ser det ut som det går mere vann ut av vågen enn det som kommer inn, hvilket naturligvis ikke kan være tilfelle. Forklaringen må da være at strømrørningene i 2 m dyp ikke er representativ for hele vannsøylen. Ved flere anledninger ble det observert at strømmen i overflaten og i 2 m hadde motsatt retning. Ved sydlige og sydøstlige vinder vil en kunne få oppstuing av vann i Sundet og dermed utstrømning i de dypere lag.

De selvregistrerende instrumentene viste en klar tidevannsvariasjon i temperaturen med en amplitude på opptil  $2.5^{\circ}\text{C}$ . De laveste temperaturene fant en når vannet gikk inn i hovedløpet.

VELØYKJØLPO

Anlegget er et avstengt sund på Sotra utenfor Bergen. Fig. 22 og 23 viser beliggenheten. Største dyp er ca. 12 m midt i

bassenget. Ved avsperringene er dypet ca. 2.5 m. Bassenget har et areal på omkring 35 000 m<sup>2</sup> og et volum på 182 000 m<sup>3</sup>. Volumet av det vann hvor fisken befinner seg utgjør omkring 140 000 m<sup>3</sup>. Lysåpning i avsperringen i nord er 70 m<sup>2</sup> og i sør 40 m<sup>2</sup>. Den middlere naturlige vannutskiftning i bassenget vil være omkring 1-2 m<sup>3</sup>/s. Der er installert to pumper som hver har en kapasitet på 2 m<sup>3</sup>/s. Disse pumper ut bunnvann fra bassenget som så føres i rør utenfor avstengningen i sør. Ved hver av de to rørmunninger er det satt opp barrierer med en innsnevring. På denne måte får man en sugevirkning som river med seg ytterligere ca. 2 m<sup>3</sup>/s ut av bassenget. Inne i bassenget har man to strømsettere som har en kapasitet på 1-2 m<sup>3</sup>/s hver. Når alle installasjonene er i virksomhet, vil den totale vannutskiftning derfor være omkring 10 m<sup>3</sup>/s. Man er således istand til å skifte ut hele det vannvolumet hvor fisken oppholder seg i løpet av ca. 4 timer. I bassenget oppdrettes utelukkende laks.

### Observasjonene

I tiden 12. - 15. juli 1974 ble det foretatt målinger av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i og utenfor anlegget både i overflaten og dypere nede. Strømmålinger ble foretatt i 2 m dyp utenfor avsperringen i nord. Posisjonen av de enkelte målinger fremgår av Fig. 22 og 23. I observasjonstiden gikk det i bassenget kun smolt som nettopp var sluppet i sjøen. Belegget var således meget lite og hverken pumper eller strømsettere var i virksomhet.

### Resultater

Fig. 24 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold inne i bassenget og utenfor avsperringene i nord- og sørenden. Inne i bassenget ser vi at den største vertikale forandring i temperatur og saltholdighet finner en mellom 3 og 5 m.

Strømmen i anlegget er vanligvis fra nord mot sør. Sammenligning mellom den vertikale temperatur- og saltholdighetsfordeling inne i og på nordsiden av anlegget viser at det .

hovedsaklig er de øvre 3-4 m som er berørt av vannutskiftningen. Lengre nede er den dårlig, noe som også fremgår av oksygenverdien i 10 m inne i bassenget. I bassenget er det et maksimum i oksygeninnhold i 5 m som også er den nedre grense for spranglaget. Dette skyldes sannsynligvis at en her får en akkumulering av planteplankton. Temperaturen i bassenget avtar fra  $14.6^{\circ}\text{C}$  i overflaten til  $12.0^{\circ}\text{C}$  i 10 m. Saltholdigheten øker fra  $32.4 \text{ ‰}$  i overflaten til  $33.2 \text{ ‰}$  i 10 m. Oksygenmetningsprosenten har sitt maksimum i 5 m med 132 % og minimum i 10 m med 85 %. Dagen etter denne observasjonene ble det observert en oksygenmetningsprosent på 63 % i 10 m.

Der ble tatt tre sett med overflateobservasjoner på forskjellige stadier i tidevannsyklusen i de posisjonene som er vist på Fig. 23. Temperaturforskjeller opptil  $1.3^{\circ}\text{C}$  innen bassenget kunne observeres. Overflatesaltholdigheten lå i hele observasjonsperioden mellom  $32.0 \text{ ‰}$  og  $32.5 \text{ ‰}$ . Av prøvene fremgår at de høyeste oksygenverdiene finnes langs vestsiden av bassenget. I bukten på østsiden tyder målingene på at en her har en mere eller mindre stasjonær hvirvel.

#### FLOGØYKJØLPO

Flogøykjølpo ligger på øya Lokøy ca. 1 km i luftlinje sydvest av Veløykjølpo. Beliggenheten fremgår av Fig. 25 og 26. Den har et areal på  $12\ 000 \text{ m}^2$  og et totalt volum på ca.  $55\ 000 \text{ m}^3$ . Maksimalt dyp midt i bassenget er omkring 8 m og ved avsperringene er det 1-2 m dypt. Fra bassenget og ut til Rottepollen på vestsiden er det skutt ut en ca. 180 m lang kanal omkring 6 m bred og 2 m dyp. Midt i kanalen er plassert en avstengning hvor fire store pumper virker som strømsettere. Disse har en kapasitet på  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  hver og sørger for transport av vannet ut kanalen mot vest. Der er dessuten to pumper som pumper ut bunnvann fra bassenget. Disse har en kapasitet på  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  og  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Strømsettere vil ytterligere kunne øke sirkulasjonen slik at totalt er det muligheter å få en vanngjennomstrømning på opptil  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### Observasjonene

I tiden 12. - 15. juli 1974 ble det foretatt målinger av tem-

peratur, saltholdighet og oksygeninnhold i bassenget både i overflaten og dypere nede. Strømmålinger ble foretatt utenfor kanalmunningen i Rottepollen. Posisjonen av de enkelte målinger fremgår av Fig. 25 og 26. I observasjonstiden gikk det i bassenget laks som hadde gått omkring ett år i sjøen. Belegget var stort og de fire strømsettere i kanaldemningen var i virksomhet.

### Resultater

Fig. 27 viser den vertikale fordeling av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold inne i bassenget 13. og 14. juli. Vannmassene er homogene like til bunn. Noe spranglag som i Veløykjølpø finnes ikke. Tiltross for at gjennomstrømningen i bassenget bare direkte berører de øvre par metrene, vil den kraftige strøm gjøre at en får en turbulent blanding like til bunn. Oksygenmetningsprosenten ligger ned til 5 m på mellom 100 og 105 %. Nederst finner en 14/7 en metningsprosent på 94 % og 13/7 111 %.

Overflateprøver av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble observert to ganger til forskjellige tider 14/7. På Fig. 26 er tegnet inn isolinjer for oksygenmetningsprosenten kl. 16-17. Vi ser at vannet som kommer inn gjennom avsperringen i sør har en metningsprosent på over 120 %. Det vannet som går ut gjennom kanalen inneholder ca. 90 % oksygen. Den laveste verdi som ble observert lå på 85 % metning. Den kraftige gjennomstrømning gjør at hverken temperatur eller saltholdighet viser noen store horisontale forskjeller innen bassenget. Den største observerte horisontale differans innen bassenget i temperatur og saltholdighet var henholdsvis  $0.4^{\circ}\text{C}$  og  $0.1 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ .

Strømmåleren i utløpet av kanalen registrerte også temperatur. I måleperioden 12/7 til 15/7 varierte denne mellom  $13.5^{\circ}\text{C}$  og  $15.0^{\circ}\text{C}$ .



OPPSUMMERING

Navn	Type	Max. t <sup>o</sup> C	Min. t <sup>o</sup> C	Max S ‰	Min. S ‰
GLØSTAD	Flytedam	14 <sup>o</sup> C	4 <sup>o</sup> C	34 ‰	30 ‰
LAKSÅVIK	"	14 <sup>o</sup> C	4 <sup>o</sup> C	34 ‰	30 ‰
SVANØY	"	18 <sup>o</sup> C	3 <sup>o</sup> C	33 ‰	15 ‰
BJORDAL	Strandavstengn.	15 <sup>o</sup> C	3 <sup>o</sup> C	25 ‰	10 ‰
BOGNØY	Flytedam	18 <sup>o</sup> C	2 <sup>o</sup> C	30 ‰	15 ‰
VELØY	Strømsund	15 <sup>o</sup> C	3 <sup>o</sup> C	33 ‰	28 ‰
FLOGØY	"	15 <sup>o</sup> C	3 <sup>o</sup> C	33 ‰	28 ‰

Tabellen over viser de antatte maksimums- og minimumsverdiene for temperatur og saltholdighet i overflaten for de enkelte anlegg. Tallene gjelder for et normalår og vil kunne overskrides i ekstreme situasjoner. Materialet tallene bygger på er tynt og tallene må derfor taes med en stor klype salt. Den største årlige variasjon på omkring 15<sup>o</sup>C finner en sannsynligvis på Svanøy og den minste på Hitra. Både Svanøy, Bjordal og Bognøy er karakterisert ved store årlige variasjoner i saltholdighet hvor amplityden kan komme opp i 15-20 ‰. Anleggene på Hitra og på Sotra vil ha vesentlig mindre årlig saltholdighetsamplityde. Den vil neppe overskride 5 ‰.

Store variasjoner i temperatur og saltholdighet over kort tid er mest sannsynlig på Svanøy og i noe mindre grad på Bognøy og i Bjordal.

På Gløstad og i Laksåvik er der svært små forskjeller i den vertikale fordeling av temperatur og saltholdighet. Den lille ferskvannstilførselen og den kraftige tidevannstrømmen gjør at det ikke dannes noe spranglag. Også i Flogøykjølpo er vannmassene homogene fra overflaten til bunn. Veløykjølpo viser et spranglag mellom 3 og 5 m, men dette vil sannsynligvis brytes ned når pumpene kjøres for fullt. Svanøy, Bjordal og

Bognøy viser en klar lagdeling av vannmassene med et spranglag mellom 3 og 5 m. Et karakteristisk trekk på disse lokaliteter er at den vertikale fordeling av oksygen viser et maksimum i 5 m, dvs. i den nedre del av spranglaget. Dette henger sannsynligvis sammen med at vi her får en akkumulering av planteplankton og derved oksygenproduksjon.

Vannutskiftningen lot til å være tilstrekkelig i alle anlegg bortsett fra i Bjordal hvor oksygenverdiene tyder på at den er i minste laget.

#### LITTERATUR

BRAATEN, B.R. og SÆTRE, R. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Miljø og anleggstyper. Fisken og Havet, Ser. B 1973 (9): 1-95.

BRETT, J.R. and GLASS, N.R. 1973. Metabolic rates and critical swimming speeds of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to size and temperature. J.Fish.Res.Board.Can. 30: 379-387.

SÆTRE, R. 1972. Hydrografiske undersøkelser ved Svanøy 28. november 1972. Intern rapport.

SÆTRE, R. 1973. Temperatur- og saltholdighetsnormaler for overflatelaget i norske kystfarvann. Fiskets Gang, 59: 166-172.

TABELL 1. Fordeling av strømhastighet og - retning utenfor avstengning 2 i april 1973.

		Hastighet i cm/s										
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	SUM	%
Strømretning mot i grader	0	365	164	126	64	21	10	2	1		744	17
	30	800	344	174	107	47	6	8	4	5	1495	34
	60	188	52	40	18	8	4	7	3	1	321	7
	90	69	19	19	10	5	4	3	4		133	3
	120	76	13	6	6	1	3	1			107	2
	150	69	14	11	5	1	3				103	2
	180	94	30	11	4	1	2				142	4
	210	308	166	61	15	4	2				556	14
	240	179	60	33	21	4	1				298	7
	270	89	30	17	5	6	1	1			149	3
	300	56	19	12	8	6	4				105	2
	330	138	29	19	17	7	5	1			216	5
	360											
SUM		2431	940	529	271	111	45	25	12	6	4370	100 %

TABELL 2. Observasjoner i avstengningene 8/8-73.

Avstengning	Belegg	Kl.1215 - 1330			Kl.1540 - 1645		
		t°C	S°/oo	O <sub>2</sub> %	t°C	S°/oo	O <sub>2</sub> %
1	5 tonn	12.9	17.59	83	13.1	21.33	92
2	50 tonn	12.5	13.55	73	12.9	19.89	82
3	Tom						
4	25 tonn	12.9	20.55	89	13.0	22.21	91
5	30 tonn	12.9	22.43	92	12.9	23.26	95
6	50 tonn	12.9	22.17	91	12.8	23.33	92
7	5 tonn	13.2	20.97	89	13.1	22.19	94

TABELL 3. Observasjoner i avstengningene 3/7 og 5/7 - 1974.

Avstengning	Belegg	3/7 Kl.1430-1530			5/7 Kl.1400-1600		
		t°C	S°/oo	O <sub>2</sub> %	t°C	S°/oo	O <sub>2</sub> %
1	5 t.smolt	15.4	23.85	89	14.0	18.16	97
2	Tom	16.2	23.30	117			
3	25-30 t. ørret	15.2	24.17	61	14.7	23.21	66
4	15 t. ørret	15.3	24.08	75	14.9	23.33	86
5	40-45 t. ørret	15.2	24.02	55	14.8	23.17	67
6	50-60 t. ørret	15.4	23.98	Meget lav	14.9	23.38	71
7	4 t. ørret	15.7	23.46	52	14.9	22.67	68
8	10 t. laks- ørret	15.5	23.69	83	14.6	21.62	93

FIGURLISTE

- Fig. 1. Beliggenhet av oppdrettsanleggene.
- Fig. 2. Oksygenbehovet hos "sockeye salmon" som funksjon av temperatur og vekt.
- Fig. 3. Skjematisk figur av et oppdrettsanlegg.
- Fig. 4. Kartskisse over GLØSTAD.
- Fig. 5. Detaljskisse over anlegget på GLØSTAD.
- Fig. 6. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l på Gløstad.
- Fig. 7. Kartskisse over LAKSÅVIK.
- Fig. 8. Detaljskisse over anlegget på LAKSÅVIK.
- Fig. 9. Middlere årlige variasjon i  $t^{\circ}\text{C}$  og  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  for den faste stasjon SMØLA.
- Fig.10. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i LAKSÅVIK.
- Fig.11. Kart over SVANØY.
- Fig.12. Kartskisse over Austnesvågen med dybdekoter.
- Fig.13. Anleggets plassering i Austnesvågen.
- Fig.14. Temperaturvariasjoner i Austnesvågen, Sognesjøen og Stad.
- Fig.15. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l på SVANØY.
- Fig.16. Kart over Fuglesetfjorden.
- Fig.17. Kart over anlegget i BJORDAL.
- Fig.18. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i BJORDAL.
- Fig.19. Kart over BOGNØY.
- Fig.20. Anleggets plassering i Sundet.
- Fig.21. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l på BOGNØY.
- Fig.22. Kartskisse over Veløy.
- Fig.23. Detaljskisse over anlegget i VELØYKJØLPO.
- Fig.24. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i VELØYKJØLPO.
- Fig.25. Kartskisse over Flogøy.
- Fig.26. Detaljskisse over anlegget i FLOGØYKJØLPO.
- Fig.27. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i FLOGØYKJØLPO.

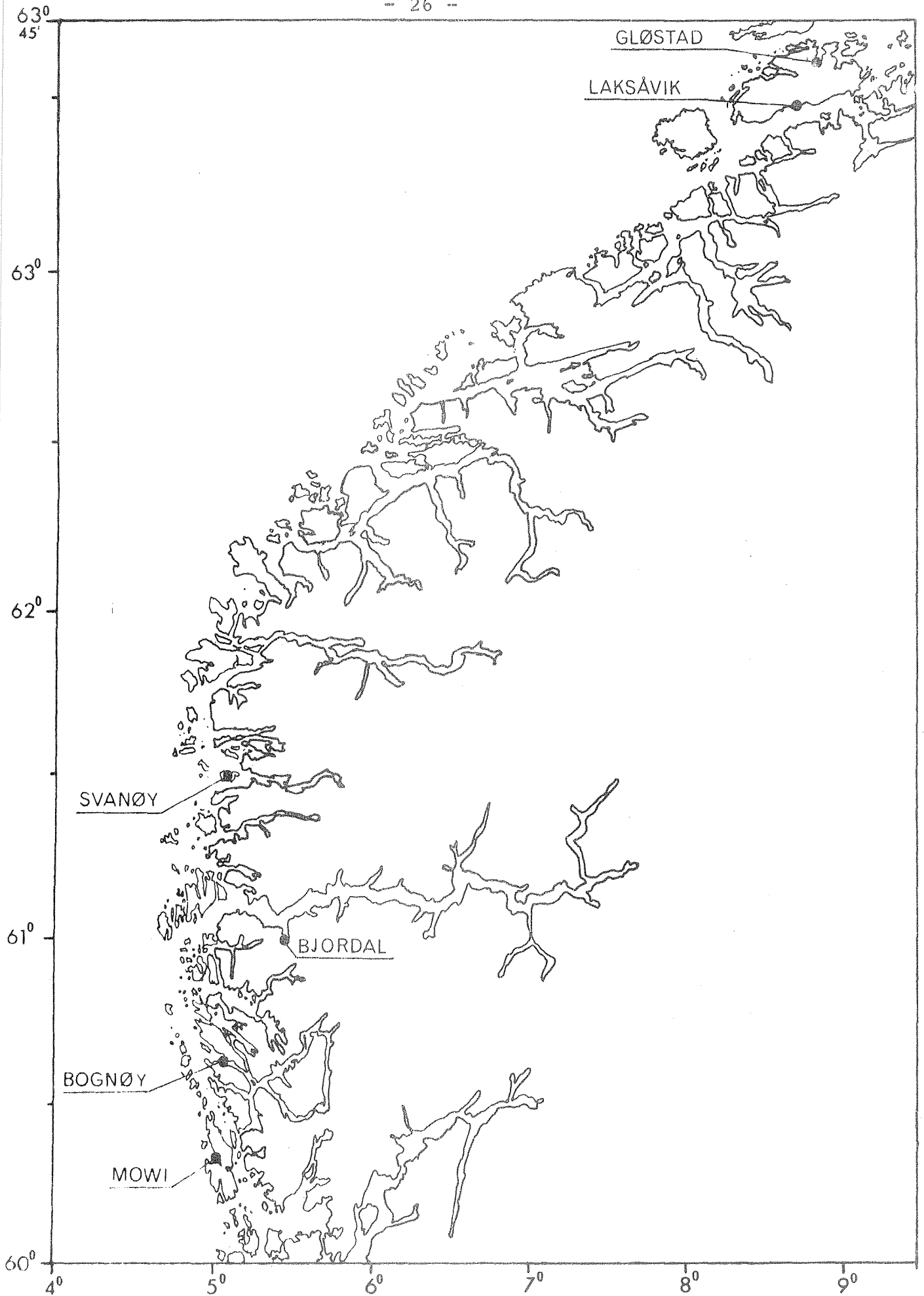


Fig. 1. Beliggenheten av oppdrettsanleggene.

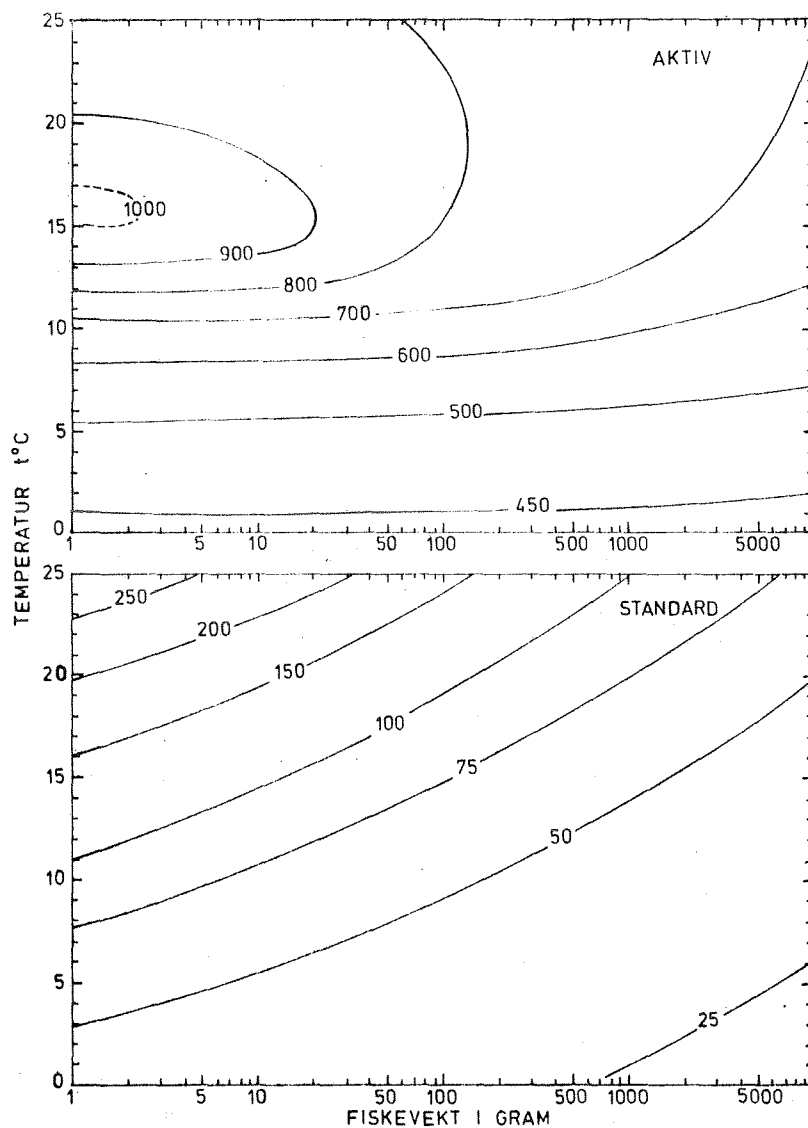


Fig. 2. Oksygenbehovet hos "sockeye salmon" som funksjon av temperatur og vekt (BRETT and GLASS 1973).

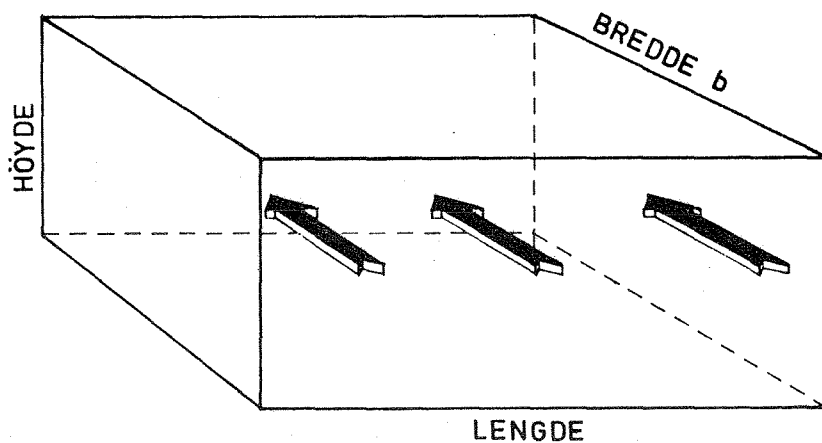
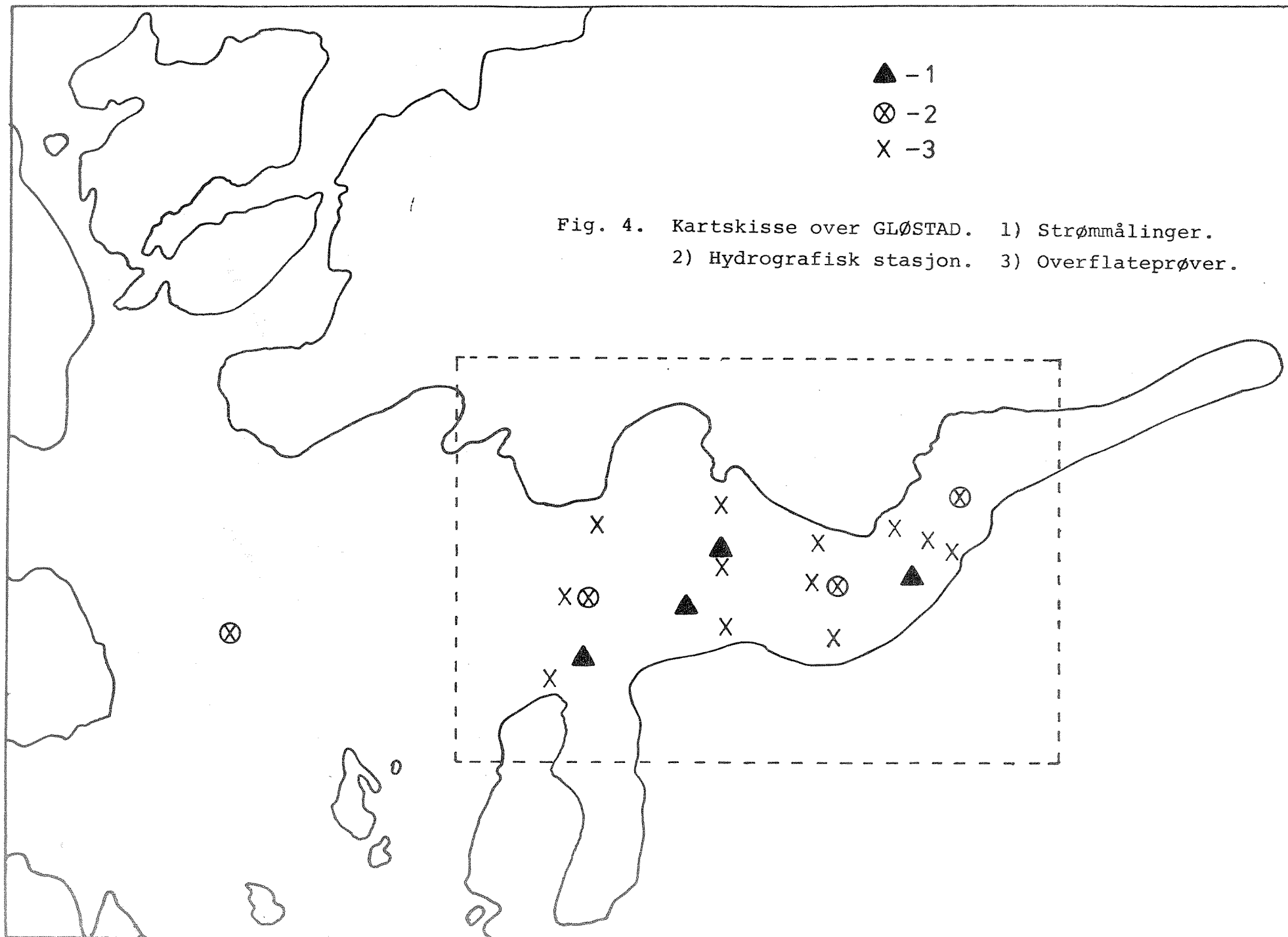


Fig. 3. Skjematisk figur av et oppdrettsanlegg.





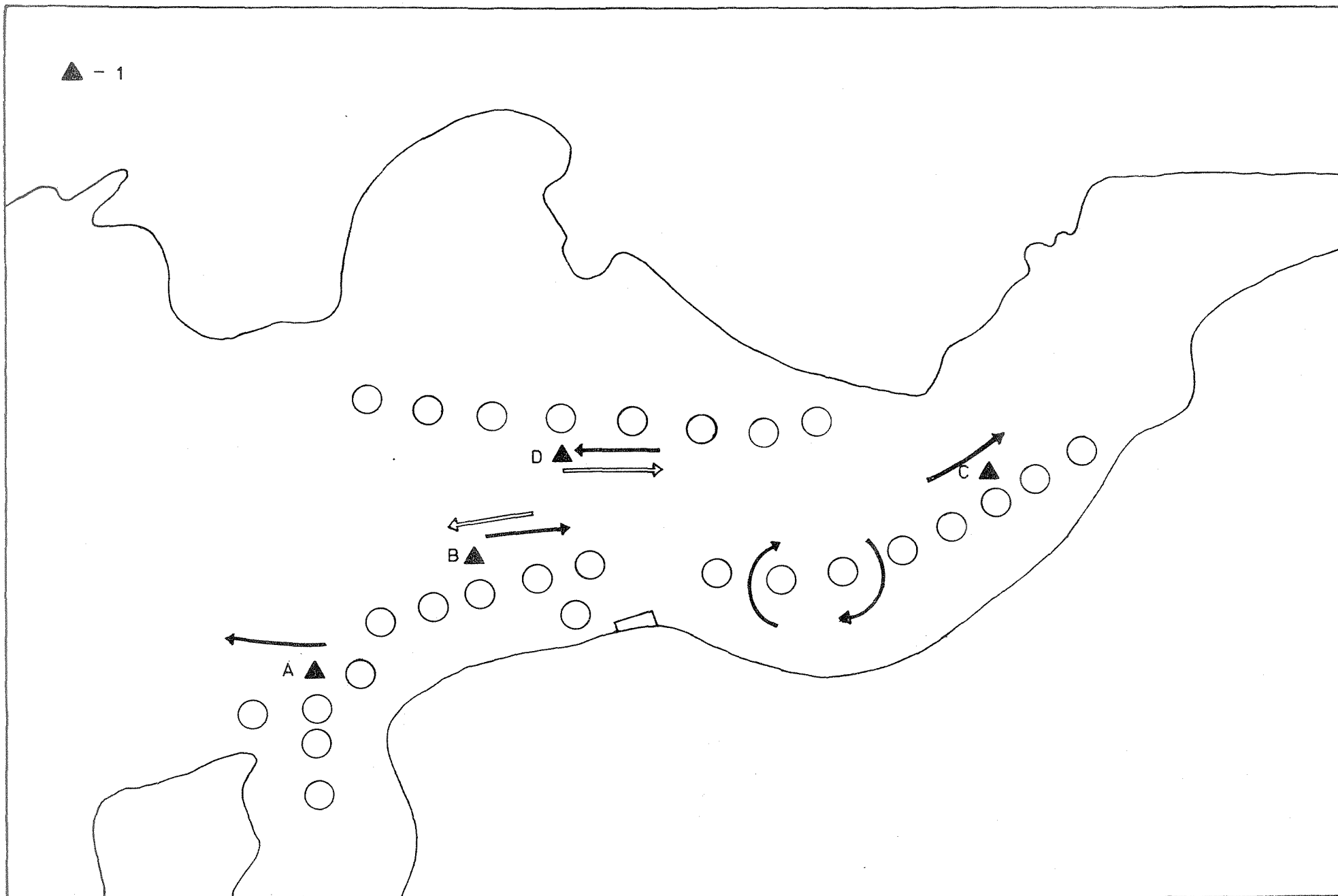


Fig. 5. Detaljskisse over anlegget på GLØSTAD.

1) Strømmålinger.

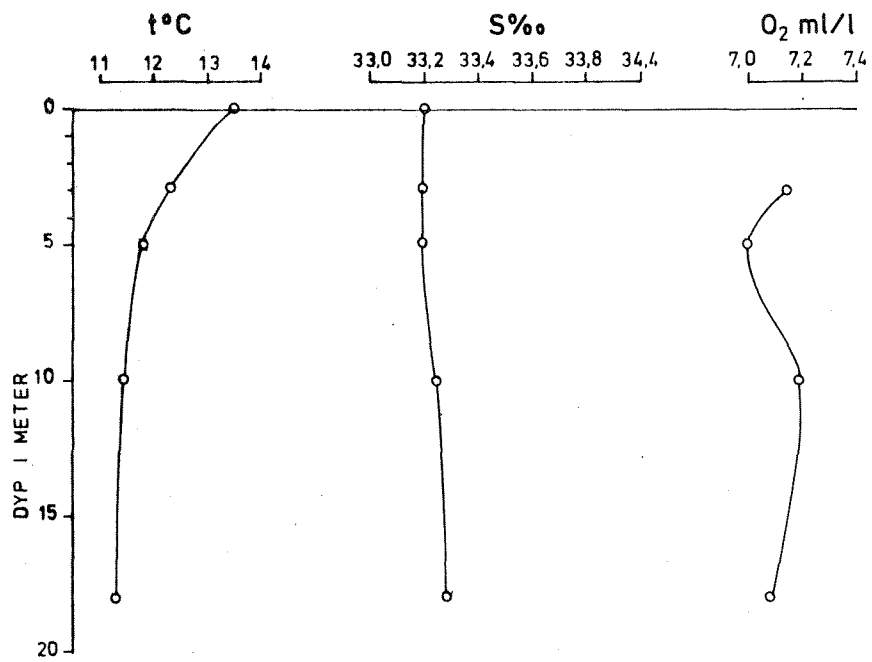


Fig. 6. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l på GLØSTAD.

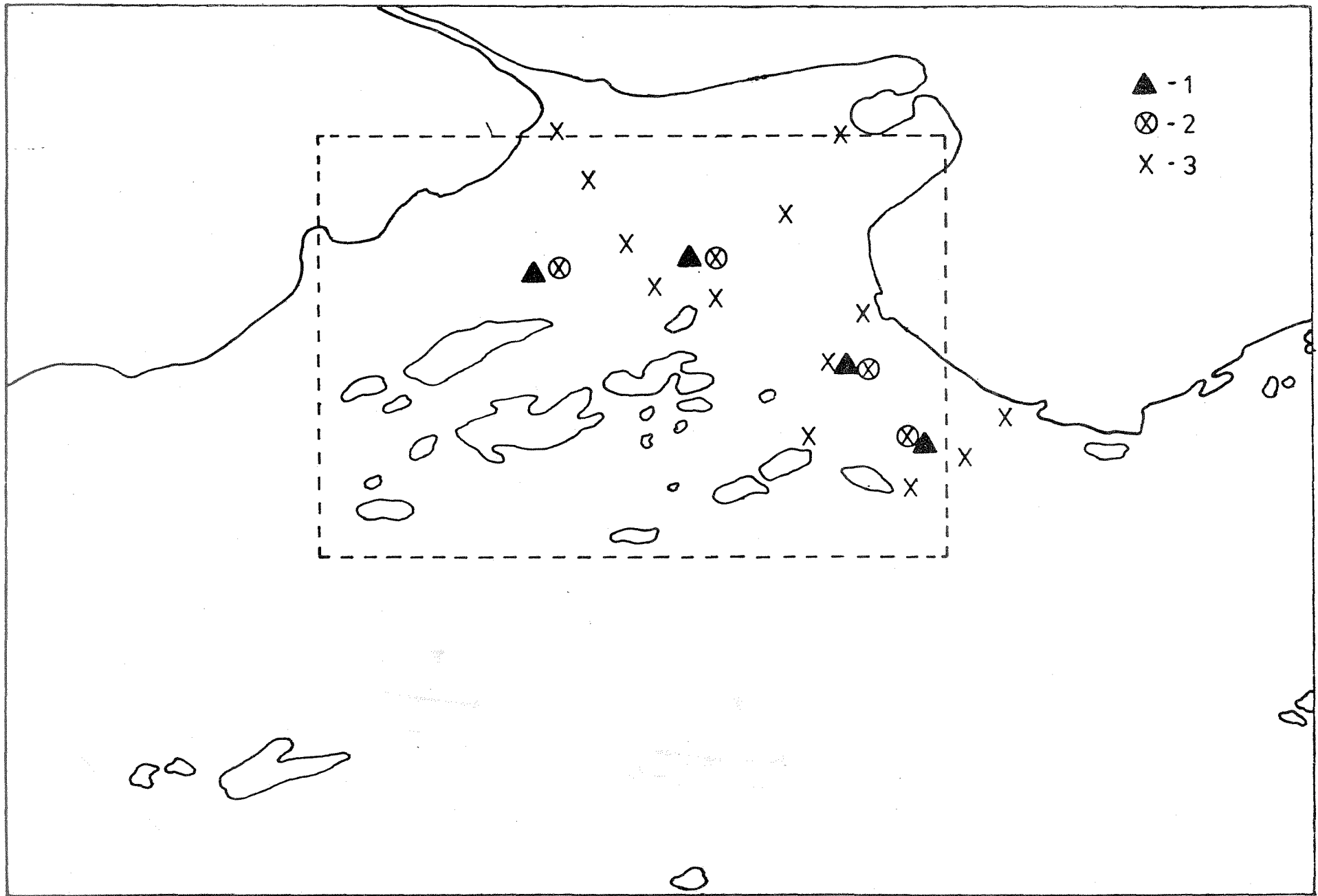


Fig. 7. Kartskisse over LAKSÅVIK. 1) Strømmålinger.  
 2) Hydrografisk stasjon. 3) Overflateprøver.

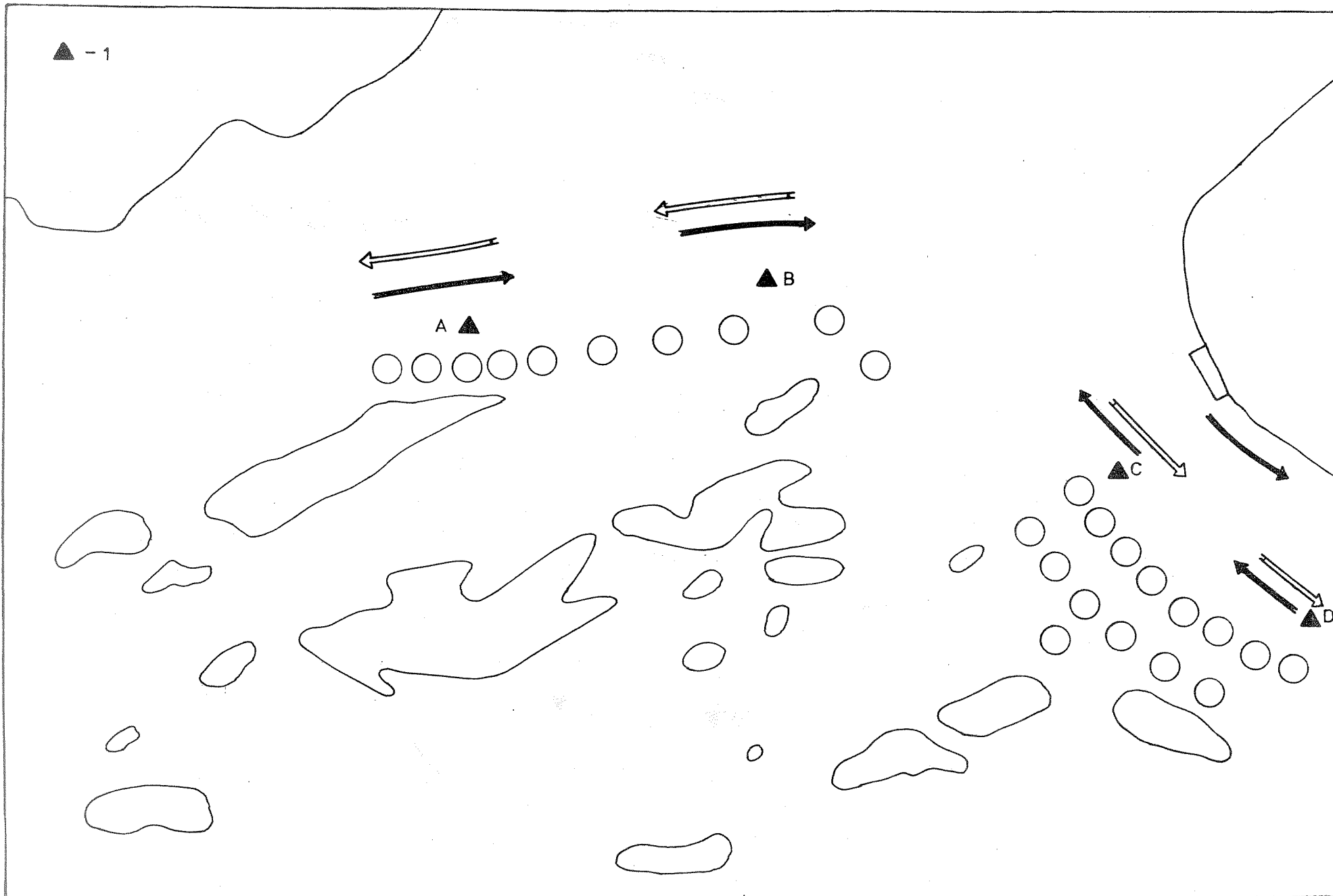


Fig. 8. Detaljsskisse over anlegget på LAKSÅVIK.  
 1) Strømmålinger.

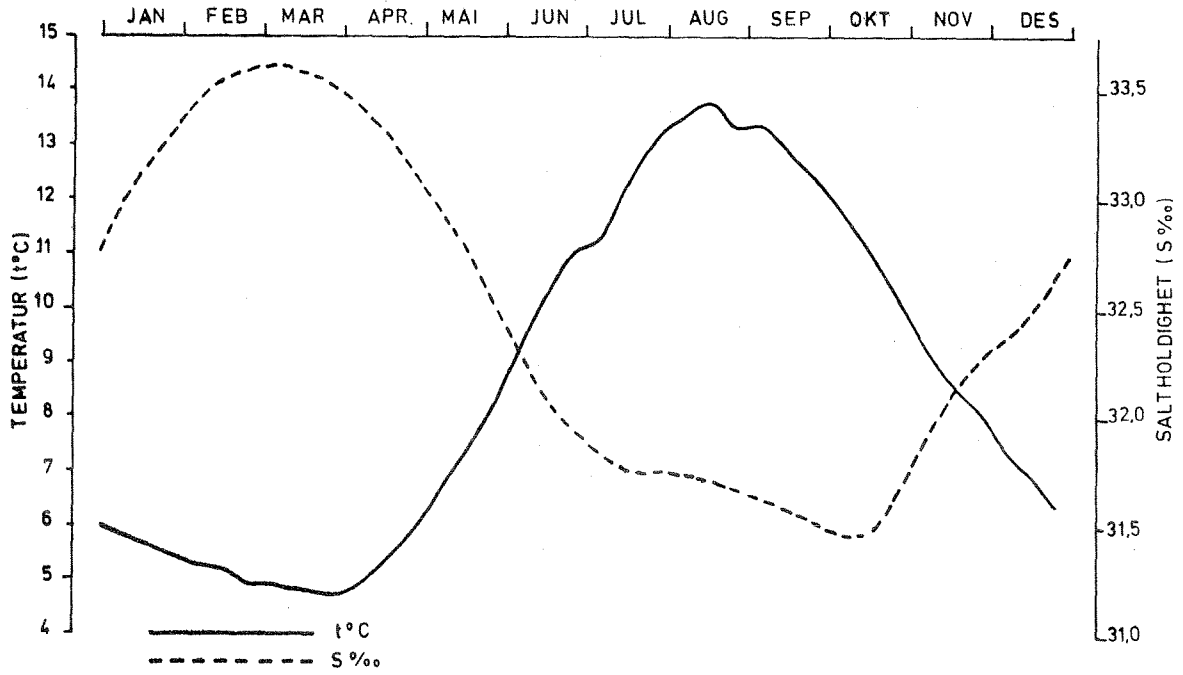


Fig. 9. Middlere årlige variasjon i  $t^{\circ}\text{C}$  og  $S^{\circ}/\text{oo}$  for den faste stasjon SMØLA.

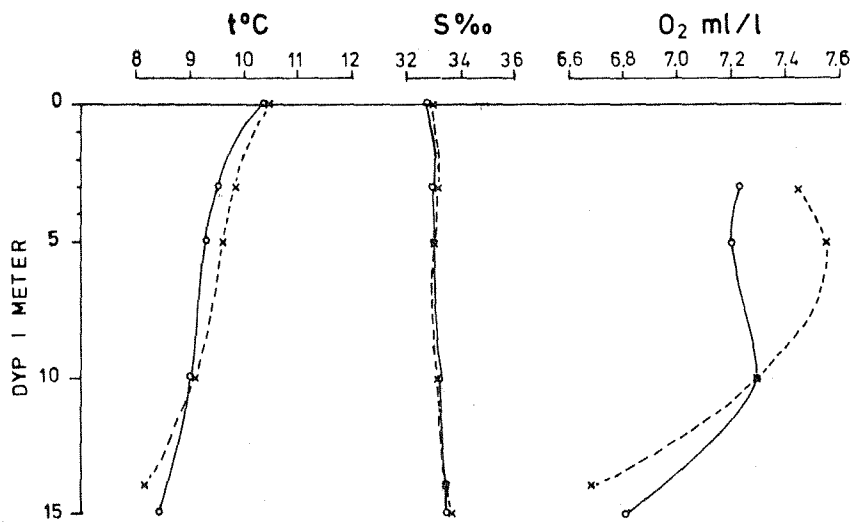


Fig.10. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i LAKSÅVIK.

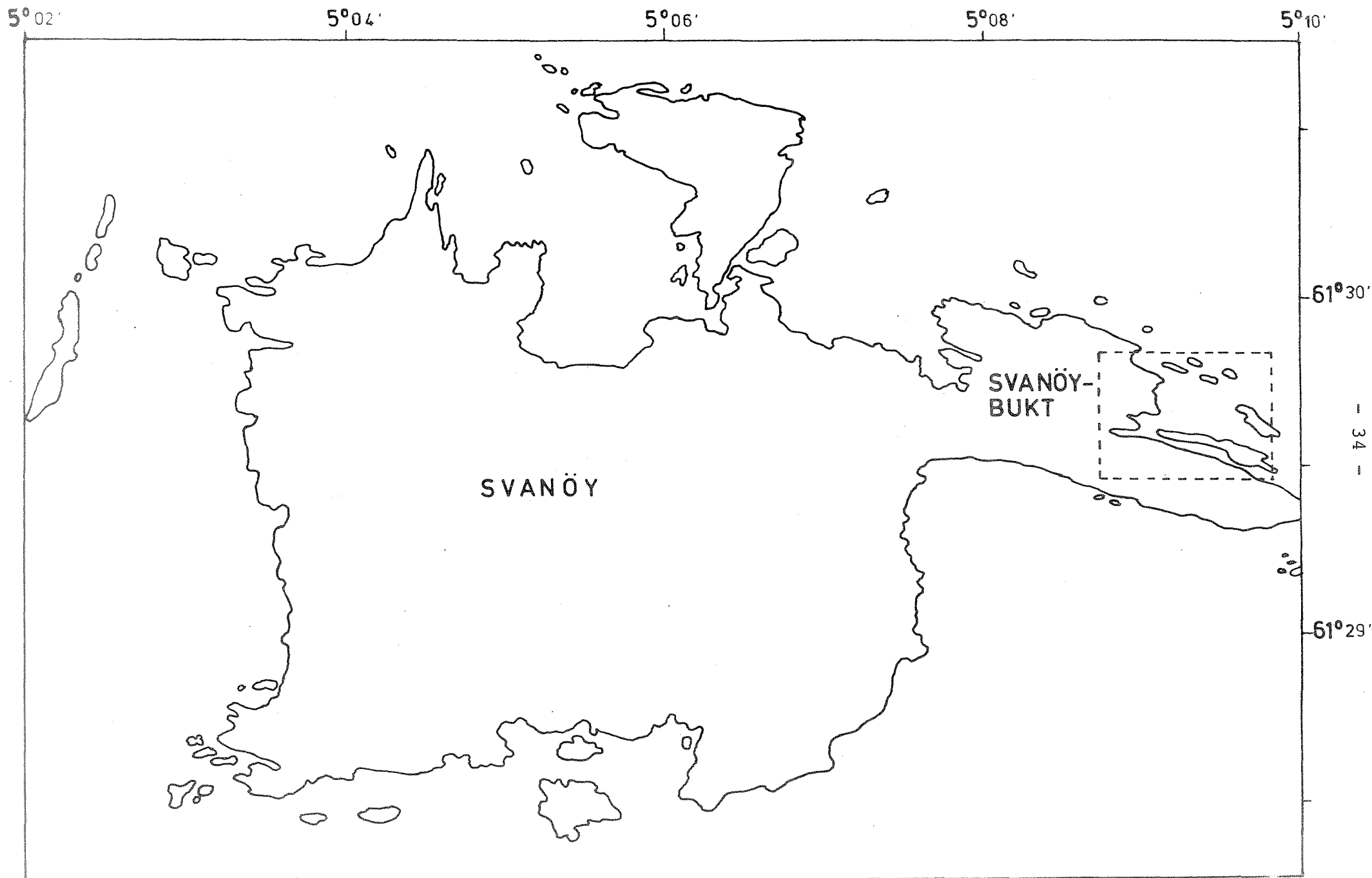


Fig.11. Kart over SVANØY.

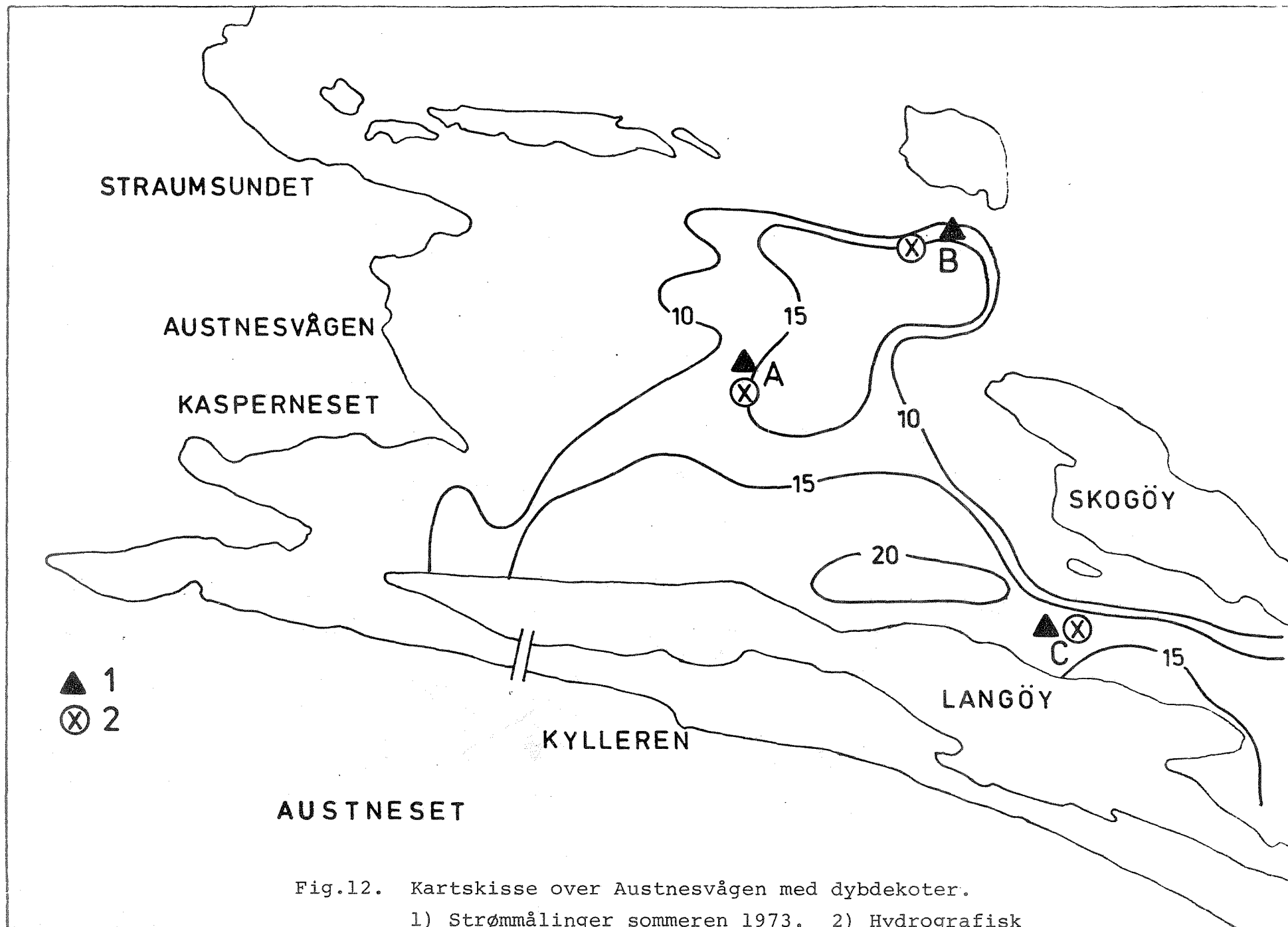


Fig.12. Kartskisse over Austnesvågen med dybdekoter.

1) Strømmålinger sommeren 1973. 2) Hydrografisk stasjon sommeren 1973.

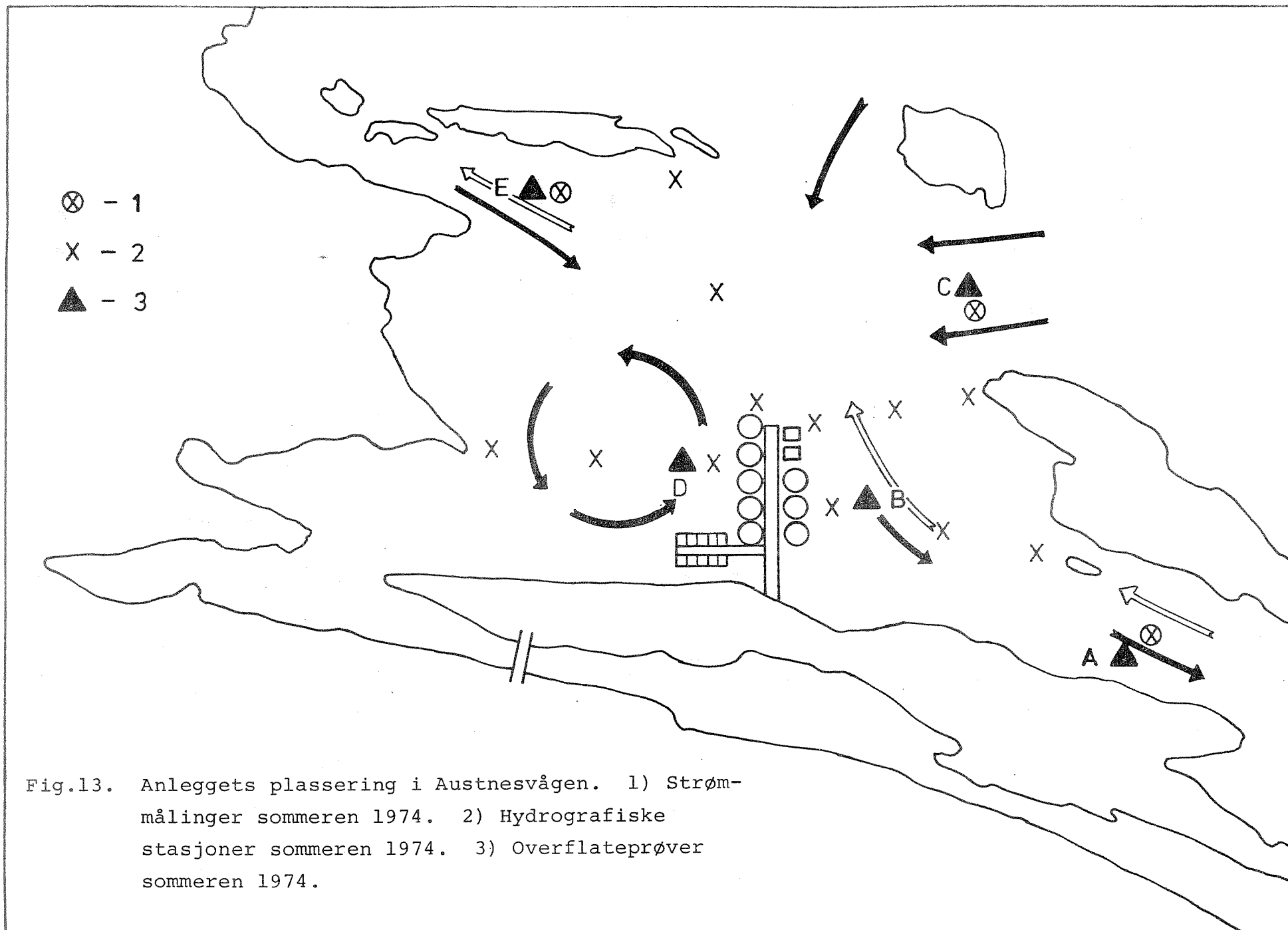


Fig.13. Anleggets plassering i Austnesvågen. 1) Strøm-  
 målinger sommeren 1974. 2) Hydrografiske  
 stasjoner sommeren 1974. 3) Overflateprøver  
 sommeren 1974.



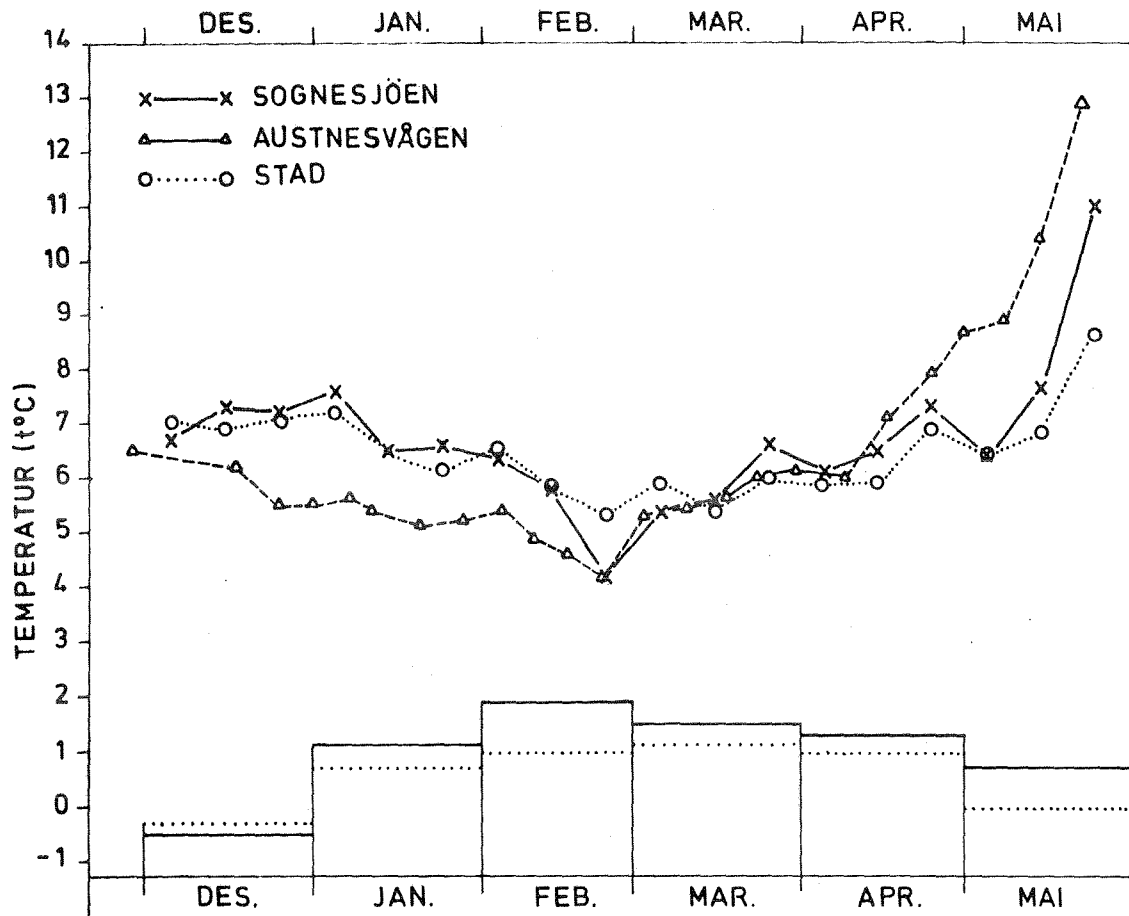


Fig.14. Temperaturvariasjoner i Austnesvågen, Sognesjøen og Stad.

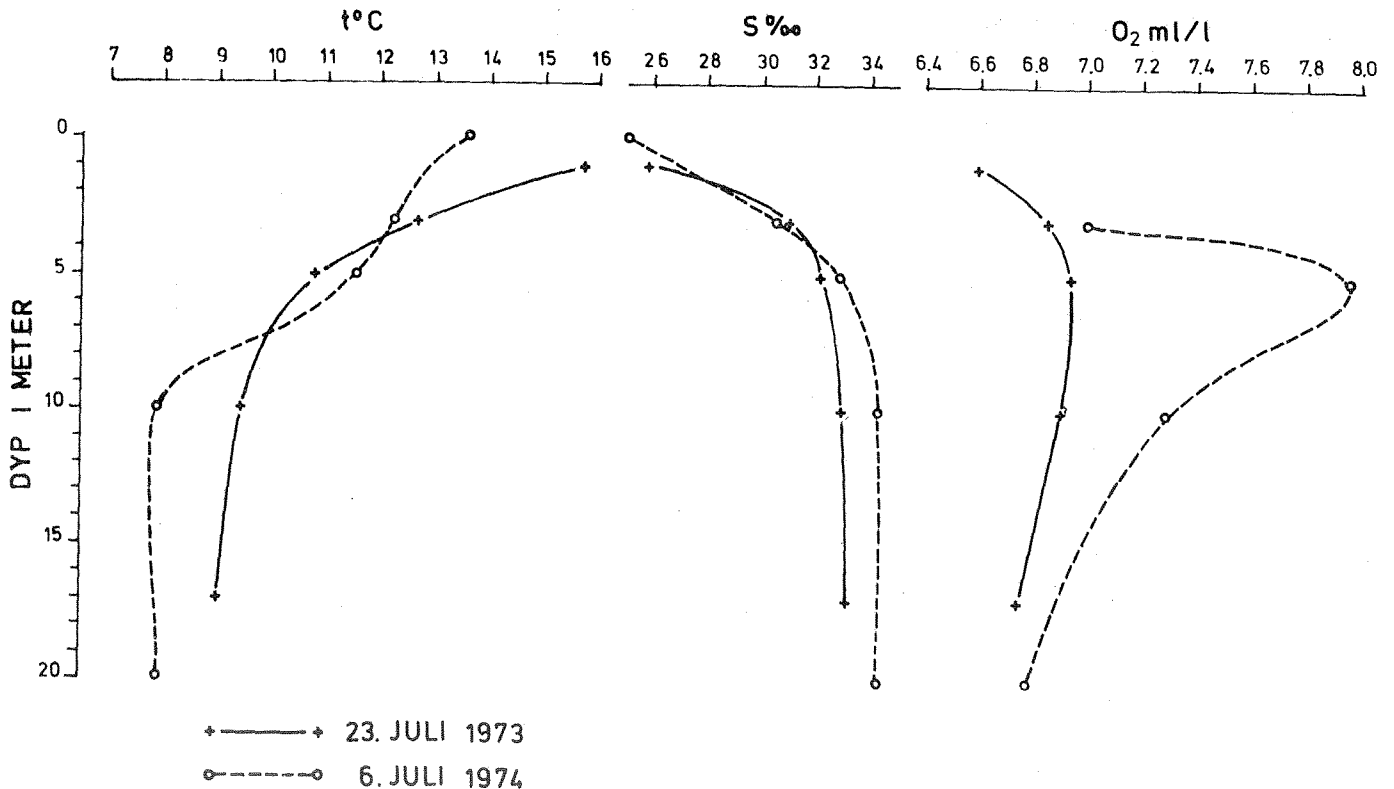


Fig.15. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S\text{‰}$  og  $\text{O}_2 \text{ ml/l}$  på SVANØY sommeren 1973 og sommeren 1974.

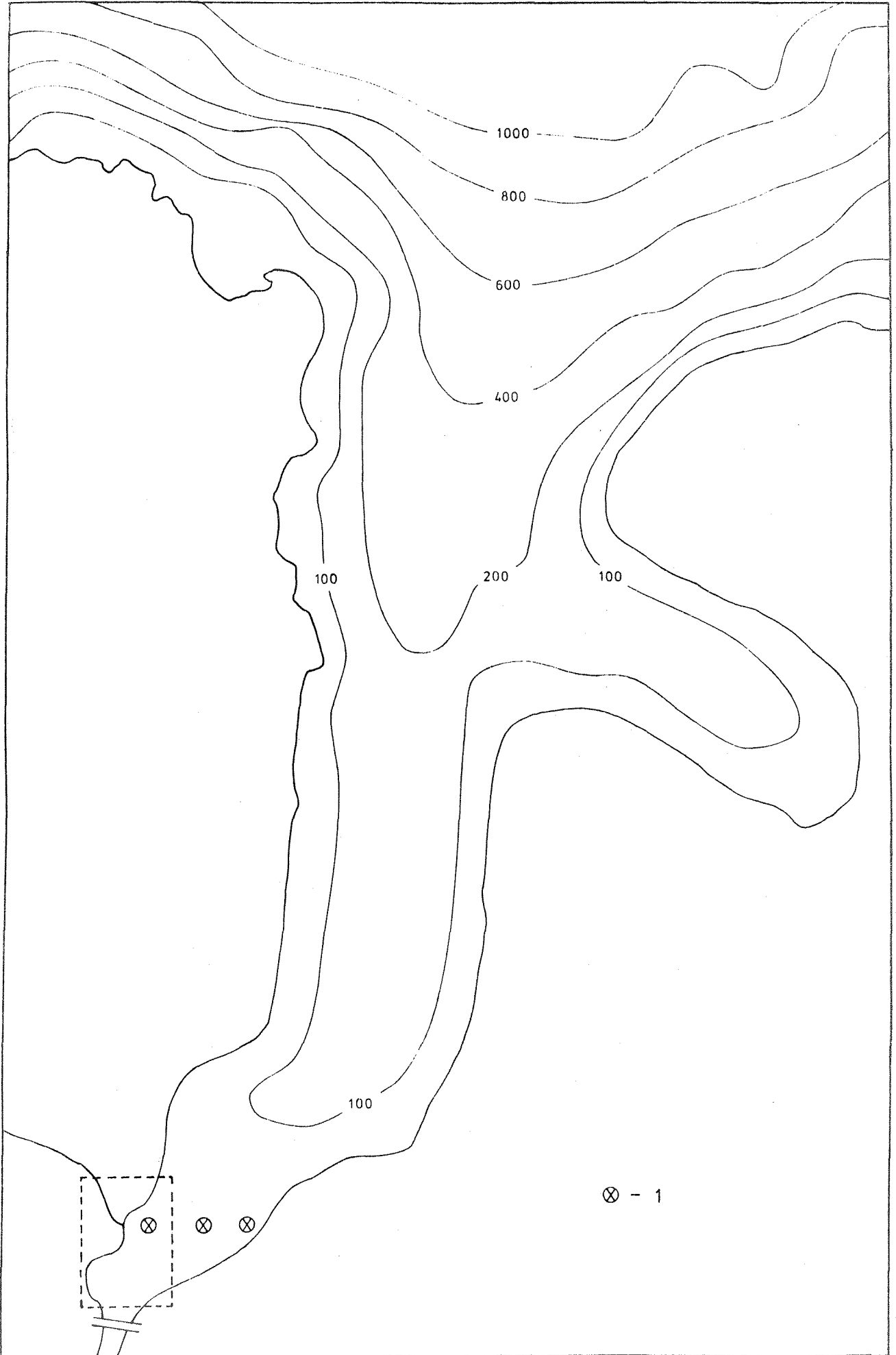


Fig.16. Kart over Fuglesetfjorden med dybdekoter. 1) Hydrografiske stasjoner.

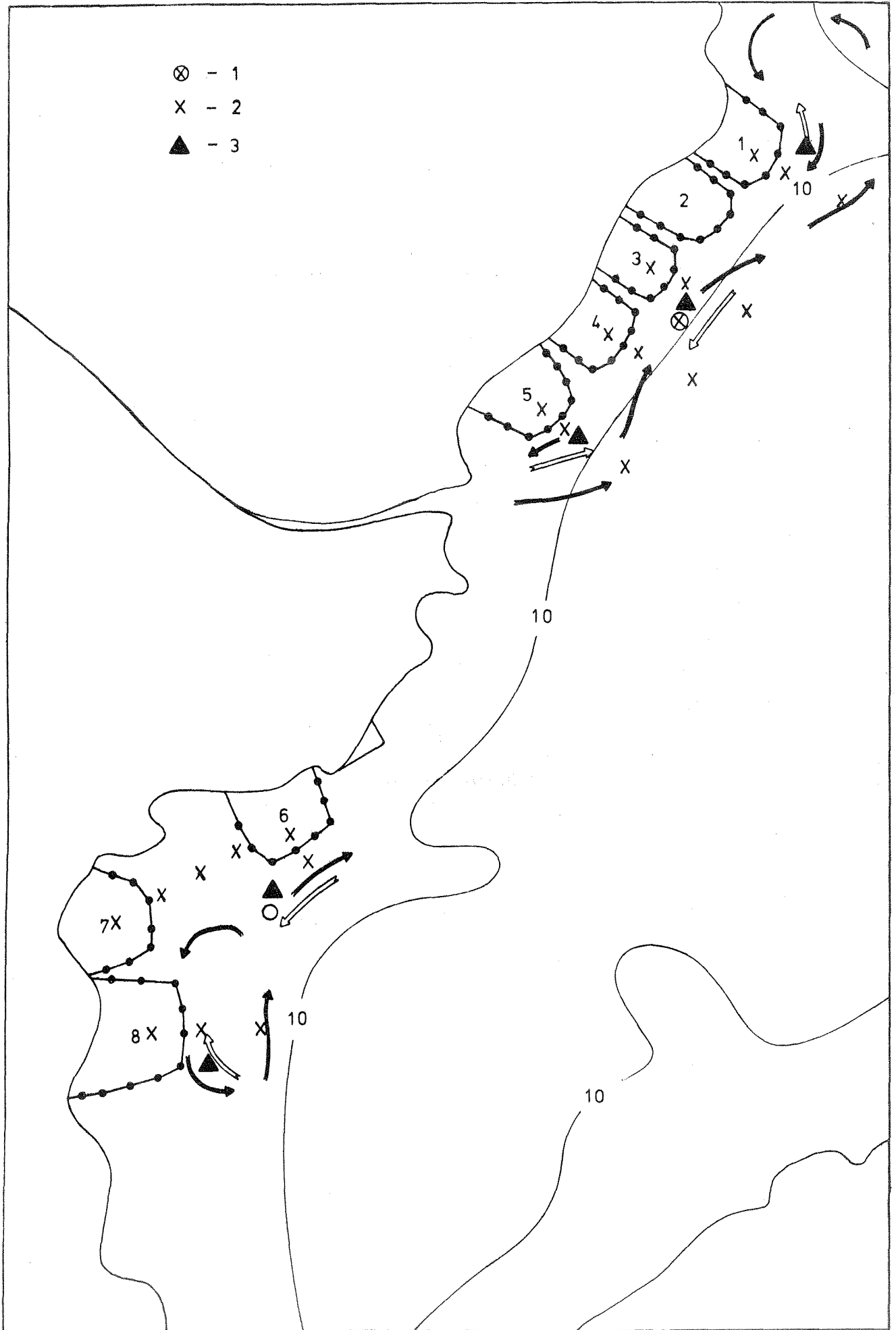


Fig. 17. Kart over anlegget i BJORDAL. 1) Hydrografisk stasjon. 2) Overflateprøver. 3) Strømmålinger.

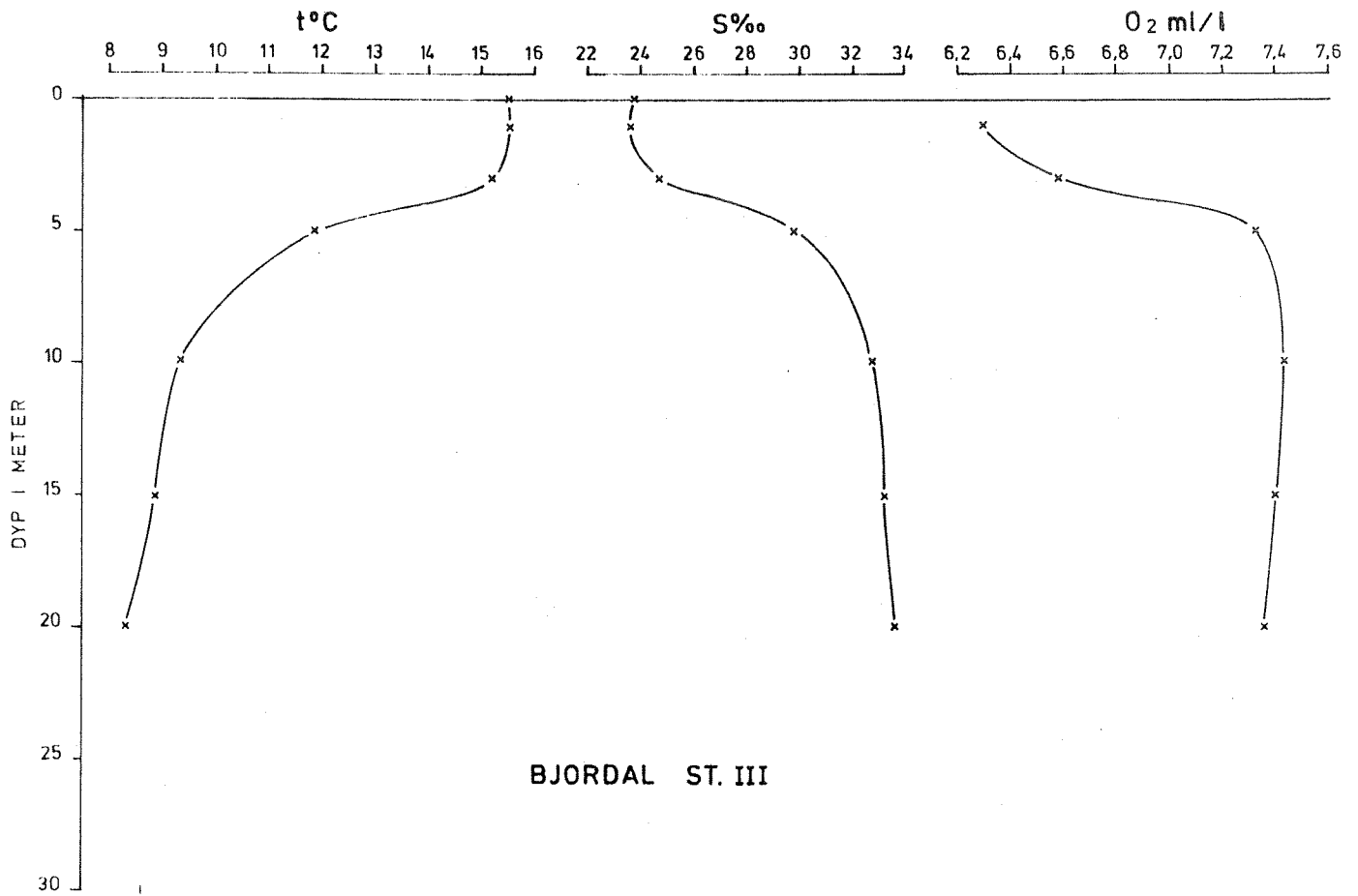


Fig. 18. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i BJORDAL.

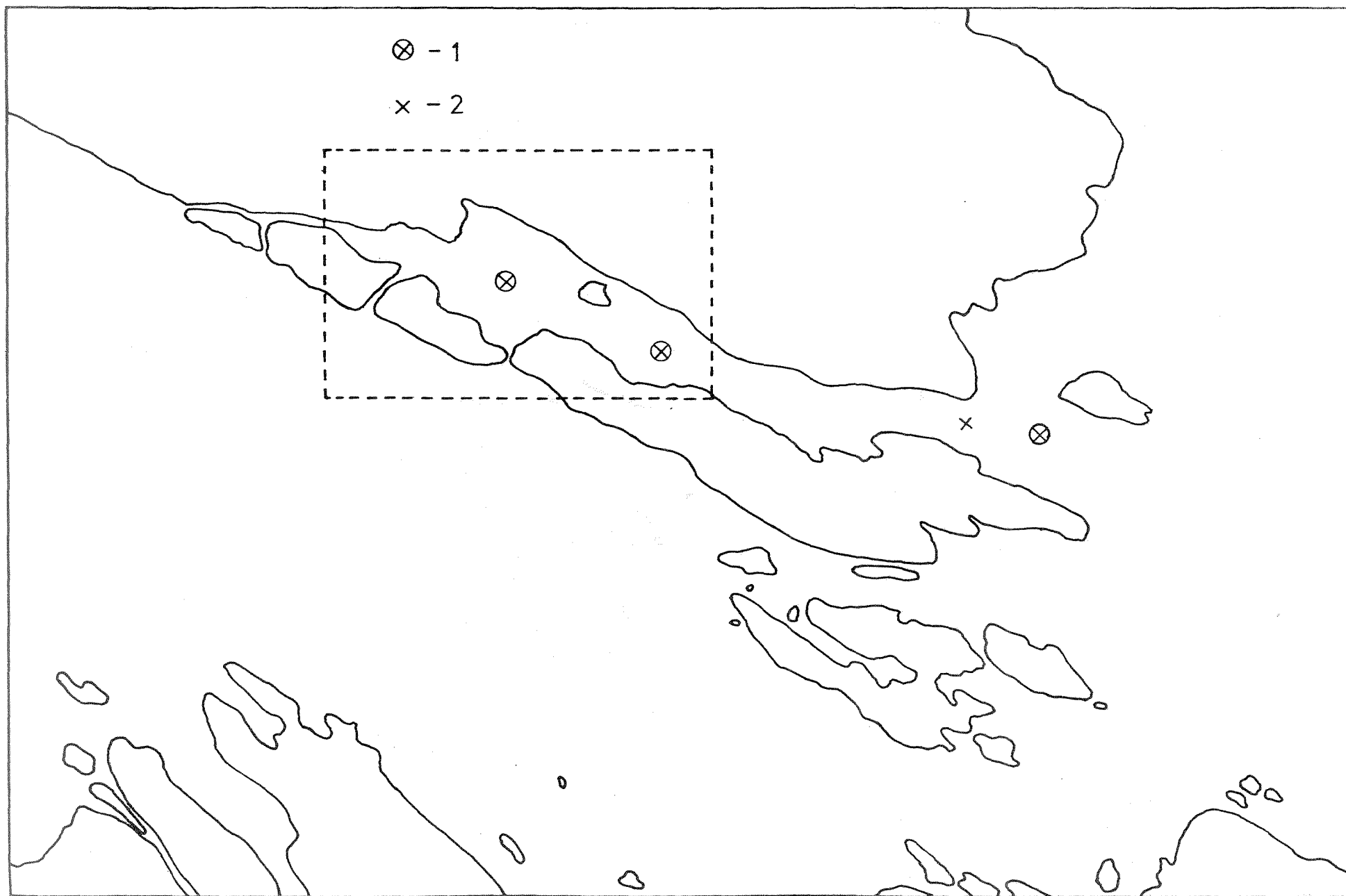


Fig. 19. Kart over BOGNØY. 1) Hydrografisk stasjon. 2) Overflateprøver.

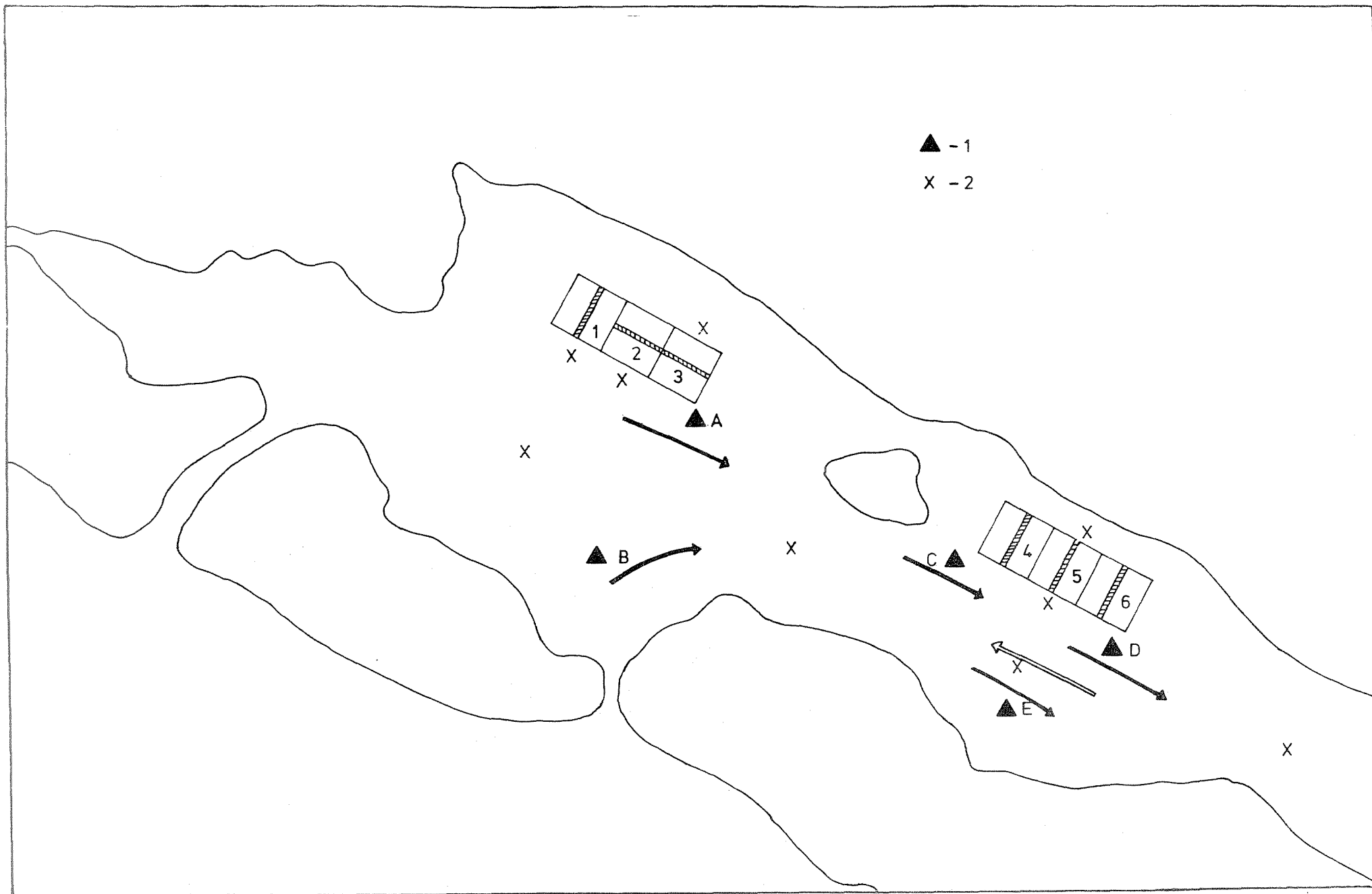


Fig. 20. Anleggets plassering i Sundet. 1) Strømmålinger.  
2) Overflateprøver.

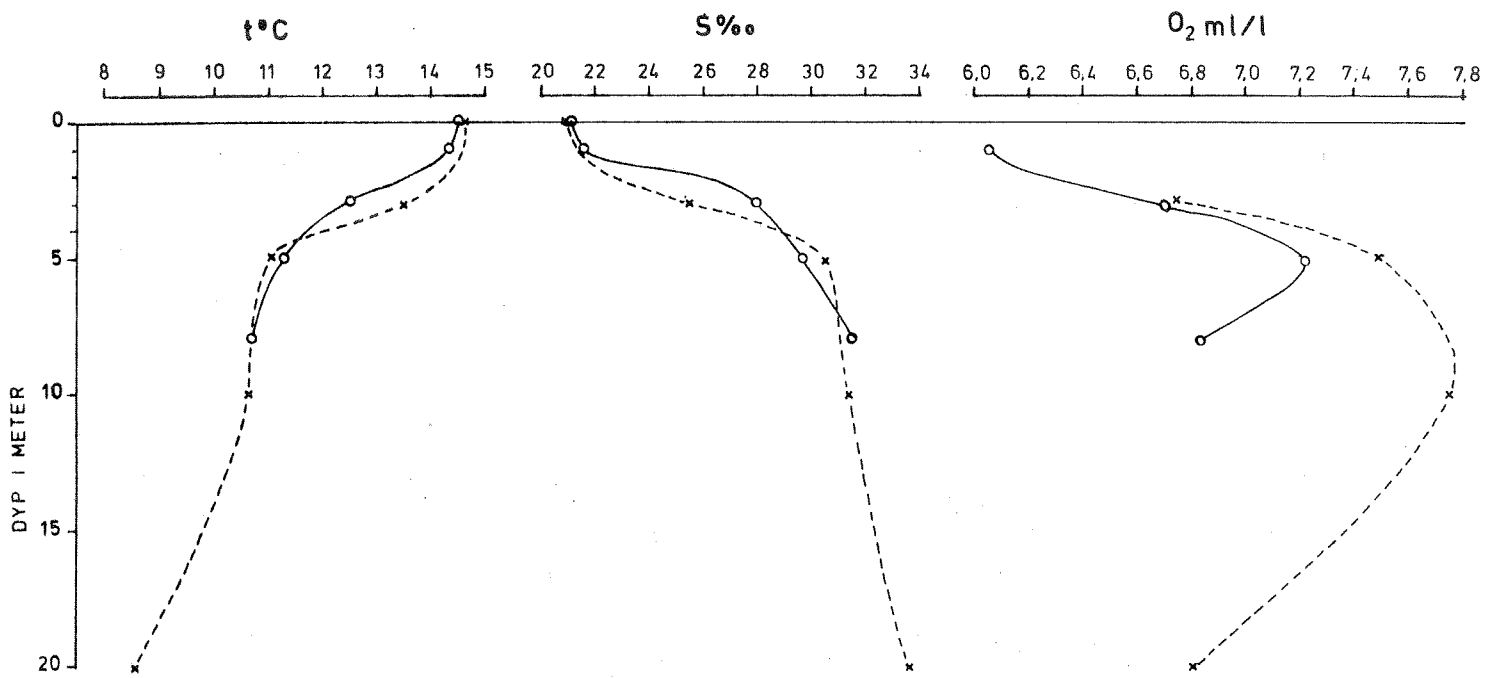


Fig. 21. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S^{\text{‰}}$  og  $\text{O}_2$  ml/l på BOGNØY.

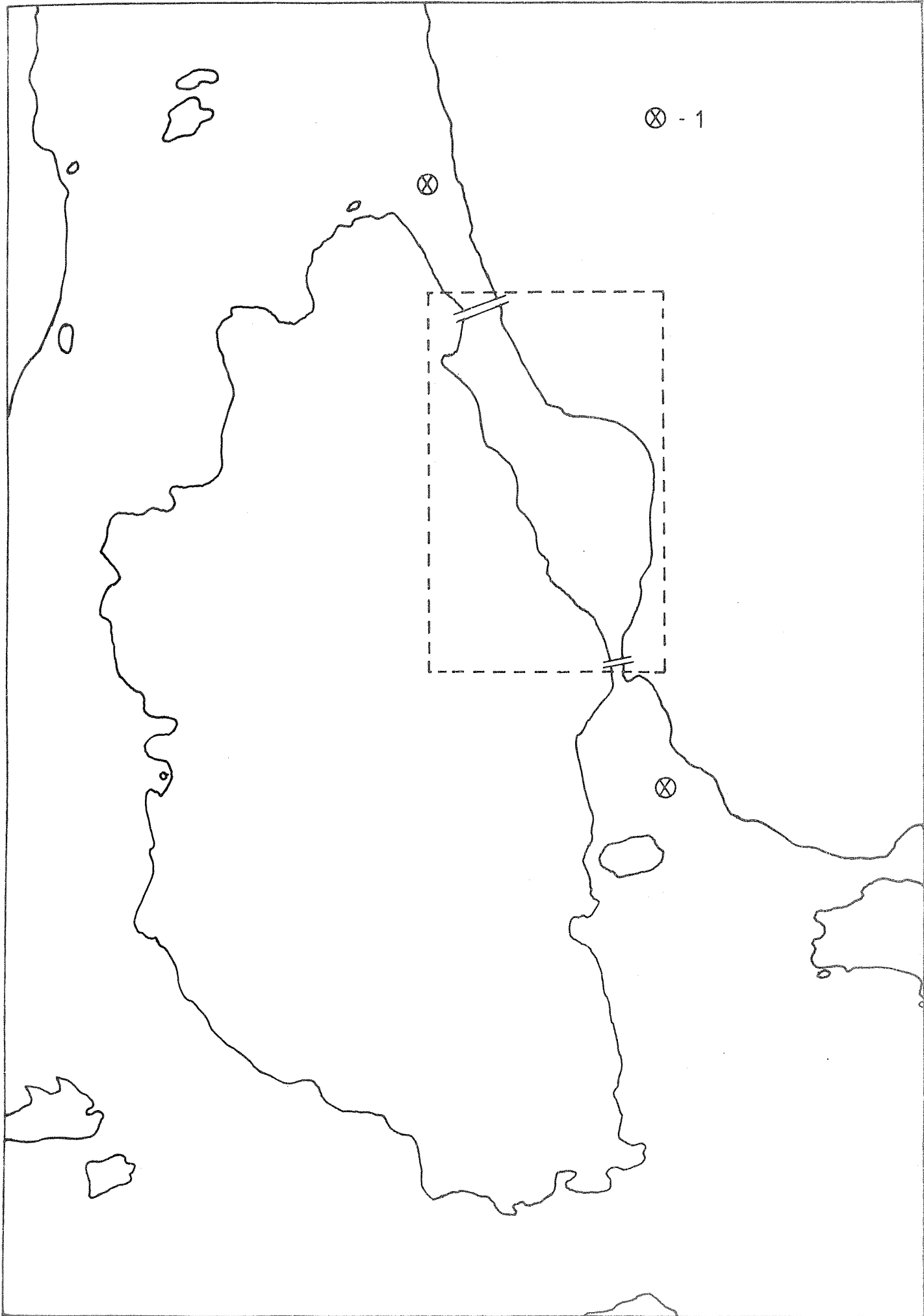


Fig. 22. Kartskisse over Veløy. 1) Hydrografisk Stasjon.



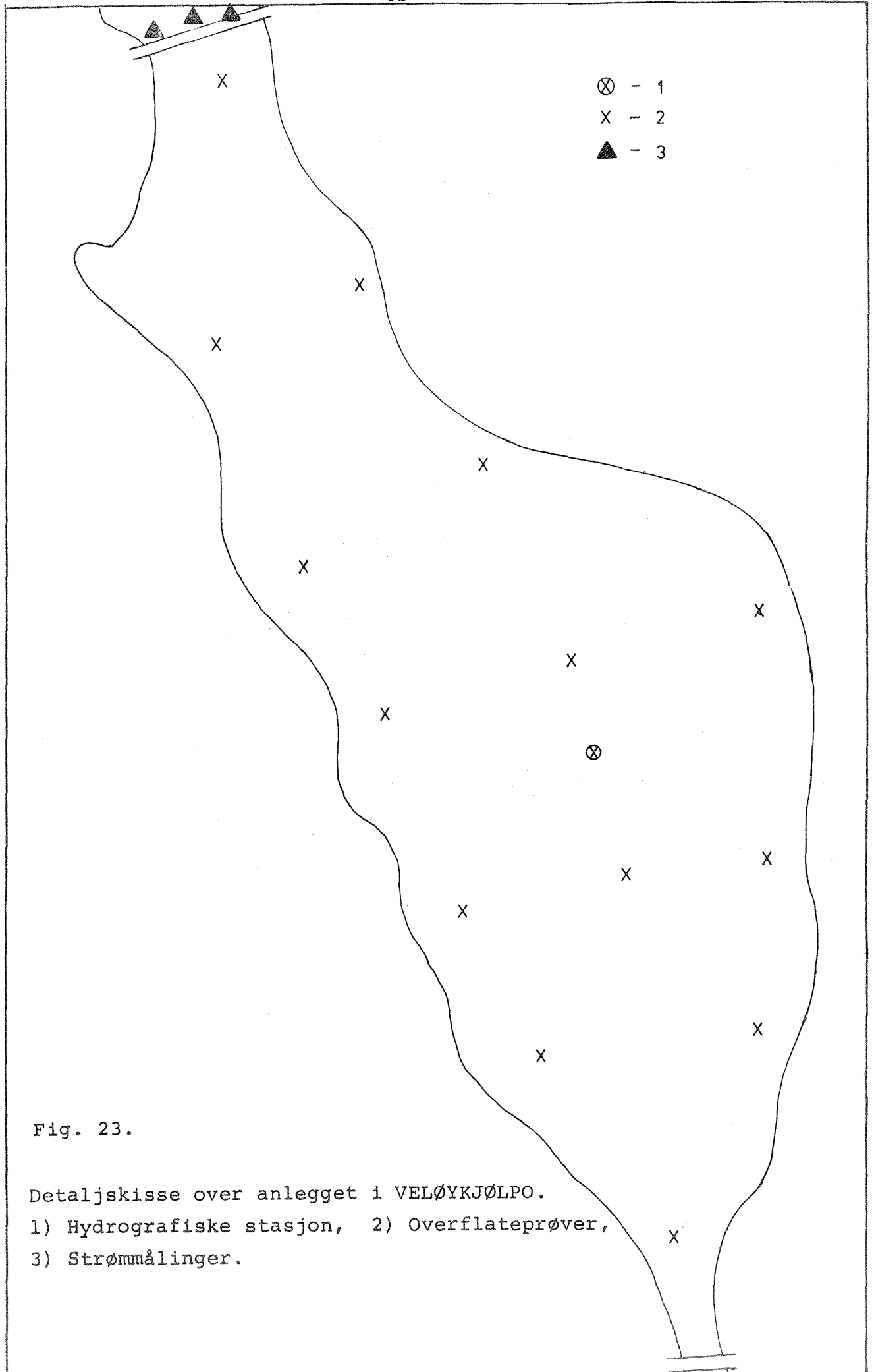


Fig. 23.

Detaljskisse over anlegget i VELØYKJØLPO.

- 1) Hydrografiske stasjon, 2) Overflateprøver,  
3) Strømmålinger.

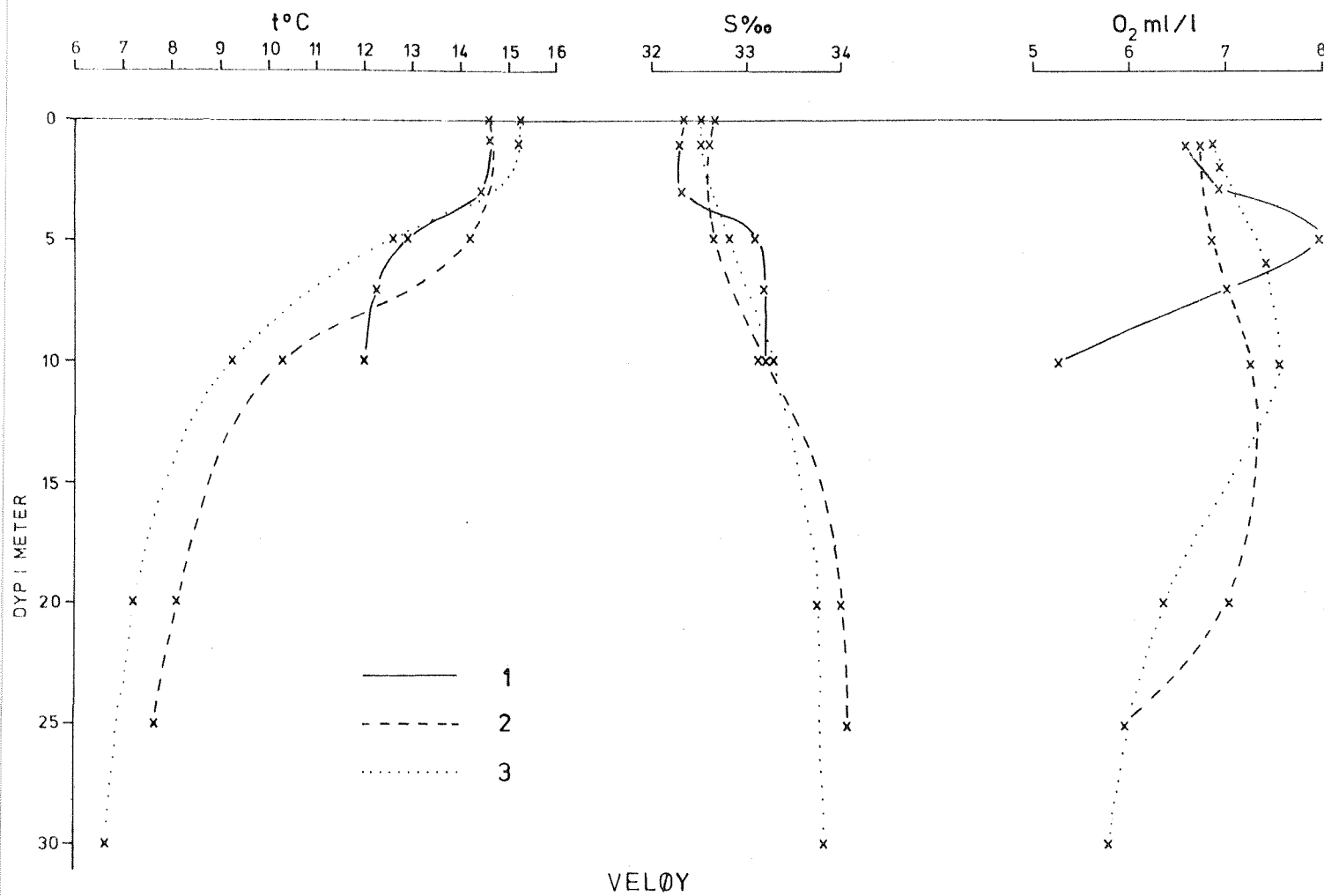


Fig. 24. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S\text{‰}$  og  $\text{O}_2 \text{ ml/l}$  i VELØYKJØLPO. 1) Inne i bassenget. 2) På nord-siden. 3) På sørsiden.

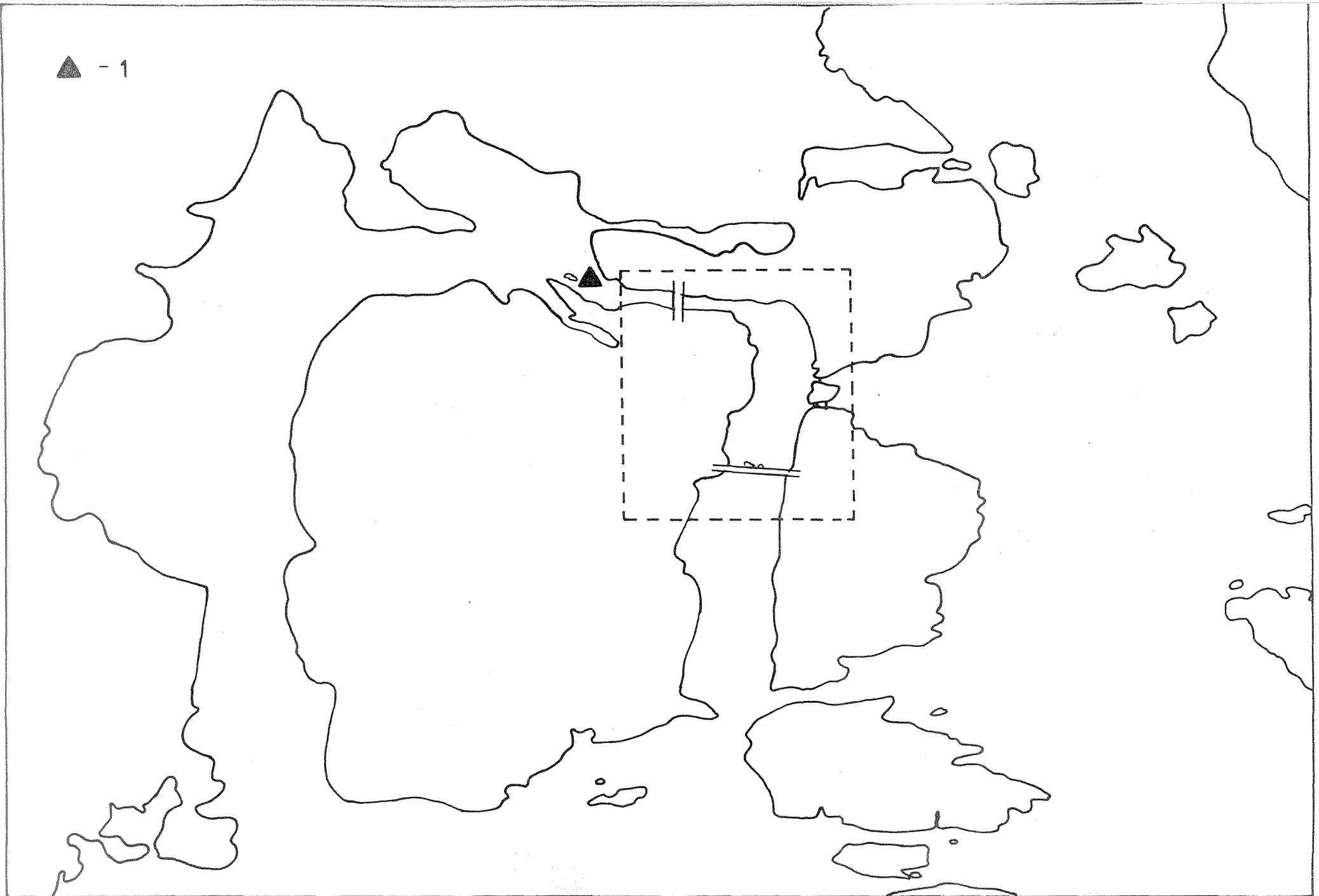


Fig. 25. Kartskisse over FLOGØY.

1) Strømmålinger.

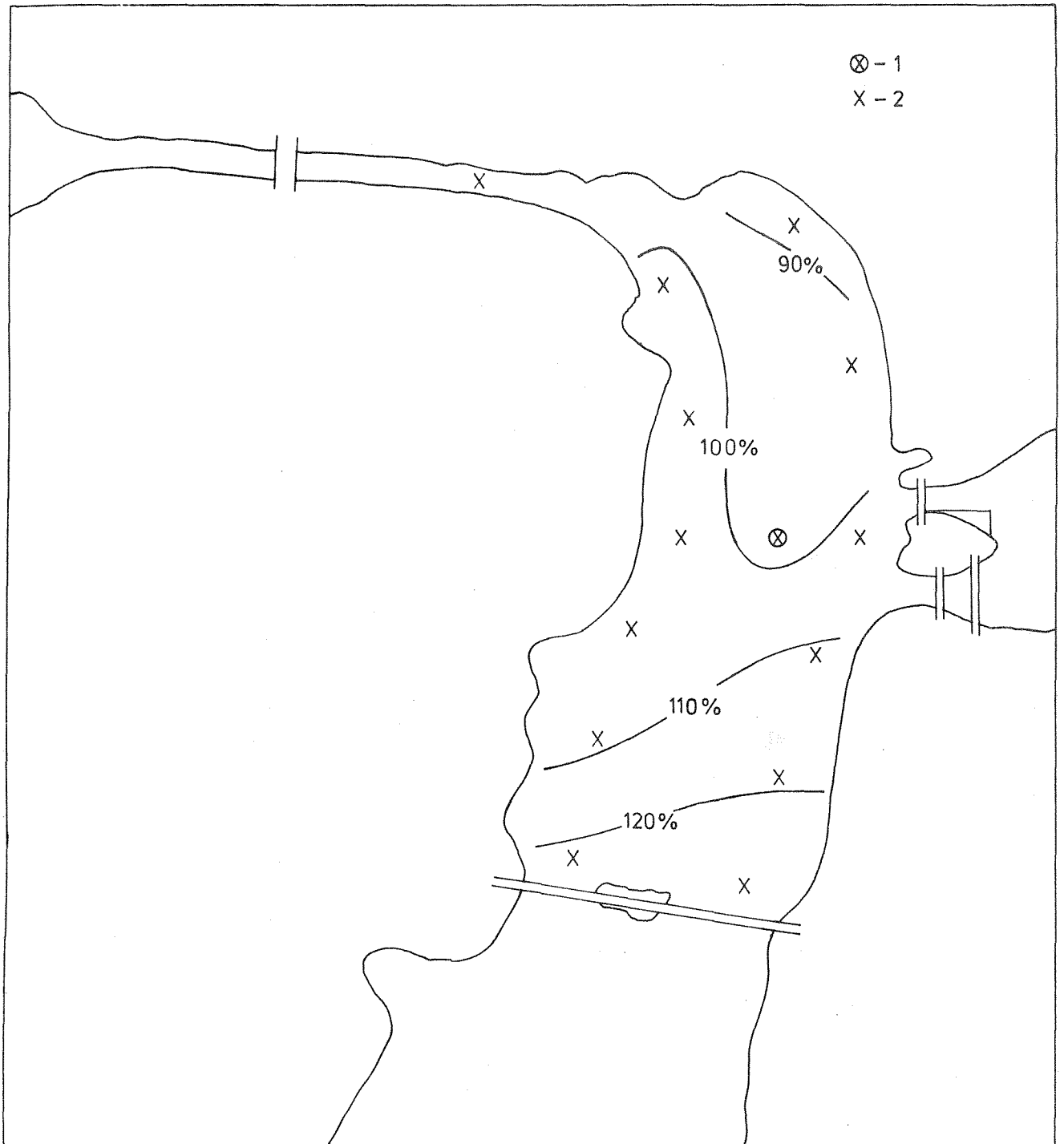


Fig. 26. Detaljsskisse over anlegget på FLOGØY.  
1) Hydrografisk stasjon. 2) Overflateprøver.

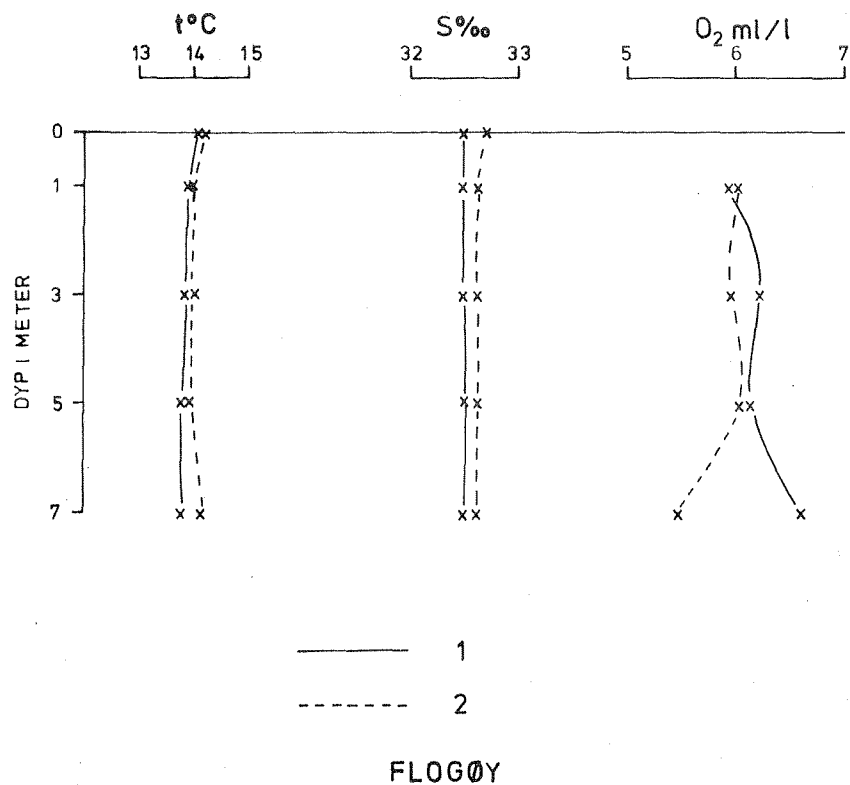


Fig. 27. Vertikalfordeling av  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $S^{\circ}/\text{oo}$  og  $\text{O}_2$  ml/l i FLOGØYKJØLPO.

1) 13. juli 1974. 2) 14. juli 1974.

