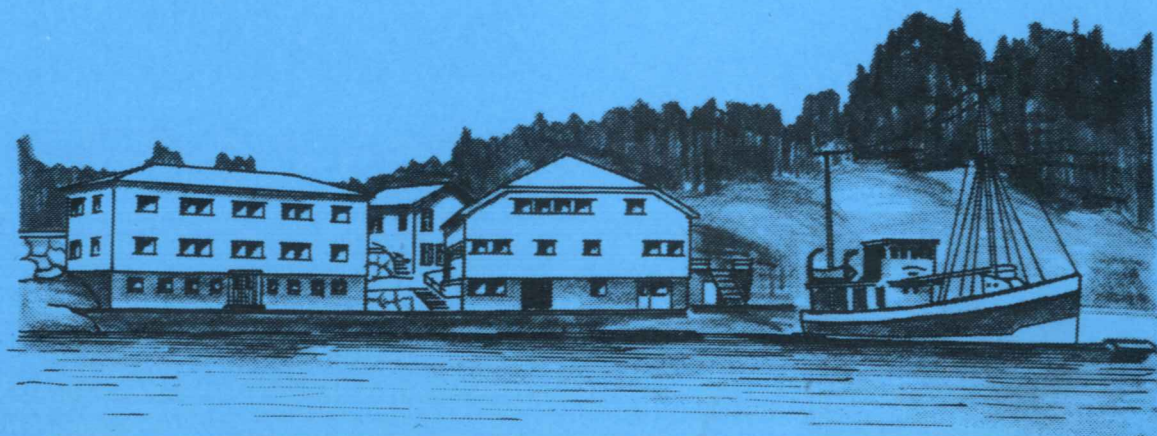


28

FLØDEVIGEN

MELDINGER

1984 nr. 4



BEREGNING AV MULIG PRODUKSJON AV BLÅSKJELL
I OSLOFJORDEN OG PÅ SKAGERRAKKYSTEN

av

Bjørn Bøhle

FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT
STATENS BIOLOGISKE STASJON FLØDEVIGEN
N-4800 ARENDAL, NORWAY

INNLEDNING

Det har i de siste 5 år vært en økende interesse blant folk i Norge for å sette igang dyrking av blåskjell. Selv om det biologiske grunnlag tilsynelatende er enkelt, er det en rekke forhold som begrenser muligheten til å gjennomføre en vedvarende og lønnsom virksomhet. Det er ikke alle deler av våre kystområder som er egnet til skjell dyrking, eller hvor det vil bli gitt tillatelse til å dyrke blåskjell. Det er mange forhold som bestemmer det. I denne vurderingen er de økonomiske forhold ikke tatt i betraktning.

Til en fullstendig kartlegging av produksjonsmuligheter og mulige plasseringer av dyrkingsanlegg, ville det kreves svært mye feltarbeide - og likevel ville man være avhengig av at forsøk ble utført for å studere f.eks. yngelavsetting og vekst på de ulike lokaliteter.

Den foreliggende oversikt er begrenset til kyststrekningen fra svenskegrensen (Svinesund) til Mandal. Fra tidligere observasjoner og undersøkelser vet vi at på denne kyststrekningen blir blåskjell 6-7 cm i løpet av 16-18 måneder. Dette representerer en vekst som er det beste på norskekysten.

Denne utredning har til hensikt å vise 1) bakgrunn for beregning av skjellproduksjon, 2) områder som kan være aktuelle for skjell dyrking, 3) hvor mye som teoretisk kan produseres i hvert område og 4) eksempler på mulige plasseringer av dyrkingsanlegg.

Det understrekes at utredningen er basert på teoretiske forutsetninger for utnyttelse og omsetning av planteplankton til blåskjell, erfaringer fra praktiske dyrkningsforsøk og antagelser om konkurrerende bruk av kystområdene.

De følgende beregningene vil sannsynligvis gi resultater som er nøyaktige nok til at interesserte vil få et tilstrekkelig grunnlag til å vurdere de forskjellige områdene. Vurderingene er basert på et ikke lite kjennskap til topografi og geografi etter

tidligere feltstudier. For en stor del av de foreslåtte lokaliteter vil det være påkrevet med vekstundersøkelser før dyrking i stor skala startes opp.

BAKGRUNN OG METODE FOR BEREGNINGENE

I sitt fødeopptak filtrerer blåskjell sjøvannet for næringspartikler som utgjøres av planteplanktonorganismer og ellers små organiske partikler, som kan være både rester av planter og dyr. Fordi skjellene er ukritiske i det de inntar i sitt fordøyelsessystem, vil de også få i seg partikler uten næringsverdi. Dette vil ifølge Widdows et al. (1979) kreve ekstra energi. I områder med mye partikler uten næringsverdi vil det kunne begrense skjellenes mulighet til å overleve. De fant at om sommeren utgjorde det organiske og inntatte materiale 25% av det som ble filtrert, om vinteren bare 5%. Det hersker forsåvidt forskjellige meninger om hvor stor del av skjellenes føde som utgjøres av levende planteplankton og hvor mye av dødt organisk materiale. Det regnes at det varierer med årstiden og ulike geografiske områder, spesielt hvis man betrakter f.eks. hele Nord-Europa under ett.

I norske farvann vil planteplankton sannsynligvis utgjøre den overveiende største andel. For enkelthetens skyld vil vi her betrakte levende planteplankton som eneste næringskilde.

De områder som vi av andre grunner kan tenke oss egnet bør være høyt produktive, dvs. høy produksjon av planteplankton. Dessuten bør temperaturforholdene være gode, spesielt i sommerhalvåret når det er mye planteplankton tilstede. Dette for å oppnå en høy veksthastighet hos skjellene. Dette er en vesentlig faktor for virksomhetens lønnsomhet ved at produksjonstiden blir kortere.

Med de vanlige data for planktonproduksjon i høyt produktive områder, kan en sette denne til

- 1 g organisk stoff (tørrvekt)/m²/dag eller
- 10 kg organisk stoff (tørrvekt)/Ha/dag.

Fordi lys, temperatur og tilgang på plantenæringsstoffer varierer gjennom året, vil også produksjonen av planteplankton variere sterkt. Det er ikke urimelig i Øst-Norge å sette antall produksjonsdager til 200, og vi får da en produksjon på

2000 kg org. stoff (tørrvekt)/Ha/år.

De blåskjell som dyrkes i et område, vil ikke være alene om å utnytte planktonproduksjonen. Andre organismegrupper utnytter også planteplankton: dyreplankton, sekkedyr (Ascidier), andre muslingarter og andre blåskjell ("villskjell"). I tillegg vil noe av det produserte organiske stoff kunne drive med strømmen ut av det definerte området. Dette vil generelt sett bli kompensert ved at planteplankton også vil drive inn i det definerte området.

Hvor stor del av planktonproduksjonen som vil kunne utnyttes av dyrkede blåskjell er avhengig av hvor store anlegg som has, hvordan de er plassert i forhold til strømbildet, og hvor rik er f.eks. faunaen forøvrig i området. Et moderat overslag (å regne med) er å sette de dyrkede blåskjellenes andel til 10%.

Skjellenes utnyttelsesgrad, dvs. hvor mye av de spiste planteplankton som blir omsatt til vekst, er også usikker. Noen regner at blåskjell kan utnytte opptil 20% av energien i det spiste materialet til vekst. Det mest refererte tall for mange marine dyr er 10% og i beregningene nedenfor brukes denne verdi. Den mengde organisk stoff (planteplankton) som blir omdannet til vekst av dyrkede blåskjell i et område, blir da

20 kg blåskjell (tørrvekt)/Ha/år.

Ved et antatt vanninnhold i skjellenes bløtdeler på 80%, tilsvarer det

100 kg blåskjell (våtvekt)/Ha/år.

For rundvekt av blåskjell (med skall og kappevann) blir det ca. 200 kg/Ha/år.

I områdene ved Oslofjorden - og på Skagerrakkysten regnes at det

tar 1.5 år før skjellene er store nok til markedsføring. Mengde blåskjell som teoretisk skulle kunne produseres i løpet av en slik vekstperiode vil da bli 200×1.5 , dvs

$$\underline{300 \text{ kg blåskjell (rundvekt)}/\text{Ha}/1.5 \text{ år}}$$

Denne verdien er et resultat av grove forenklinger og for noen av faktorene kan resultatet slå begge veier.

Et par av faktorene er mer usikre enn de øvrige, f.eks. hvor stor del av planktonproduksjonen som de dyrkede blåskjellene klarer å ta til seg. Denne faktoren kan lett bli 50-100% forskjellig, den er avhengig av bl.a. hvor stort hvert anlegg i et område er, hvor godt strømmen "fordeler" planteplanktonet til anleggene. Generelt sett er det mulig at denne prosentfaktoren på 10% er for høy, men sannsynligvis vil dette ihvertfall delvis oppveies av at utnyttelsesgraden for det plankton som blir tatt inn er noe høyere enn 10% som angitt.

Tidligere er det utført forsøk i Vestfjorden ved Tønsberg. Det ble da brukt flåter som dekket $37,5 \text{ m}^2$ sjøoverflate. Ifølge tallene ovenfor skulle det uten en slik flåte ikke kunne produseres mer enn

$$300/10\ 000 * 37,5 = 1,1$$

dvs. $1,1 \text{ kg blåskjell (rundvekt)}/1,5 \text{ år}$.

Vi fikk imidlertid ca. 100 kg, dvs. 890 ganger så meget. Generelt sett så har altså plankton som ga grunnlag for en skjellvekst på 1000 kg blitt produsert i et 890 ganger så stort areal, også kalt "skyggeareal", i forhold til det areal som opptas av selve anleggene.

Ryther (1969) har beregnet at ved japansk østersoppdrett utnyttet et areal som er 500 ganger større enn selve dyrkingsarealet. Han har videre beregnet at ved den spanske blåskjell dyrkingen utnyttet produksjon i et 5000 ganger så stort område (areal). Dette siste tall er meget høyt, muligens har Ryther undervurdert bidrav av organiske partikler - dvs. ikke levende planteplankton (detritus).

Et anlegg til å kunne produsere 100 tonn blåskjell i løpet av 1,5 år, vil kunne innebære de følgende spesifikasjoner:

Lengde på strekk:	100 m
Antall strekk:	20
Avstand i gjennomsnitt mellom hvert strekk:	2,5 m
Antall tau/bånd pr. strekk:	200
Lengde av hvert tau/bånd:	3 m
Antall tau/bånd/anlegg:	4000
Antall m tau/bånd pr. anlegg:	12 000 m
Antatt antall kg blåskjell pr. m tau/bånd:	8,3 kg
Antall kg blåskjell/anlegg/1,5 år:	100 000 kg

Et 100 tonns anlegg vil ikke kreve mer enn $50 \times 100 \text{ m} = 5000 \text{ m}^2$, dvs. 0,5 Ha

$$0,5 \text{ Ha} \times 890 = 445 \text{ Ha}$$

1 stk 100 tonns anlegg krever 445 Ha skyggeareal.

Hvordan vil dette stemme med de tidligere beregninger? Vi har tidligere anslått det teoretisk mulig å produsere 300 kg blåskjell pr. Ha:

$$300 \text{ kg} \times 450 = 133\,500 \text{ kg}$$

Dette tallet er "innen størrelsesorden".

Kravet til skyggeareal er avhengig av alle de faktorer som bestemmer produksjonsforholdene i området. Det er temperaturen, hydrografiske forhold, lystilgang, tilførsel av plantenæringsstoffer og strøm. Hvis produksjonsforholdene i et område er dårlig vil det for å gi den samme vekst som i et godt område måtte "kompenseres" med høyere strømhastighet og større skyggeareal. I slike tilfeller til antagelig strømhastigheten være begrensende.

Basalstoffskiftet er den energiomsetning som trenges for å holde vedlike stoffskiftet hos en organisme utenom formering og vekst. Blåskjell må ha en minimumskonsentrasjon av næring og tilstrekkelig høy temperatur. Minimumskonsentrasjon av næringspartikler er den konsentrasjon som kreves til skjellenes basalstoffskifte.

Høyere konsentrasjoner vil gi vekst, evt. oppbygging av egg/spermier hvis andre forutsetninger er tilstede.

Minimumskonsentrasjoner av næringspartikler er bl.a. avhengig av 1) hvor stor del næringspartiklene utgjør av total mengde partikler ("seston"), 2) temperatur og 3) skjellenes størrelse (Widdows et al., 1979).

Forekomst av blåskjell i et område kan tyde på at dyrking av blåskjell er mulig der (til en viss grad). Veksthastighet til "ville skjell" kan gi en antydning av mulighet for vekst av skjell i dyrkingsanlegg. Oftest vil skjell vokse bedre i dyrkingsanlegg enn f.eks. på bunnen i vedkommende område.

Hvis blåskjell ikke finnes i et område, kan det skyldes flere forhold. Utilstrekkelig næringstilgang er en faktor som antas å hindre blåskjell i å overleve/vokse i mange områder. Eksempler på manglende naturlige forekomster av blåskjell (Wiborg og Bøhle, 1968) og resultater fra vekstundersøkelser bl.a. i ytre kyststrøk på Vestlandet (Bøhle og Wiborg, 1967, Bjerknes, 1981) indikerer at langs store deler av vår kyst er næringstilgangen for blåskjell under - eller nær minimumsgrensen - for opprettholdelse av basalstoffskifte.

I fjordene fra svenskegrensen (Svinesund) til Mandal finnes blåskjell stort sett over alt, noen steder i betydelige mengder, f.eks. i Indre Oslofjord, Vestfjorden ved Tønsberg, Langesundsfjorden og ved Kragerø. Der vil den "ville" bestanden utgjøre et sikkert gytepotensiale og et godt grunnlag for avsetning av ny yngel. I dette område har tidligere undersøkelser (Bøhle og Wiborg, 1967) vist at blåskjell i dyrkingsssituasjon vokser meget raskt. De biologiske forhold synes å ligge godt til rette.

I det følgende er i Oslofjorden og på Skagerrakkysten tatt ut 20 områder, ansett som "interessante". Utvelgelsen er basert på tidligere kunnskaper om naturlige forekomster av blåskjell, resultater av vekstmålinger og f.eks. topografiske vurderingen (Fig. 1).

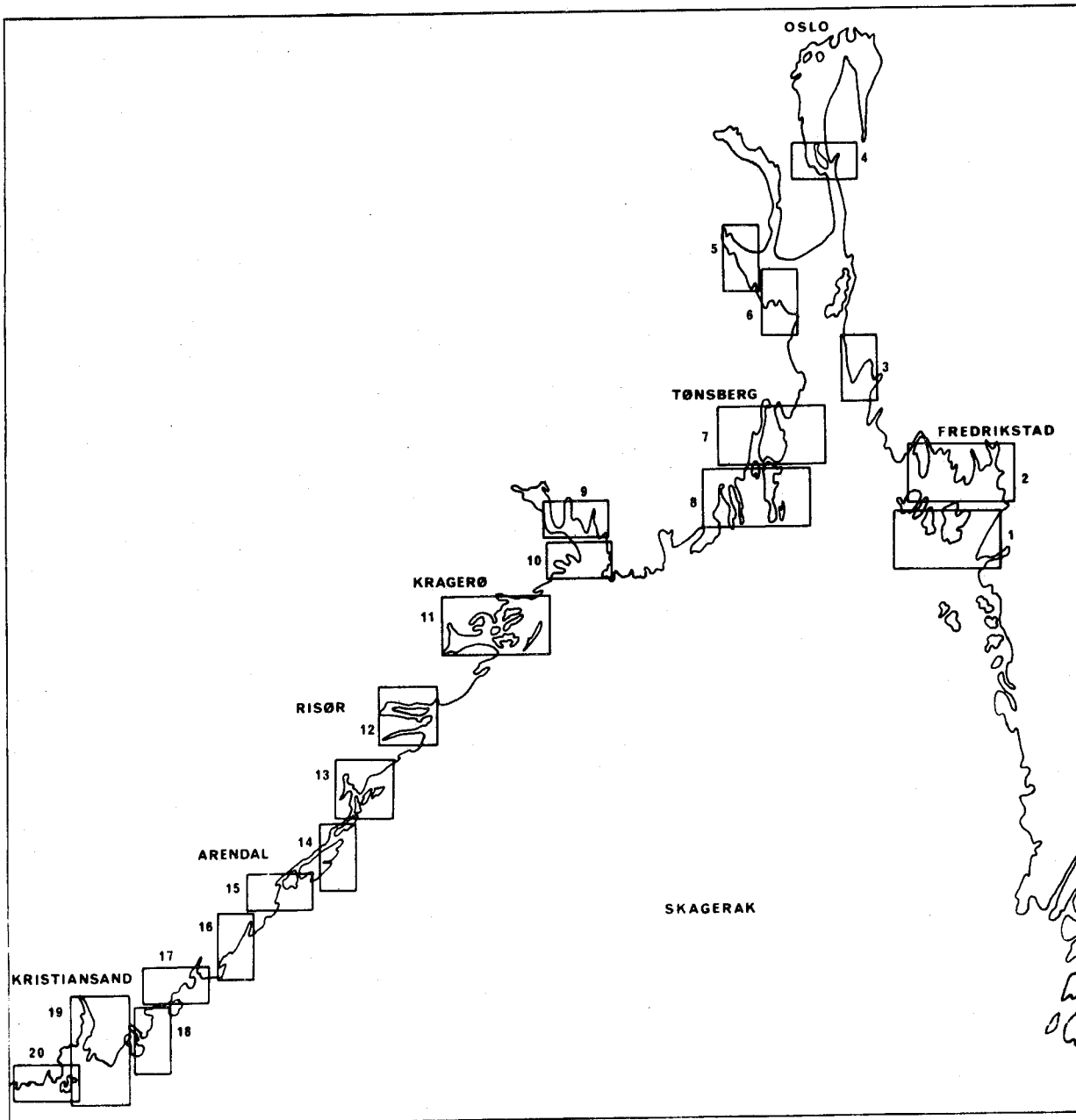


Fig. 1. Områder i Oslofjorden og på Skagerrakkysten, nærmere gjengitt på Fig. 2 - 21. Tallene refererer til område nr.

Innen hvert av disse kartutsnitt er det definert et sjøareal hvor flateinnholdet er beregnet ut fra de vanlige sjøkartene. Mot åpent farvann er grensene (stiplet på figurene) for disse sjøarealene satt ut fra grovt skjønn. De definerte områdene betraktes som "innelukket". Det medfører at f.eks. at produksjon av planteplankton anses å forbli i området. Dette skjer selvfølgelig ikke i virkeligheten, men samtidig vil plankton produsert utenfor området komme inn med strøm. Disse to forhold vil anses teoretisk å oppveie hverandre.

For hvert av de definerte produksjonsområdene er det regnet ut hvor stor teoretisk produksjonsmulighet det er for blåskjell, i henhold til forutsetningene ovenfor. På bakgrunn av de fremkomne tall, er forsøksvis plassert et tilsvarende antall 100-tonns anlegg innen området. Deretter kommer inn de topografiske, vær/vind- og trafikkmessige vurderinger, som for de fleste områdene reduserer antall mulige anleggsplasseringer. Også antatt forurensede sjøområder er delvis utelukket.

I Oslofjorden og på Skagerrakkysten er det til sjøområdene knyttet betydelige friluft- og rekreasjonsinteresser. I den grad en er kjent med detaljer i dette (badesteder, populære fortøyningssteder for småbåter, tett hyttebebyggelse osv.), er det unngått å foreslå anlegg plassert slike steder. Mulige konflikter med gamle fiskeplasser, låssettingssteder osv. er ikke kartlagt.

De foreslåtte anleggsplasseringer i hovedtrekk er basert på at vekstforholdene innen hvert av områdene er tilnærmet like og at topografiske forhold er den vesentligste faktor for anleggsplassering.

DE FORSKJELLIGE OMRÅDENE

I Tabell 1 er det for de enkelte områdene regnet opp den teoretisk mulige produksjon av blåskjell og antall foreslåtte dyrkingsanlegg. I det følgende er de enkelte dyrkingsområdene nærmere kommentert.

1. Svenskegrensen-Akerøy

Området er påvirket av ferskvann fra Haldensvassdraget og Glomma, slik at sjøens saltholdighet i fjordsystemet ihvertfall i perioder er forholdsvis lav. Variasjon i dette vil kunne virke negativt på vekst av blåskjell. Grunnet det ovennevnte og under hensyn til vind-eksponering fra syd og sydvest, er det foreslått bare 9 dyrkingslokaliteter. Produksjonsområdet er definert som vist på Fig. 2 og er beregnet til 5000 Ha, med teoretisk mulighet for produksjon av 1500 tonn blåskjell på 1,5 år. I praksis vil produksjonsvolumet måtte begrenses til mindre enn 1000 tonn.

De foreslåtte dyrkingslokaliteter (100 tonns anlegg) er tegnet større enn den plass de vil ta av sjøarealet.

2. Singlefjorden-Kråkerøy

Området (Fig. 3) er i tilknytning til område nr. 1. Glommas utløp ved Fredrikstad er utelukket. Det definerte sjøarealet er på 100 Ha. Av topografiske hensyn er det foreslått bare 14 mulige dyrkingslokaliteter som antagelig heller er for høyt enn for lavt. Likevel, hvis vekstforholdene er tilfredsstillende i dette området, vil det være mulig å produsere ca. 1000 tonn pr. 1,5 år.

3. Krokstadjorden-Larkollen

Området (Fig. 4) er forholdsvis åpent mot SV, med få steder i le for vind og sjøgang. Hele Kurefjorden er grunnområde og dyrkingsanlegg kan ikke plasseres der. Likevel skulle det bli

Tabell 1. De ulike foreslåtte dyrkingsområdene.

Område		Definert sjøareal (Ha)	Teoretisk mulig produksjon av blåskjell (tonn/1.5 år)	Antall 100- tonns anlegg foreslått
Nr.	Navn			
1	Svenskegrensen-Akerøy	5000	1500	9
2	Singlefjorden-Kråkerøy	8100	2450	14
3	Krokstadvfjorden-Larkollen	2800	850	6
4	Drøbak-Håøya	2000	600	4
5	Hurum-Holmestrand	2900	850	6
6	Langøya-Horten	2200	650	5
7	Tønsberg-Tjøme	3600	1100	11
8	Tjøme-Sandefjord	5700	1700	18
9	Breviksområdet	2000	600	8
10	Langesund-Mølen	3600	1100	7
11	Kragerømrådet	7500	2250	24
12	Risørområdet	3400	1000	9
13	Lyngør-Tvedestrand	2600	800	8
14	Strengereid-Tromøy	500	150	2
15	Tromøy-Fevik	2500	750	4
16	Grimstadorrådet	2000	600	8
17	Homborøy-Justøy	2400	700	7
18	Justøy-Dynge	1800	550	7
19	Kvaasefjorden-Kristiansand	4300	1300	11
20	Ytre Flekkerøy-Ny Hellesund	3300	1000	10
Tilsammen			20500	180

plass til 5-6 anlegg. Det er tidligere utført vekstforsøk ved utløpet av Kurefjorden. I løpet av 1,5 år ble skjellene i gjennomsnitt ca. 55 mm (Bøhle og Wiborg, 1967). Det er noe mindre enn på de beste lokalitetene i Oslofjorden - og på Sørlandet (Strengereid).

4. Drøbak-Håøya

I dette området er farvannene trange med mye strøm og båttrafikk (Fig. 5). Forsøk har vist at blåskjell vokser meget godt (på østsiden, nord for Drøbak). Noen steder er det også gode naturlige forekomster av blåskjell. Om vinteren og våren kan det være betydelig isgang i Drøbaksundet og det setter begrensninger på mulige brukbare lokaliteter. Endel av området er under militær kontroll. Ialt 4 anlegg er foreslått plassert vest for Håøya, slik at 300-400 tonn skulle det iallfall være mulig å produsere i løpet av 1,5 års vekstperiode.

5. Hurum-Holmestrand

Området er forholdsvis åpent, med få lesteder (Fig. 6). De foreslåtte plasseringer er usikre. Saltholdigheten i overflaten er tildels influert av Drammenselven og nesten hver vinter ligger det is i bukta NV for Holmestrand (Sandebukta). Området gir plass til flere anlegg, men praktiske forsøk kunne eventuelt vise om vind- og bølge-eksponering er mindre hindrende enn antatt. En annen usikkerhetsfaktor er ferskvannets (Drammenselven) innflytelse på f.eks. yngelavsettingen.

6. Langøya-Horten

Dette området (Fig. 7) grenser mot NV til område nr. 5. Av de foreslåtte lokaliteter vil 2-3 være endel utsatt for vind fra NV til NØ. Fremherskende vindretning i Oslofjorden (i sommerhalvåret ihvertfall) er SV. De 2 foreslåtte anlegg på "Indre Havn" i Horten er usikre, grunnet mulig forurensning og trafikk i havneområdet, men det kan her påregnes forholdsvis høy produktivitet. I forbindelse med kursvirksomhet i sjøforsvarets

avdelinger i Horten, er det i dette området utført vekstforsøk (Halse, 1976). Disse syntes å vise at i skjellenes 1. leveår var veksten noe dårligere, sammenlignet med hva som ellers er målt i Oslofjorden.

7. Tønsberg-Tjøme

I Tønsbergfjorden, på vestsiden av Nøtterø, er det tidligere målt meget god vekst av blåskjell, 60-65 mm i løpet av 16 måneder. De foreslåtte anleggslokaliseringer er muligens for mange totalt (Fig. 8). Grunnet dybdeforhold og vanskelige isforhold, er det ikke foreslått plassering lengst nord i Tønsbergfjorden (Vestfjorden). På østsiden av Nøtterø og Tønsberg er det mange beskyttede lokaliteter, men disse er ofte grunne og er områder med mye båttrafikk. Noe av sjøområdet er militært avsperrert. Der har sjøforsvarets kursvirksomhet (i Horten) drevet vekstforsøk og de fant meget god vekst på blåskjell. De foreslåtte anleggsplasseringer skulle betinge en produksjon på ca. 1000 tonn pr. 1,5 år.

8. Tjøme-Sandefjord

Det definerte sjøområdet (Fig. 9) er på 5700 Ha og oppdelt i 4 fjordavsnitt. Mellom Tjøme og Østerøy er farvannet åpent og bare 3 lokaliteter har utpekt seg som mulige for dyrkingsanlegg. På østsiden av Tjøme er det merket av 6 lokaliteter som skulle kunne gi tilstrekkelig beskyttelse mot vind og sjøgang. God skjellvekst er også forventet i dette avsnittet, men i området er det sterke rekreasjonsinteresser!

Også avsnittet mellom Vesterøya og Østerøya ved Sandefjord er mye benyttet til trilluftsliv. Likevel er det foreslått 5 lokaliteter som skulle egne seg for skjell dyrking. Muligens er de sydligste lokaliteter noe utsatt for vind og sjøgang. I Sandefjords-fjorden er det funnet plass til 4 dyrkingsanlegg. I dette avsnittet er det mer tettbebyggelse, industri og skipstrafikk, slik at de foreslåtte lokaliteter vel er som det maksimum å regne. Likevel, i hele området sett under ett, burde

det ut fra biologiske, topografiske og produksjonsmessige forutsetninger være mulig å produsere i størrelsesorden 1500 tonn blåskjell pr. 1,5 år.

9. Breviksområdet

I det definerte sjøarealet er ikke tatt med Friierfjorden da der er forurensningsbelastning og stor skipstrafikk (Fig. 10). Sjøarealet grenser til område 10 mot syd. Sjøområdet (2000 Ha) regnes som meget produktivt, hvilket også endel forekomster av blåskjell lengst øst tyder på. Det er ikke foreslått lokaliteter i Eidangerfjorden, på grunn av skipstrafikk.

De 8 dyrkingslokalitetene som er foreslått er muligens noe for konsentrert om én del av området. Et par nærliggende lokaliteter kan betraktes som alternativer.

10. Langesund-Mølen

Dette området (Fig. 11) er syd for område nr. 9. Et par av lokalitetene er mer eksponert enn de øvrige. Det definerte sjøområdet er 3600 Ha som gir en teoretisk mulig produksjon på 1100 tonn pr. 1,5 år. Det eksponerte sjøområdet har imidlertid begrenset antall foreslåtte lokaliteter til 7, som også muligens er i overkant av hva som er praktisk mulig. Likevel er det grunnlag for å anta en produksjon på 500-700 tonn.

11. Kragerøområdet

Tidligere har det vært utnyttet endel naturlige forekomster av blåskjell i Kragerødistriktet, både til konsum og til agn. Skjellene ble regnet å være av god kvalitet. Det er ikke blitt foretatt vekstundersøkelser eller beregninger av den naturlige bestand i området.

På Fig. 12 er det foreslått plassert 24 stk. 100 tonns dyrkingsanlegg. Det er i overkant av hva som teoretisk kan "underholdes" med næring til skjellene, derfor blir endel av

lokalitetene å betrakte som alternativer. Også for dette området gjelder at lokalitetene er foreslått like mye ut fra dybde, værbeskyttelse, ikke konflikt med skipstrafikk - som ut fra rent biologiske forhold. Såpass oppdelt som området er, vil det være et vesentlig usikkerhetsmoment. I hele området er det også meget sterke friluftsjøinteressener. Det definerte sjøarealet er beregnet til 7500 Ha, med teoretisk mulig produksjon på 2250 tonn pr. 1,5 år. Private forsøk og produksjon ved ett anlegg (Skagerrak-musling) har gitt positive resultater når det gjelder yngelavsetning og vekst. Likevel regnes at en begrensning til 1500-2000 tonn for hele området vil være nødvendig i overskuelig fremtid.

12. Risør-området

I dette sjøområdet, beregnet til 3400 Ha, vil det kunne bli en betydelig produksjon (Fig. 13). Imidlertid vil det sannsynligvis være endel praktiske hindringer, spesielt væreksponeering og dybdeforhold (forankring). I Sørfjorden er det ikke foreslått noen dyrkingslokaliteter da området er innelukket, med råttent bunnvann som i perioder også kan true organismer nær overflaten. Dyrkingsanlegg på de 9 stedene som er foreslått er kanskje fremdeles 1-2 for mye, av eksponeringsmessige hensyn. En produksjon på 700-900 tonn pr. 1,5 år er ikke urealistisk.

13. Lyngør-Tvedestrand

Også her må det tas betydelig hensyn til væreksponeering og lystbåttrafikk gjennom endel trange sund (Fig. 14). Derfor er anleggslokalitetene blitt konsentrert i det indre området hvor det kan bli en overbelastning.

Området ved Dybvåg har blitt benyttet til skjell dyrking med godt resultat i 15 år. Det er herfra det i alt vesentligste av norskproduserte dyrkede blåskjell har vært levert. Yngelavsetningen har vært noe varierende, men veksten av skjellene har vært god. Omfanget av dyrkingen hittil har vært bare på maksimum 50 tonn pr. 1,5 år. Dyrkerne har av andre hensyn villet

begrense produksjonen, men produksjonen vil kunne mangedobles, kanskje opptil 800 tonn.

I hele området er det sterke friluftts- og rekreasjonsinteresser.

14. Strengereid-Tromøy

Området er lite, men fra flere tiår tilbake har Statens Biologiske Stasjon Flødevigen drevet forsøk der (Fig. 15). På lokalitet "Strengereid" blir blåskjellene 55-60 mm på 16 måneder - og det er blant de høyeste veksthastighetene som er målt ved våre undersøkelser. Området er sterkt trafikkert, men det er funnet plass til 2 stk. 100 tonns anlegg.

15. Tromøy-Fevik

Dette området er sterkt trafikkert og er et rekreasjonsområde for Arendalsregionen (Fig. 16). Også de to utløp fra Nidelva kompliserer de hydrografiske forhold. Forøvrig er området endel utsatt for vær og vind. Når de endelige vurderinger skal gjøres, er det vel tvilsomt om det i praksis kan dyrkes blåskjell der i kommersielt omfang. Imidlertid, sett bort fra disse mulige hindringer, er det produksjonsareal ("skyggeareal") til å kunne produsere 750 tonn blåskjell pr. 1,5 år. Ved en første vurdering er det satt en begrensning på 4 anleggslokaliteter.

16. Grimstad-området

Også her er det sterke frilufttsinteresser. Det er foreslått plassert 8 anlegg, muligens blir det for tett midt i området, men det er der det antas å være de fleste (topografiske) muligheter for plassering (Fig. 17). Et par av lokalitetene må ses på som alternativer. Det er såvidt vites ikke foretatt målinger av vekst og yngelavsetning innen dette området, men det kan neppe være mye forskjellig fra det som er observert ved Flødevigen og Strengereid (område 14).

17. Homborøy-Justøy

Det synes å være få steder der en kan foreslå plassert dyrkingsanlegg av særlig dimensjoner. Lokalitetene er enten for eksponert, eller de er for innelukkede eller trafikkbelastet (Fig. 18). Det er foreslått 7 lokaliteter, og dette må anses som det maksimale innen området. Den foreslåtte lokalitet i Kalvellfjorden er noe tvilsom da strømforholdene kan være for dårlige der. Under forutsetning av "vanlige" forhold vil det kunne produseres 500-700 tonn innen det definerte området.

18. Justøy-Dynge

Området omfatter bl.a. "Blindleia" - et meget benyttet rekreasjonsområde, med betydelig småbåttrafikk i sommermånedene (Fig. 19). Det definerte sjøarealet er beregnet til 1800 Ha, med teoretisk mulighet til å produsere 550 tonn blåskjell pr. 1,5 år. Det er plassert ialt 7 anlegg, et par av dem må anses som alternativer. Det usikre ved dette området er hvor gode strømforholdene er gjennom de mange sund og trange fjordarmer. Hvis strømmen ikke er tilfredsstillende vil det kunne bli nødvendig å fordele produksjonen på flere mindre anlegg på flere lokaliteter. Det er lett å se mulige konflikter med andre brukerinteresser til sjøområdene.

19. Kvaasefjorden-Kristiansand

På grunn av de sterkt utbyggede områder på land, er det usikkert om det er egnet til skjelldyrking. Dertil kommer varierende saltholdighet på grunn av Topdalselva. For hele området (Fig. 20) gjelder at dyrkingsforsøk og vekstundersøkelser må utføres før større investeringer foretas. En annen usikkerhet er muligheten for forurensning fra den metallurgiske industri på vestsiden av Kristiansand. Det er påvist høye konsentrasjoner av tungmetaller i blåskjell, også for steder innen det definerte område (Lorentzen et al., 1975). Tungmetallproblemet måtte vurderes nøye før investeringer i anlegg foretas.

20. Ytre Flekkerøy-Ny Hellesund

Området (Fig. 21) er for en stor del eksponert, de foreslåtte lokaliseringer er marginale, ihvertfall 3-4 av dem. Også dette området er mye benyttet til båttrafikk og rekreasjon om sommeren og for enkelte steder kan det forutses interessekonflikter. Det er ikke foretatt systematiske vekstundersøkelser i området, men veksthastigheten vil sannsynligvis være størst nærmest fastlandet.

Trass i det ovennevnte og ellers forutsatt gode vekstforhold, skulle det være mulig å produsere 500-600 tonn blåskjell pr. 1,5 år.

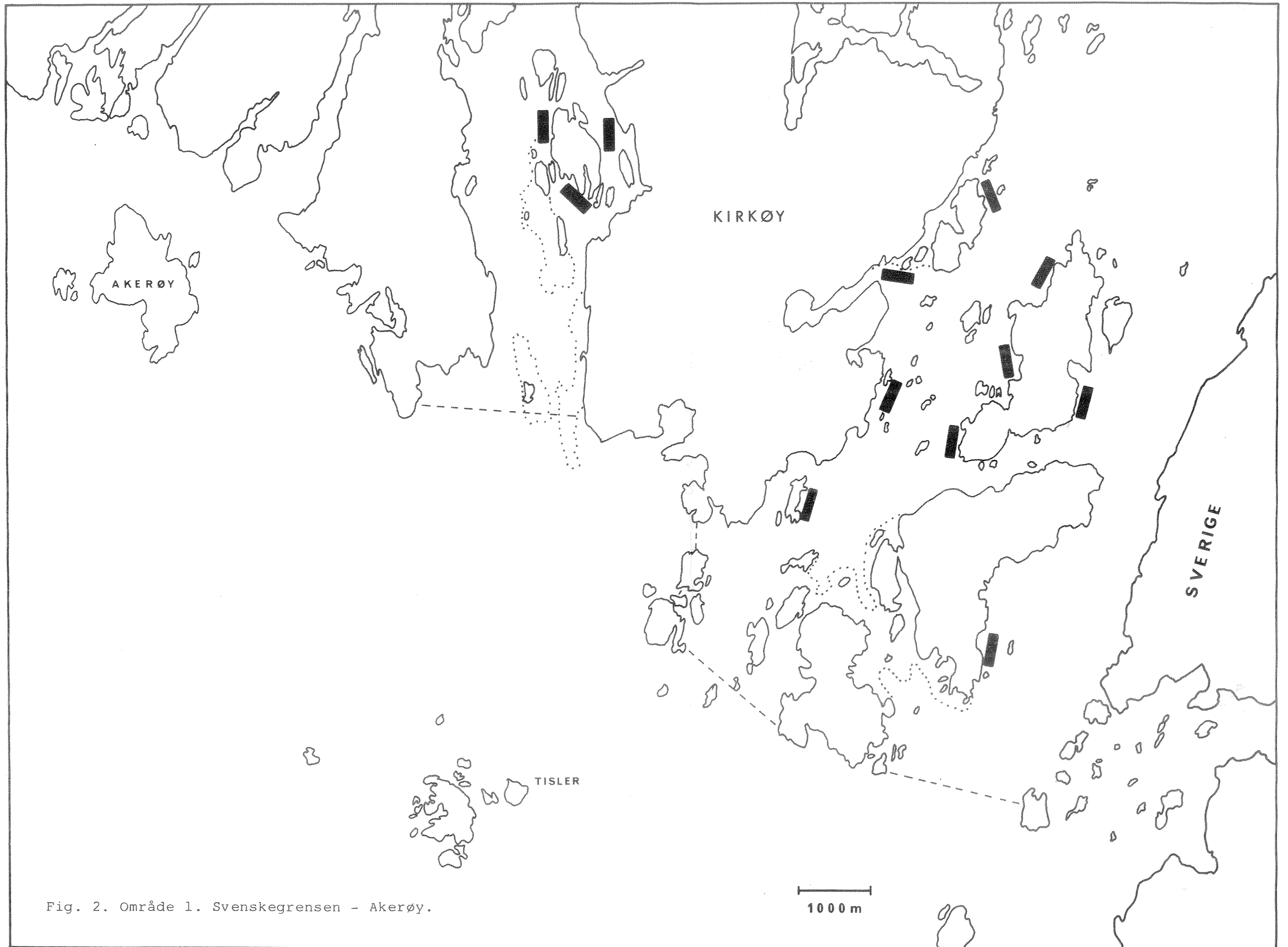


Fig. 2. Område 1. Svenskegrensen - Akerøy.

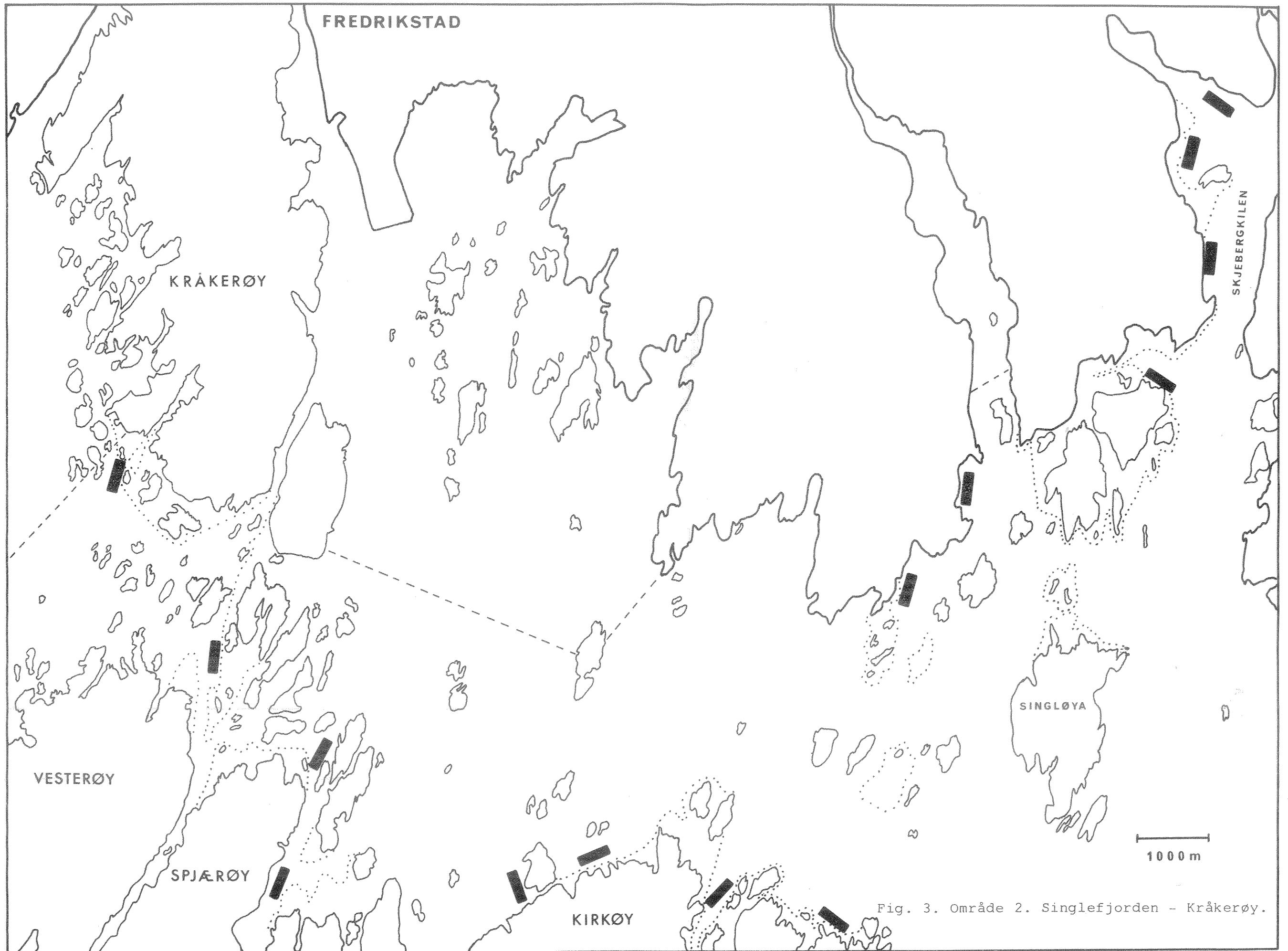


Fig. 3. Område 2. Singlefjorden - Kråkerøy.

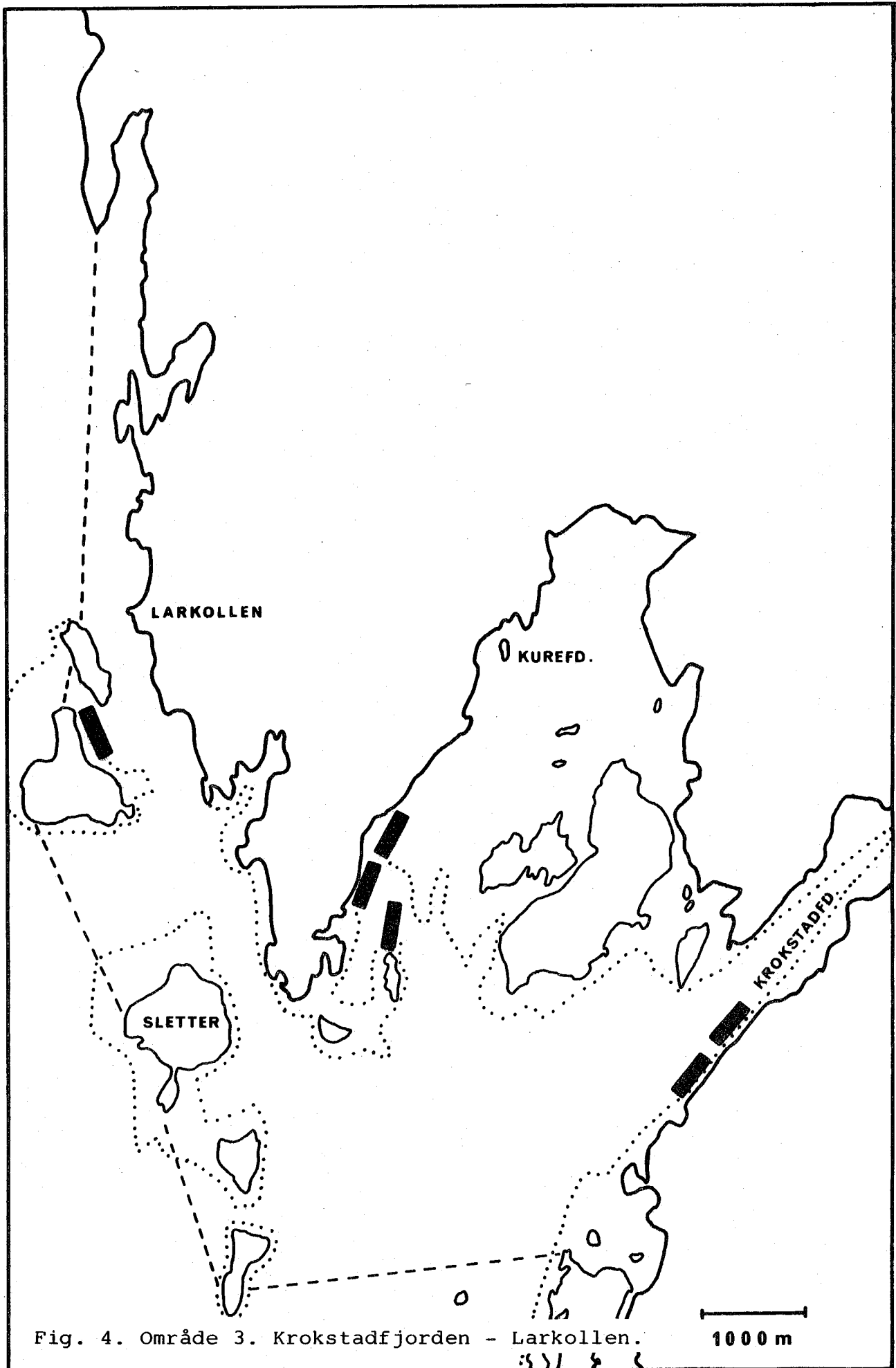


Fig. 4. Område 3. Krokstadsfjorden - Larkollen.

1000 m

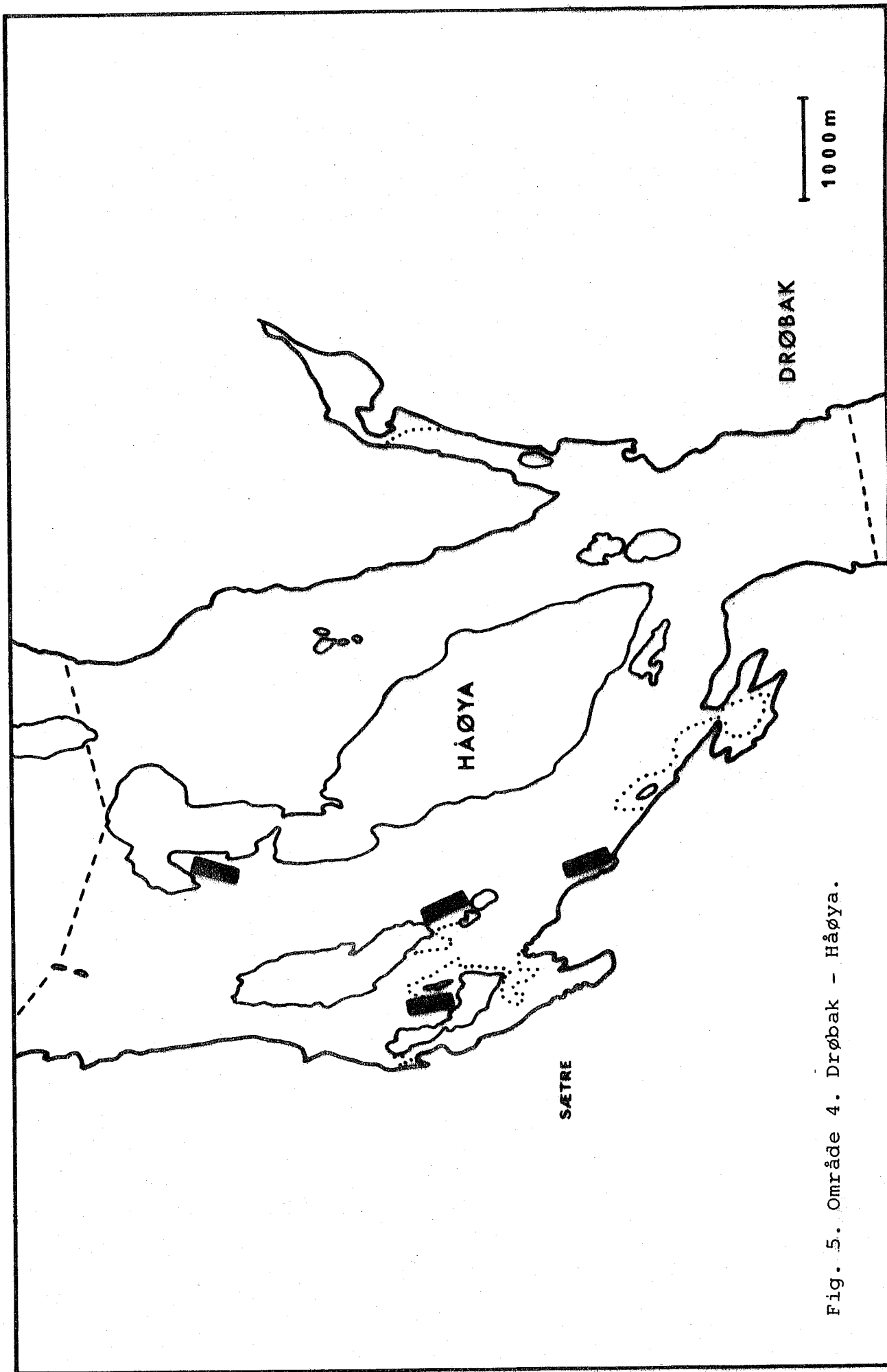


Fig. 5. Område 4. Drøbak - Håøya.

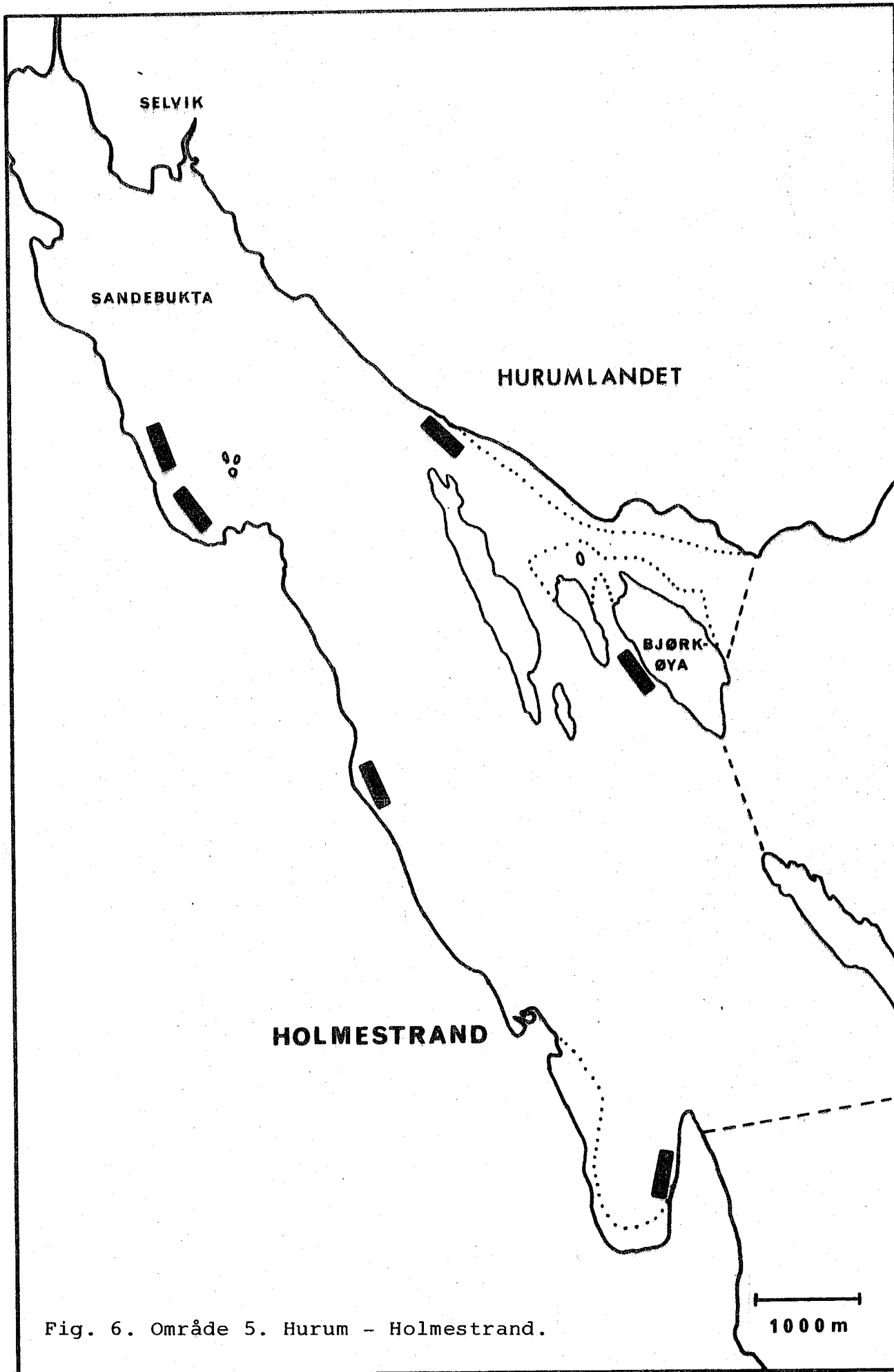


Fig. 6. Område 5. Hurum - Holmestrand.

1000 m

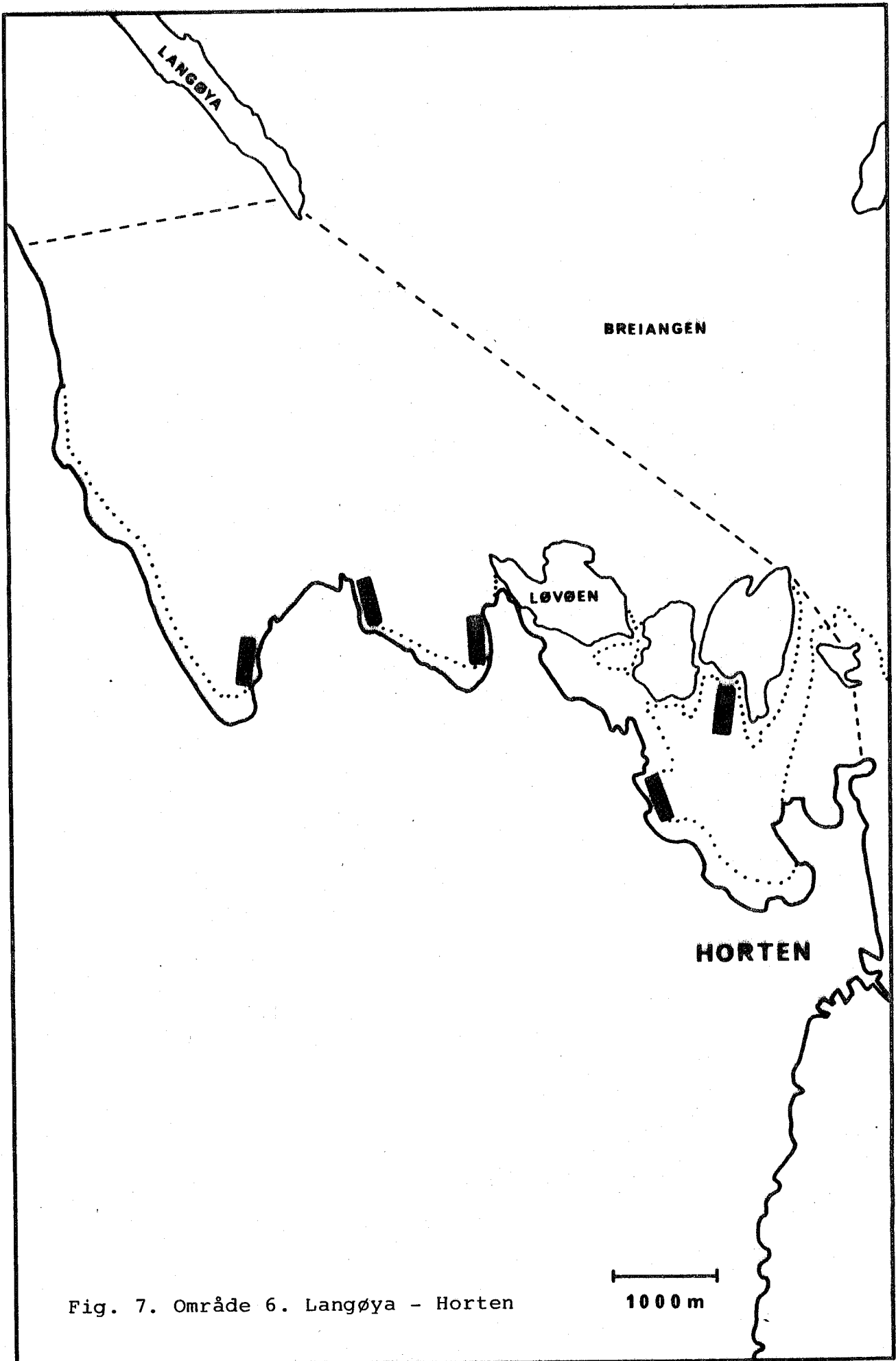


Fig. 7. Område 6. Langøya - Horten

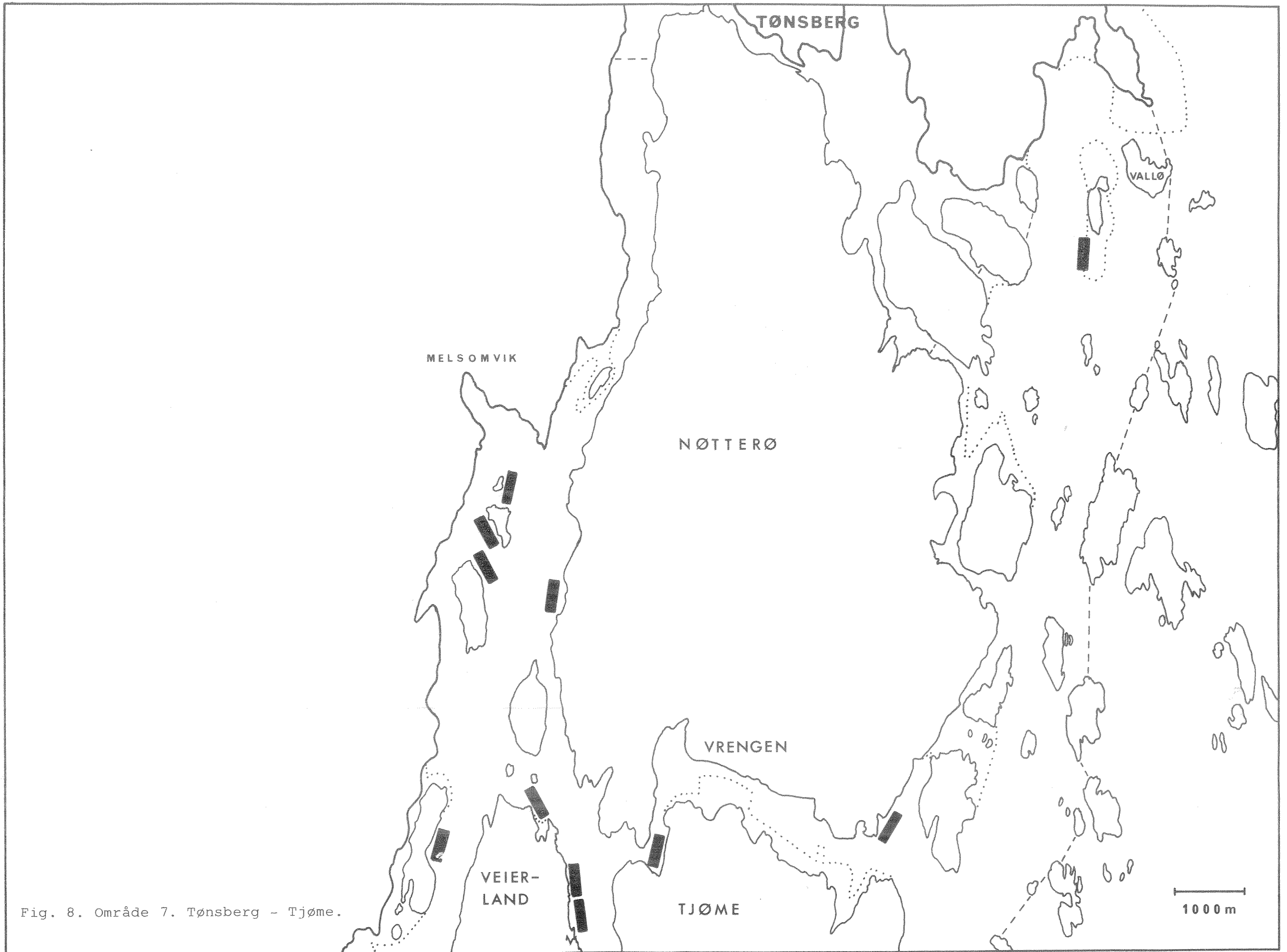


Fig. 8. Område 7. Tønsberg - Tjøme.

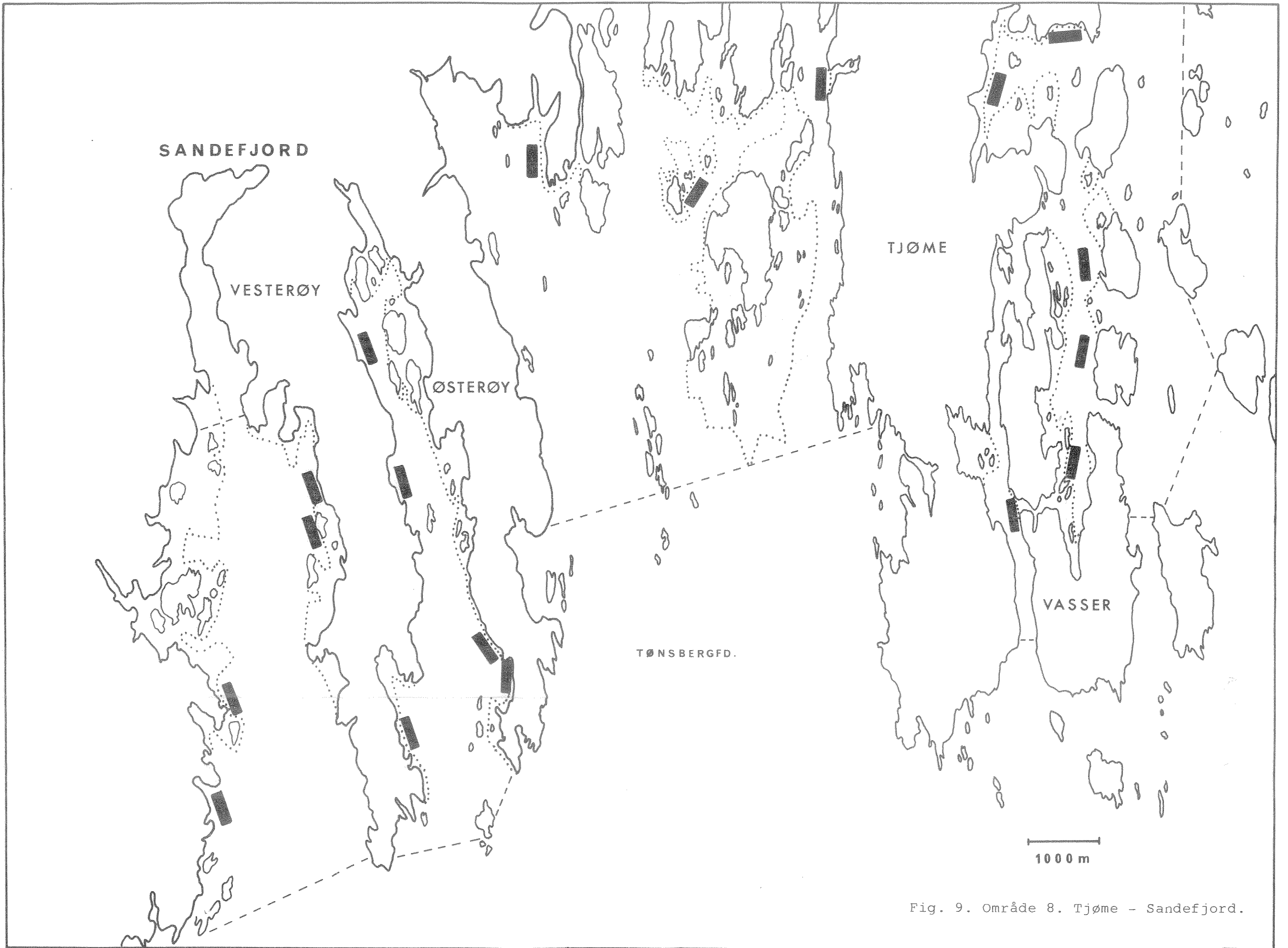


Fig. 9. Område 8. Tjøme - Sandefjord.

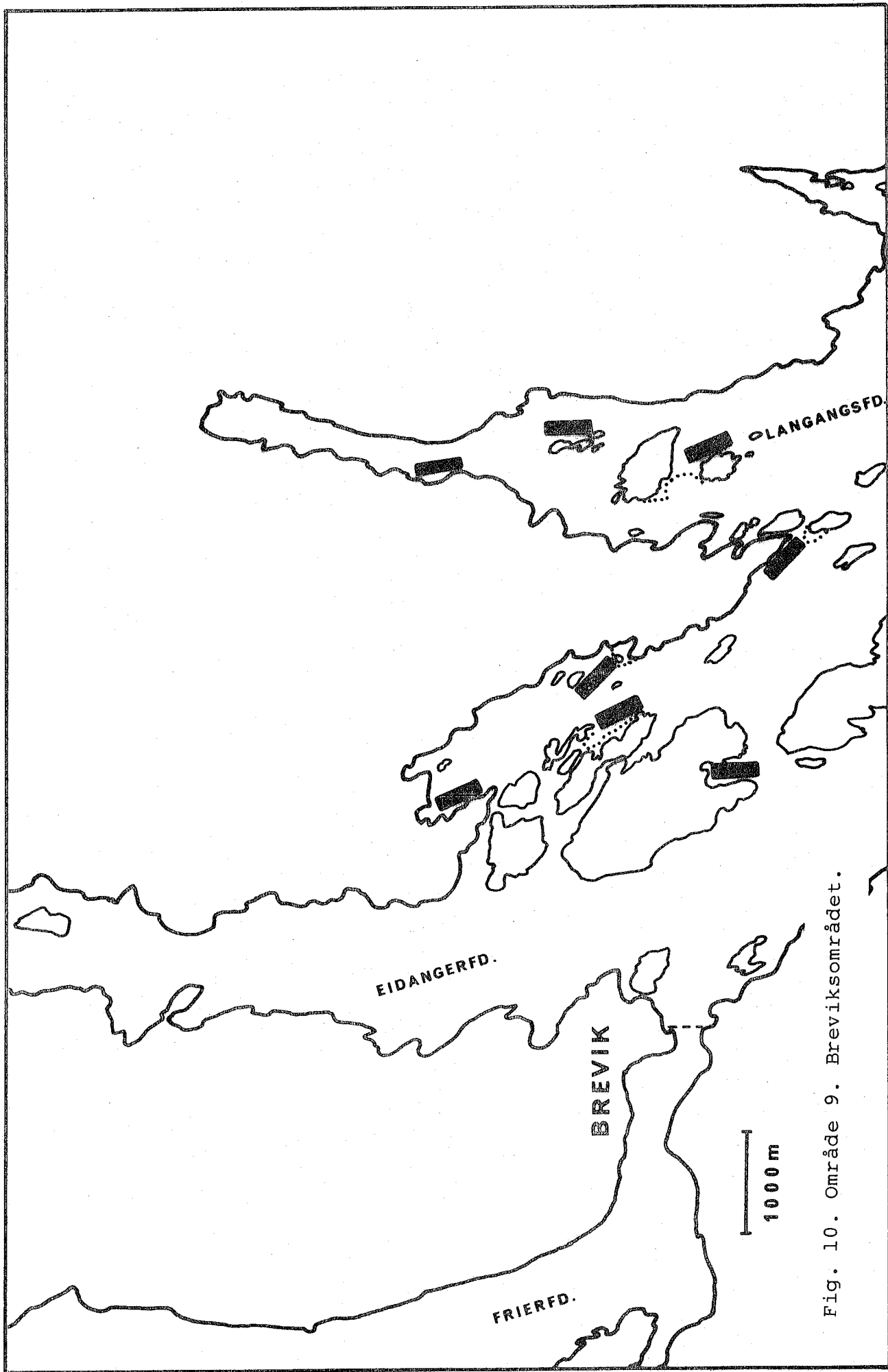


Fig. 10. Område 9. Breviksområdet.

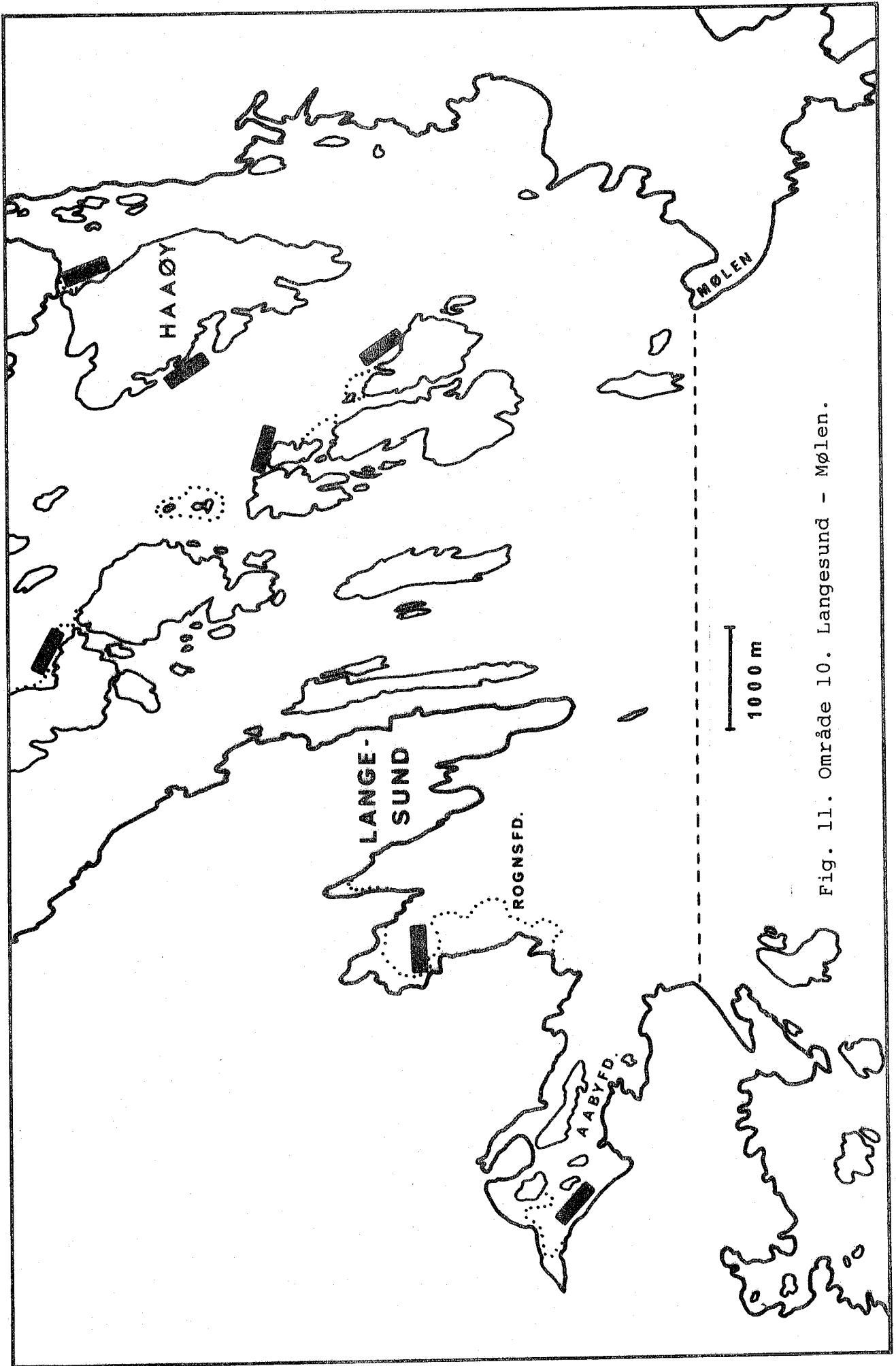


Fig. 11. Område 10. Langesund - Mølen.

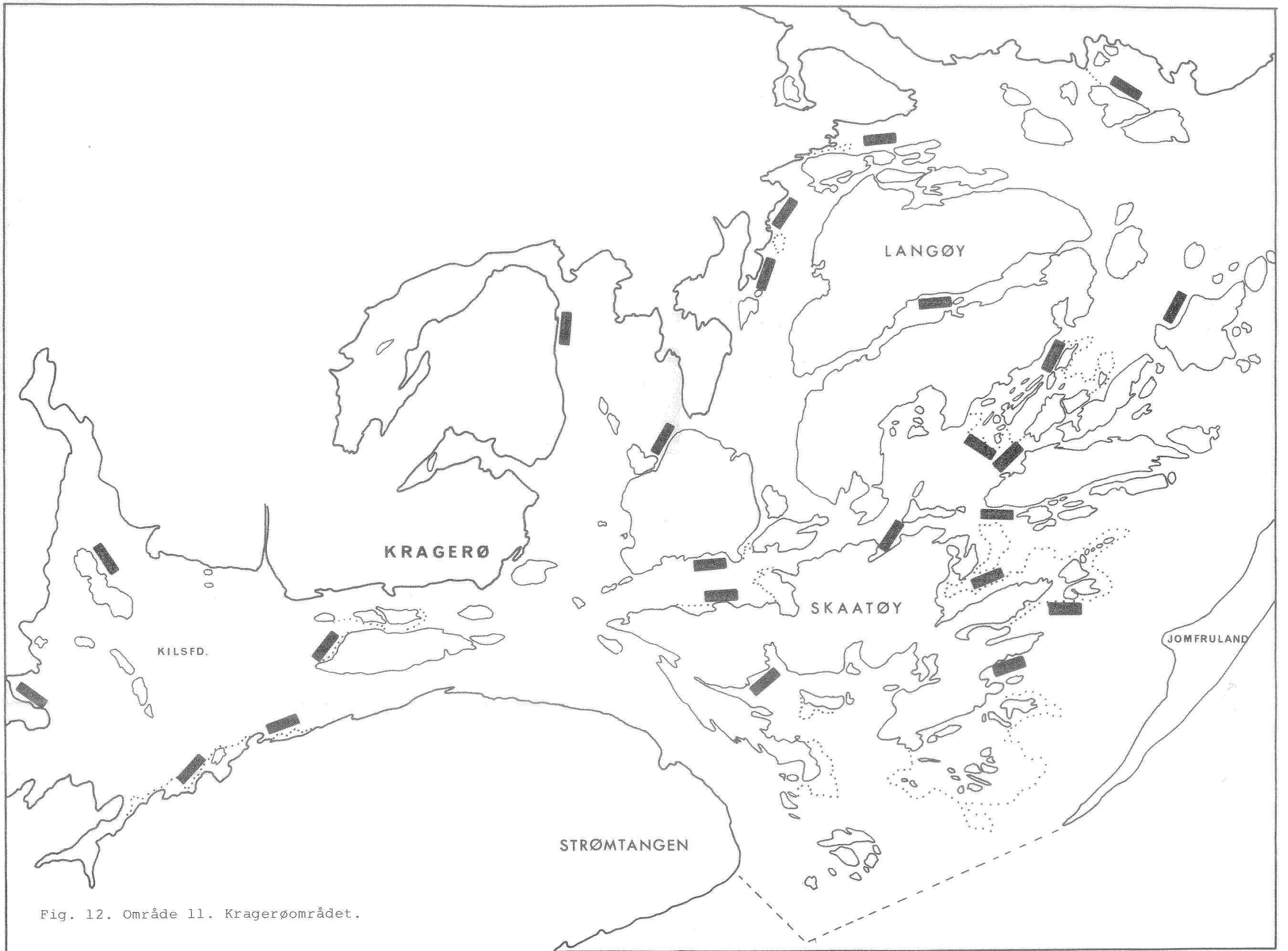


Fig. 12. Område 11. Kragerøområdet.

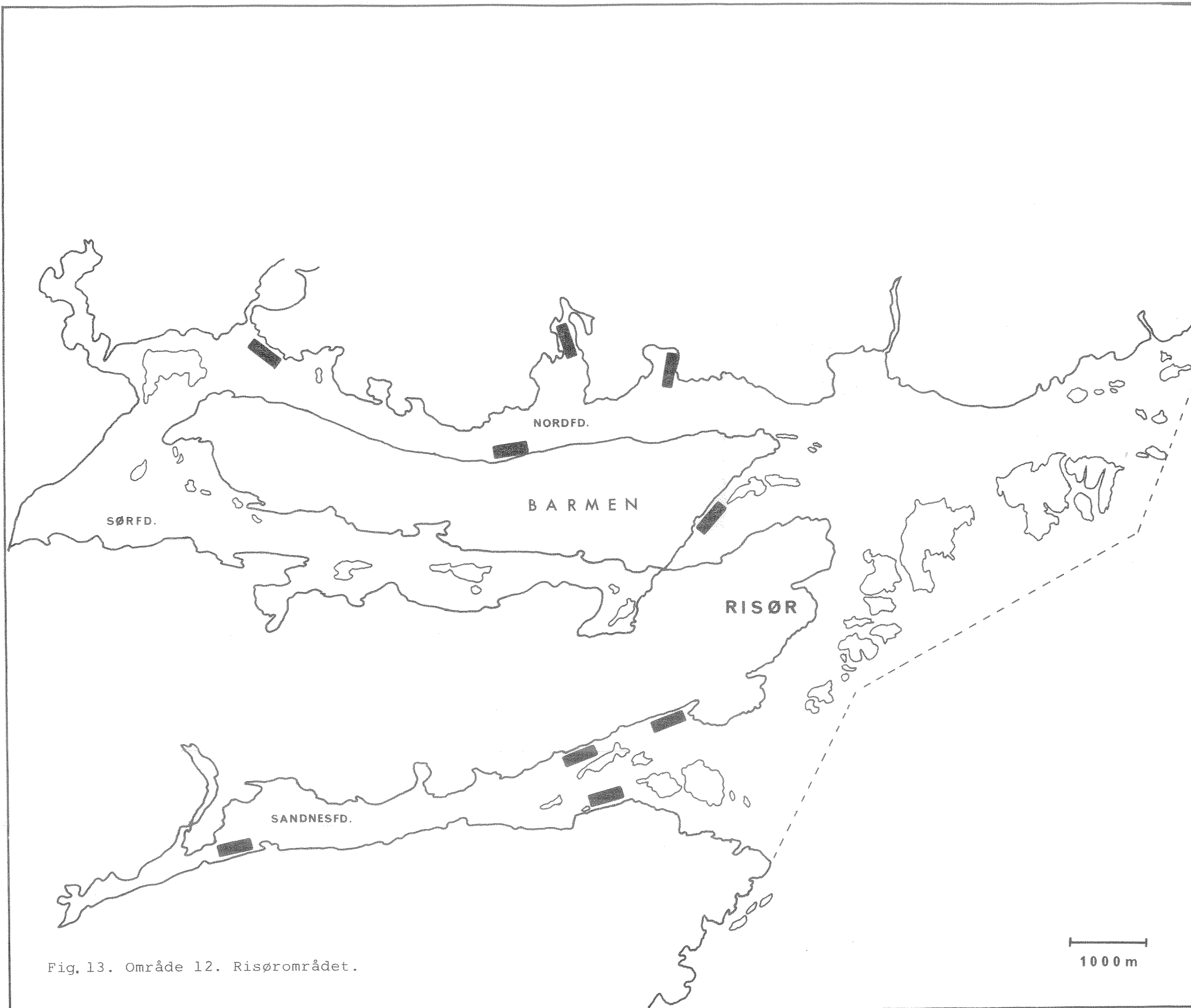


Fig. 13. Område 12. Risørområdet.

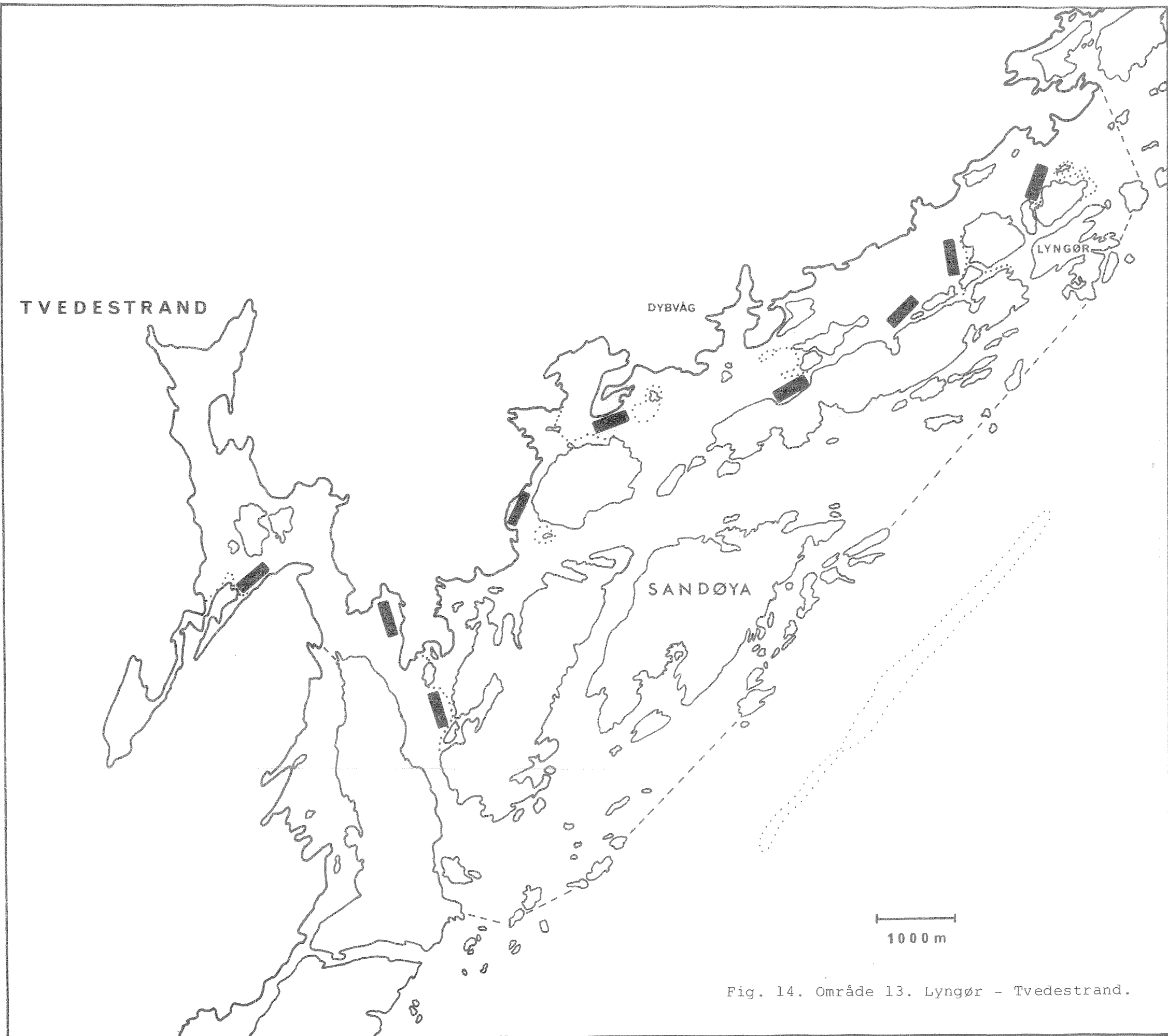


Fig. 14. Område 13. Lyngør - Tvedestrand.

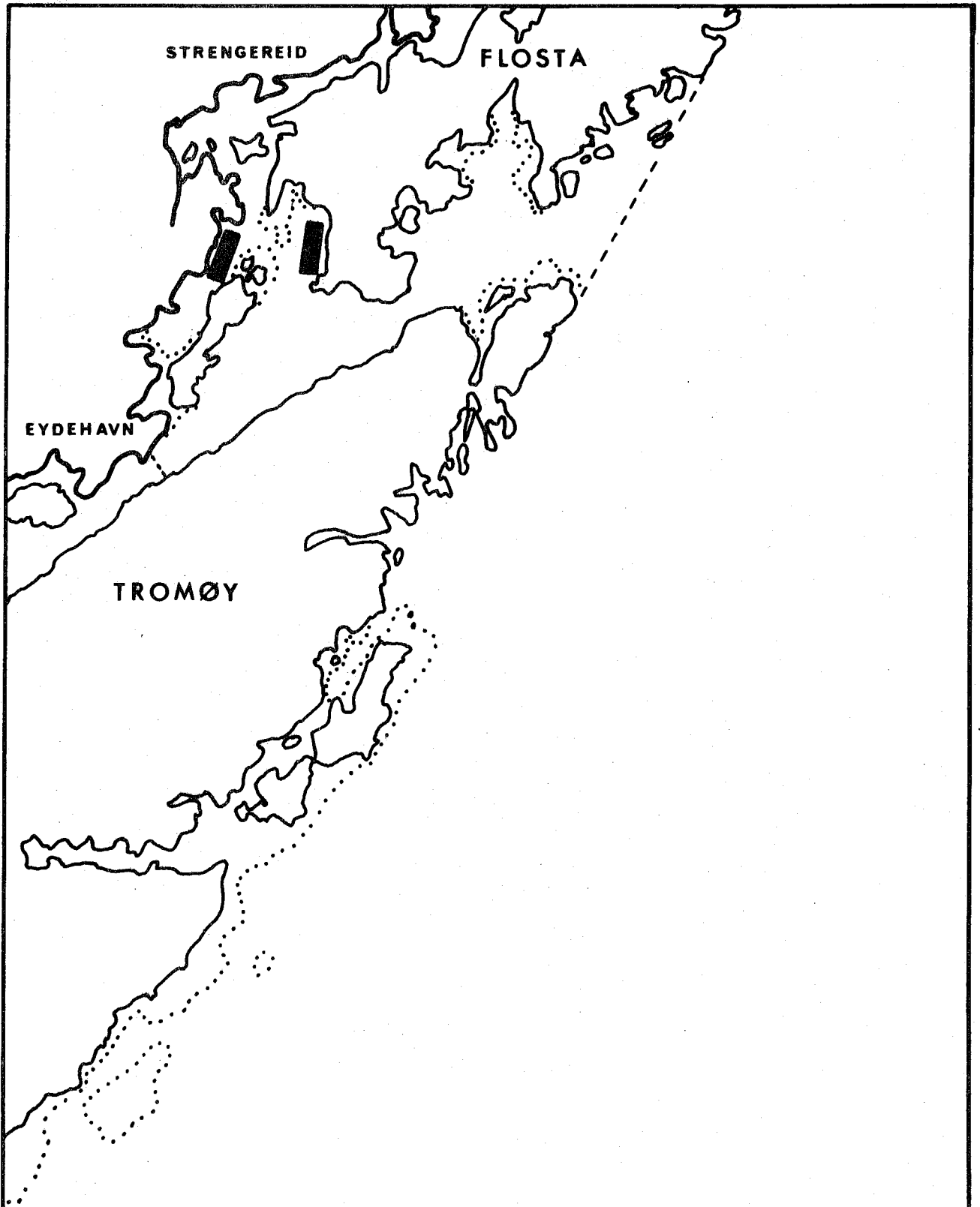


Fig. 15. Område 14. Strengereid - Tromsø.

1000 m

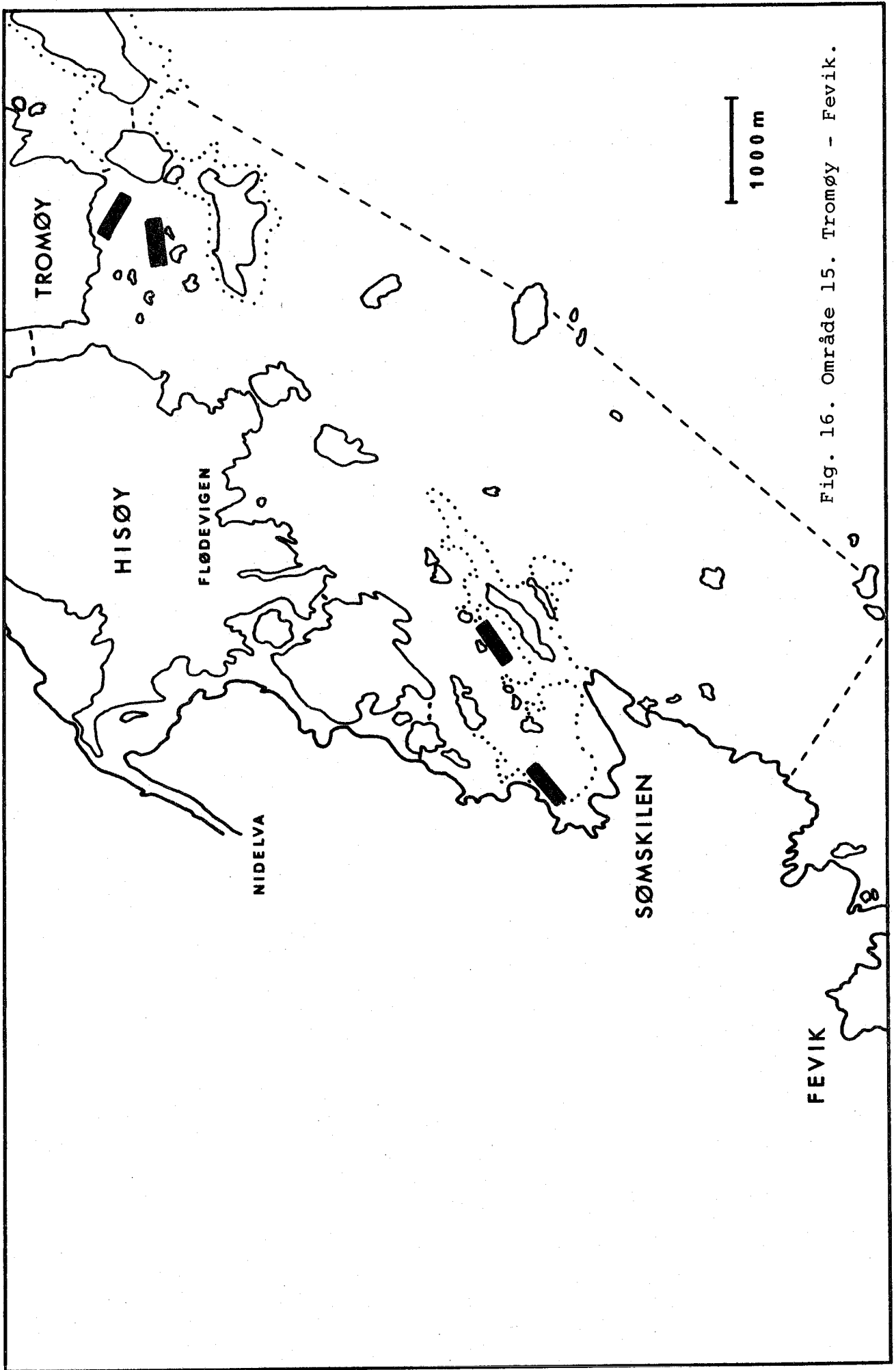


Fig. 16. Område 15. Tromsø - Fevik.

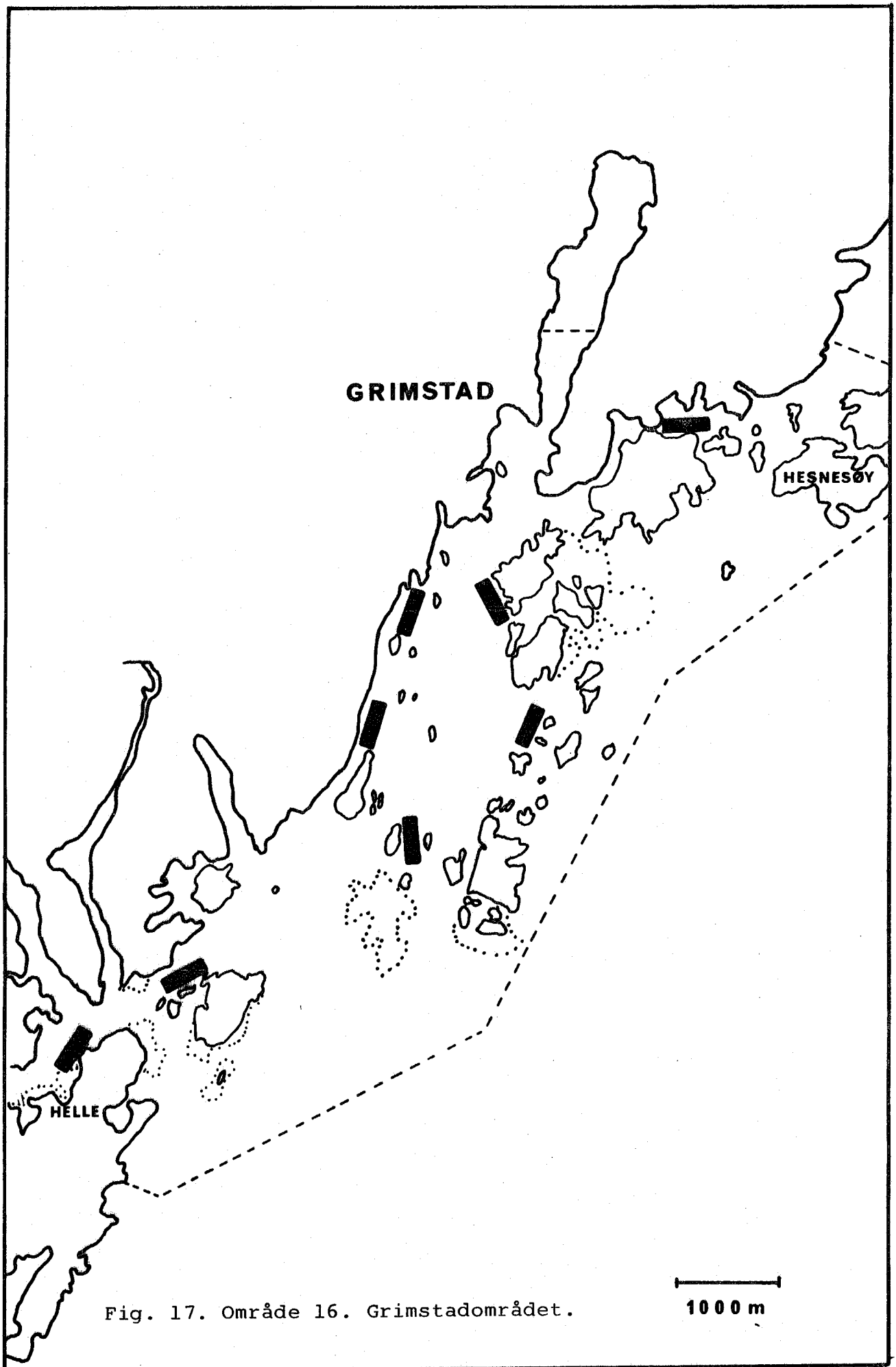


Fig. 17. Område 16. Grimstadorrådet.

1000 m

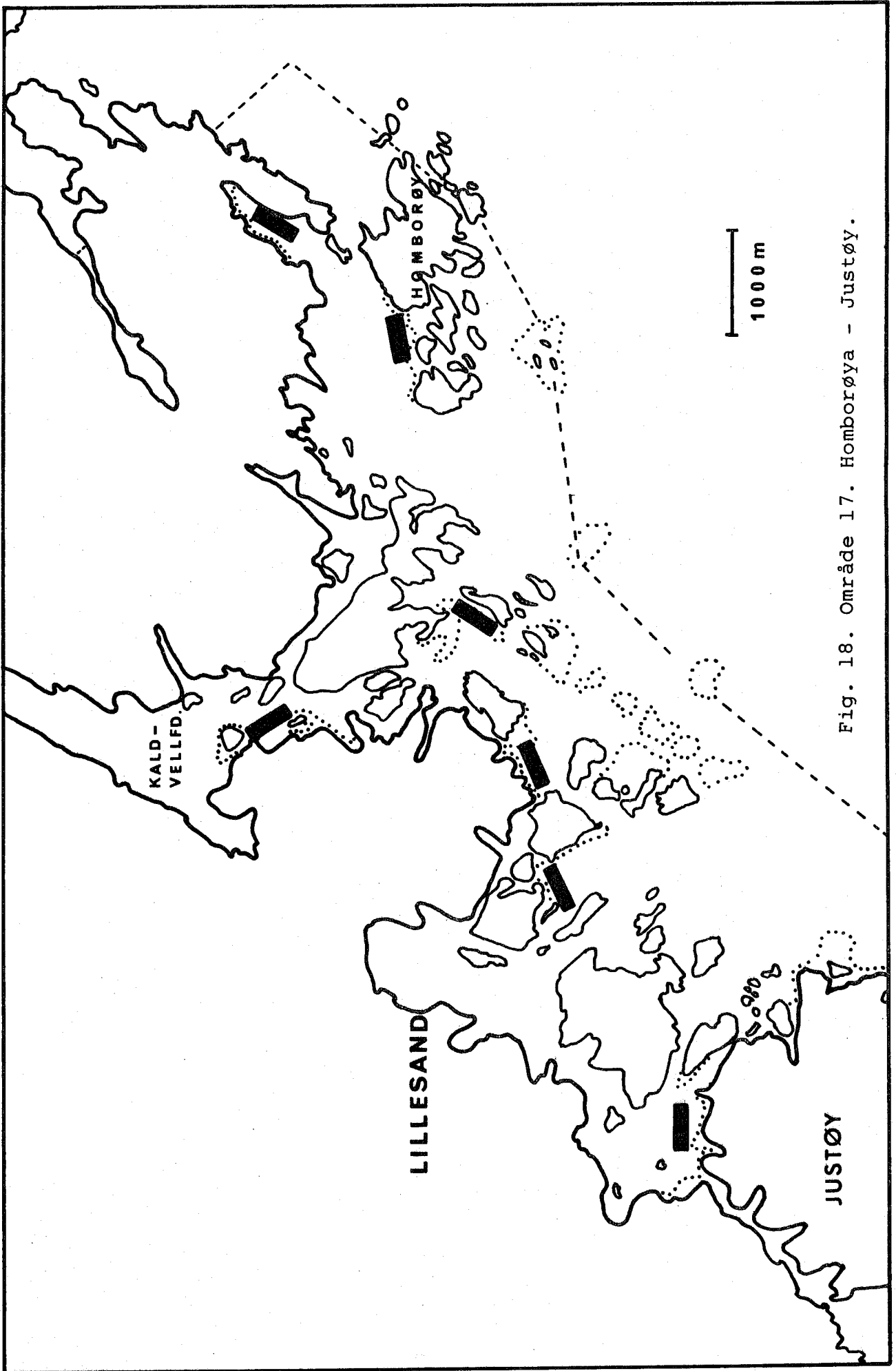


Fig. 18. Område 17. Homborøya - Justøy.

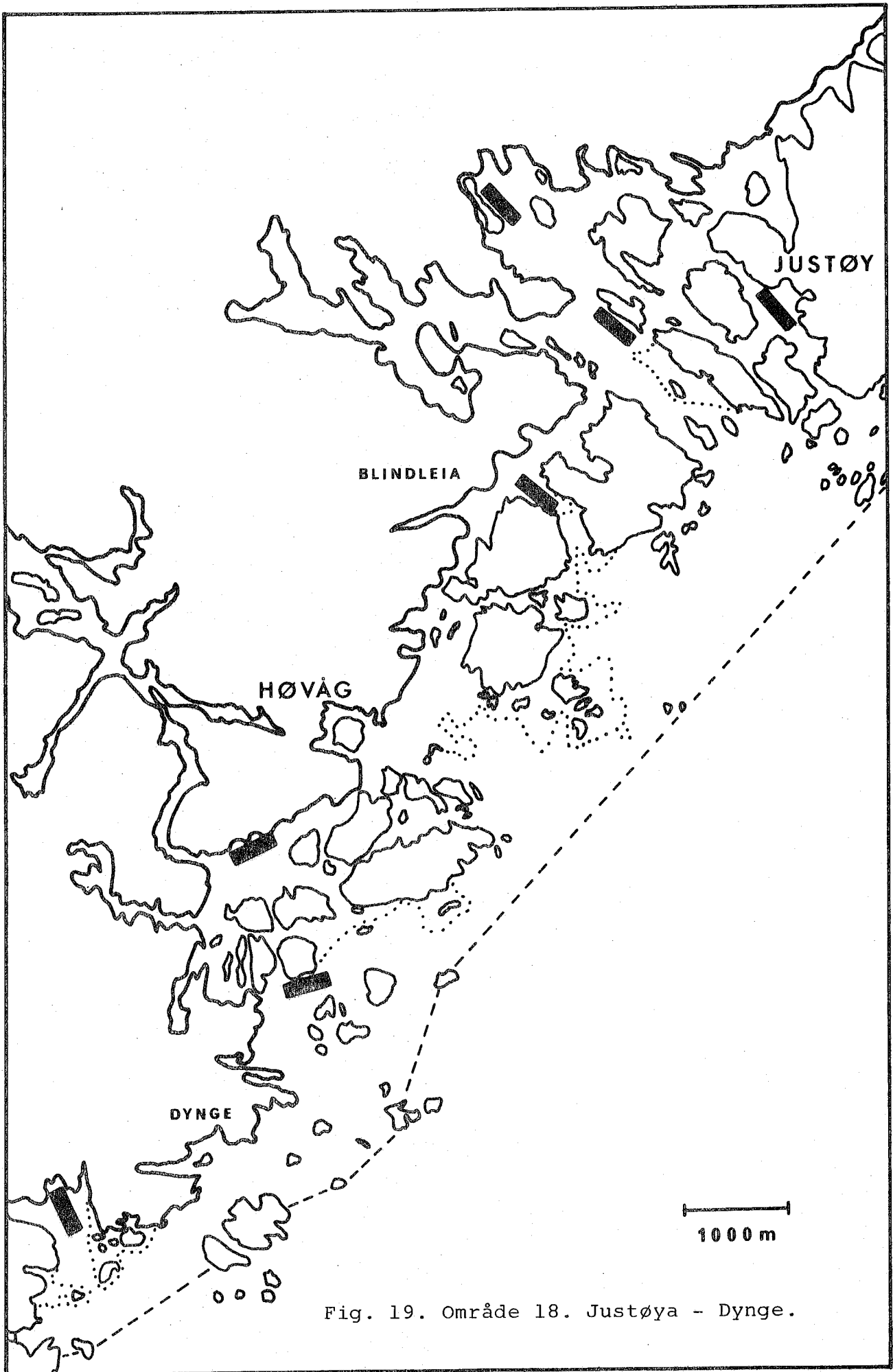


Fig. 19. Område 18. Justøya - Dyngge.

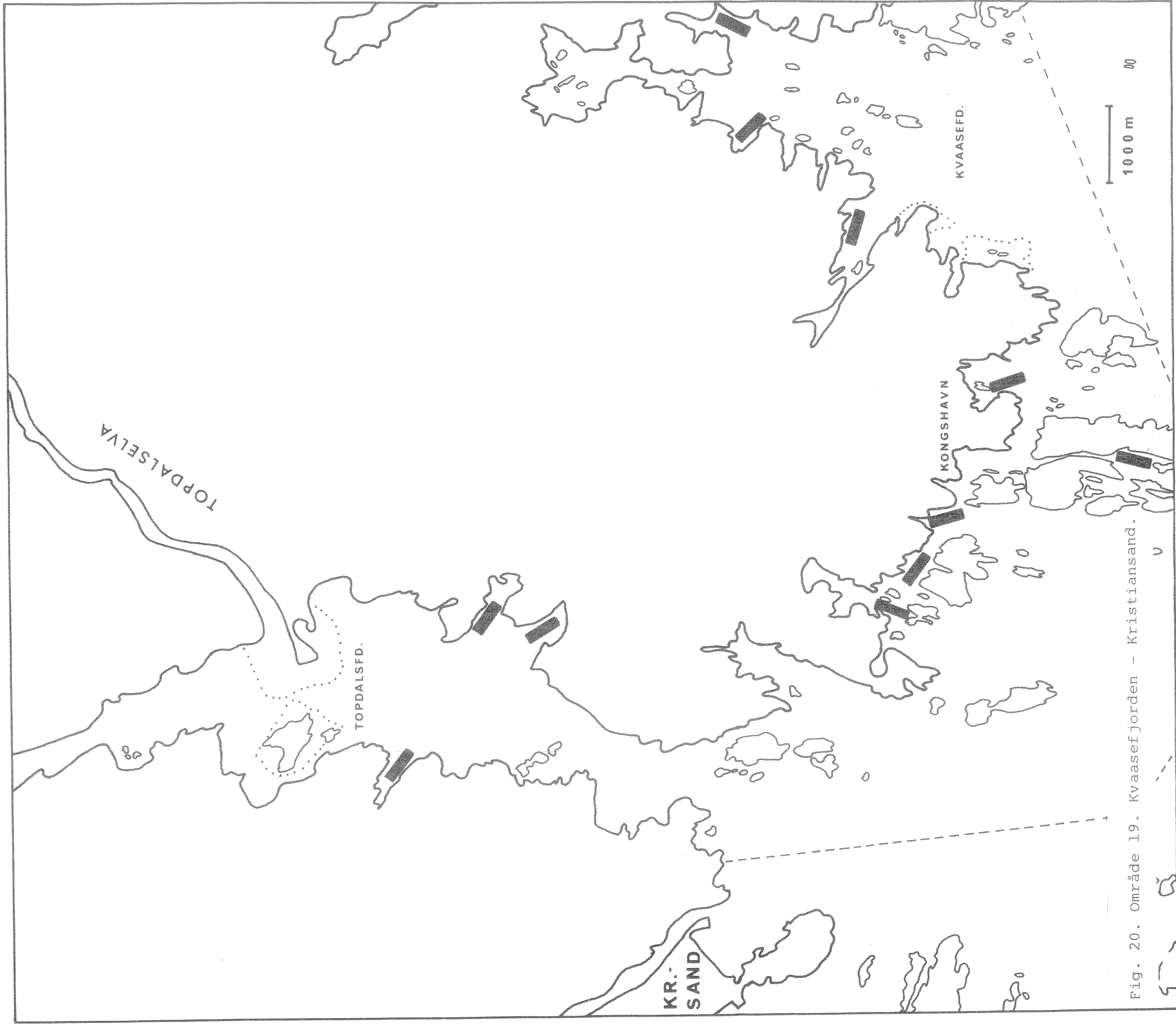


Fig. 20. Område 19. Kvaasefjorden - Kristiansand.

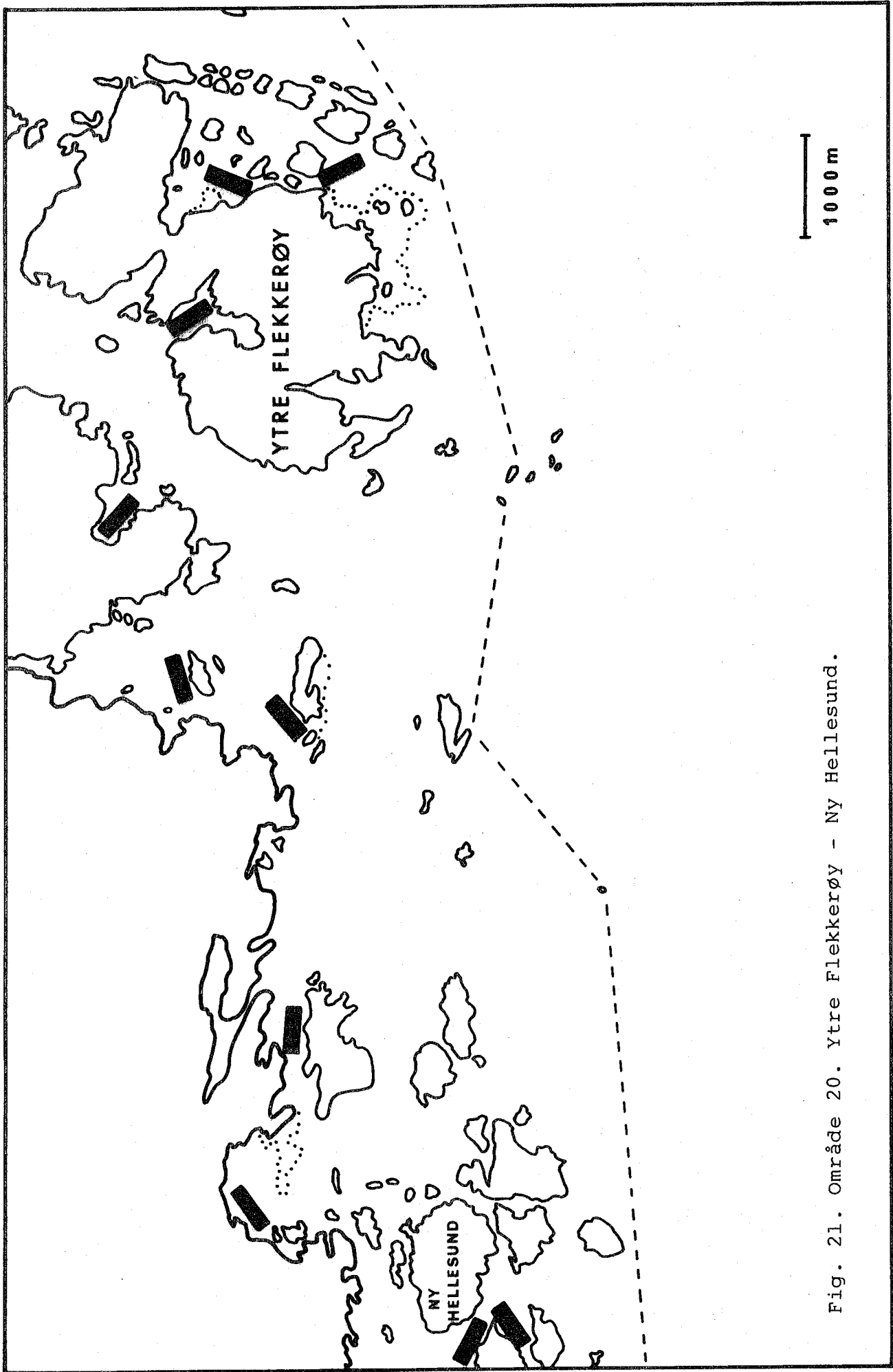


Fig. 21. Område 20. Ytre Flekkerøy - Ny Hellesund.

DISKUSJON OG SAMMENFATNING

De foranstående beregninger og overlegninger er beheftet med betydelig usikkerhet. Trass i det, er de tall som er fremkommet sannsynligvis innenfor rimelighetens grenser.

Likevel er det urealistisk å regne med maksimale kvanta ved hver innhøsting. Vi har sett "magre år", med f.eks. dårlig yngelavsetning, moderat skjellvekst og ærfuglskader. Det vil ofte være endel ting som går dårligere enn forventet.

De følgende 6 miljø- og økologiske faktorer vil kunne bidra til produksjons- og salgssvikt: A: ærfuglskader, B: uvær, C: begroing og beiting, D: dårlig yngelavsetning, E: lav temperatur, F: opptreden av toksiske alger.

Ærfugl river ned skjell og/eller spiser dem opp. Uvær kan gjøre at skjell faller av eller deler av anlegget går tapt. Begroing av andre organismer kan nedsette skjellenes vekst (nærings- og plasskonkurransen) eller det kan vanskeliggjøre størrelses-sortering, og vasking etter innhøsting. Beiting av andre organismer, i første rekke sjøstjerner, kan rasere et anlegg fullstendig. Dårlig yngelavsetning vil kunne gi mindre skjellkvantum. Også ujevn avsetning med dypet vil føre til produksjonsvikt.

Selv om variasjon i vekstforhold fra år til år ikke har vært undersøkt systematisk, har private dyrkere registrert år med dårligere vekst (1983). Dette har vært satt i sammenheng med kaldere og mer næringsfattig vann i kritiske vekstperioder i sommerhalvåret. Det vil føre til utsettelse av innhøsting og belegging av produksjonsapparatet lenger tid enn planlagt og større risiko for tap av skjell. Ved opptreden av toksiske alger vil også planer for innhøsting måtte utsettes. Ved forgiftningstilfelle vil også skjell fra vedkommende distrikt for en periode bli vanskeligere å selge.

Tabell 2. Antatt hyppighet av produksjonstap som følge av de ulike årsaker.

Årsak	Produksjonstap (%)		
	Hvert 3. år	Hvert 5. år	Hvert 7. år
A: Ærfugl	10		
B: Uvær		20	
C: Begroing	10		30
D: Lite yngel	10		
E: Lav temperatur		20	10
F: Toksiske alger		10	

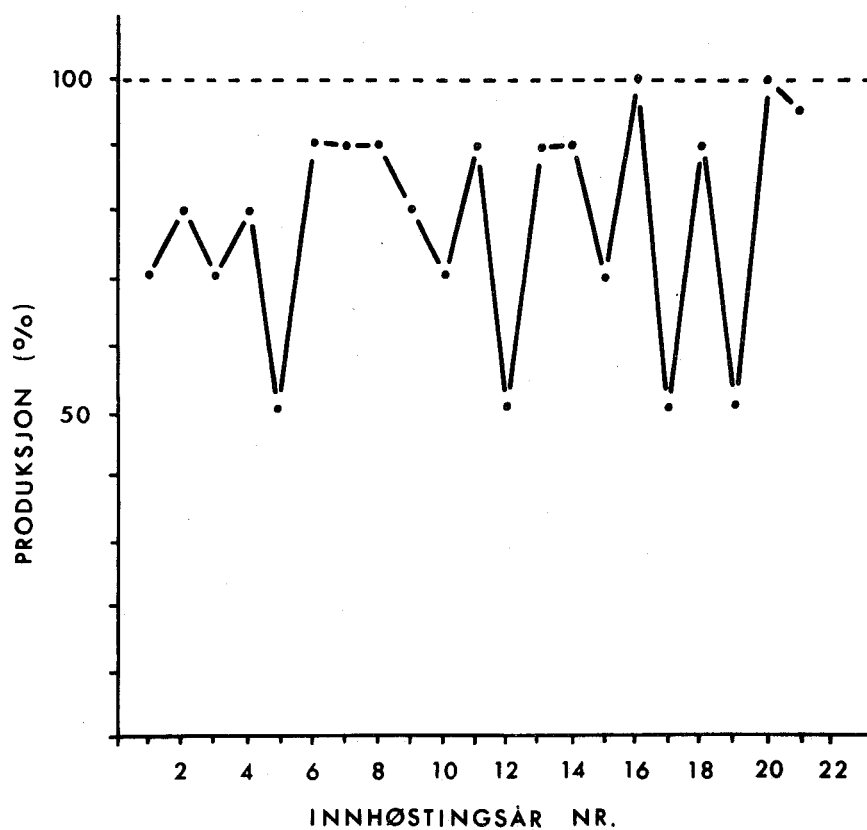


Fig. 22. Produksjon av blåskjell som prosent av teoretisk maksimale verdier.

Det er klart at slike faktorer vil kunne opptre med ulik tyngde og hyppighet, både mellom de ulike kyststrekninger og de ulike kyststrekninger og de ulike lokaliteter. I tabell 2 er det satt opp et overslag over antatte prosentvise produksjonstap av de ulike årsaker og antatt hyppighet når disse måtte opptre. Dette er ikke basert på tallmessige data, men på erfaring og inntrykk fra egne forsøk og opplysninger fra private dyrkere, og må bare betraktes som et regneeksempel. Tabellen er tenkt som et gjennomsnitt for hele kysten. Muligens vil Oslofjorden og Skagerakkysten komme noe heldigere ut.

Ved å betrakte en 21-års driftsperiode og ved tilfeldig å fordele opptreden av produksjonstap fra de ulike årsaker og summere de prosentvise tap for hvert innhøstingsår, fremkommer de reduserte produksjonstall for et 100 tonns-anlegg (Fig. 22). Ved dette regneeksempellet ble gjennomsnittlig produksjon pr. innhøstingsår 78 tonn pr. anlegg. En driftsperiode kan komme til å se slik ut, men den kan bli både bedre og dårligere. Dette antyder at vi må regne med betydelige avlingssvikt år om annet. Bedriften må ha kapitalreserver til å overleve "magre år".

Det er tidligere fremhevet at det er en rekke andre faktorer som begrenser utnyttelse av sjøarealet til dyrking av blåskjell, i første rekke de topografiske forhold. Dette fordi det trenges beskyttelse mot vind og sjø for å hindre at anlegget driver av eller at skjellene faller av ved urolig bevegelse i sjøgang.

En annen begrensning er eventuelle konflikter med friluftts- og ferieinteresser. På denne kyststrekningen er det et utall fritidshus og rekreasjonsområder nær strandlinjen foruten stor lystbåttrafikk. Interessekonflikter vil kunne oppstå ved maksimal utnyttelse av mulige dyrkingslokaliteter.

De økonomiske forhold er holdt utenfor den foreliggende vurdering. Det er imidlertid klart at de sider ved kommersiell utnyttelse av blåskjell som er minst utprøvet her i Norge, er et

teknisk innhøstingsapparat tilpasset norske forhold, håndtering av skjellene på land og de økonomiske muligheter. Endel eksperimentering er foretatt, men mer gjenstår og det er ennå ikke prøvet i full målestokk/omfang.

Under forutsetning av at de tekniske og økonomiske problemer løses, er de grunnlag for å hevde at det går an å produsere i størrelsesorden 10 000 tonn blåskjell pr. år i Oslofjorden og på Skagerrakkysten. Dette vil være et råstoffgrunnlag tilstrekkelig for 3-4 mottaks/foredlingsanlegg. Med dagens priser skulle det tilsi en førstehandsverdi på 10-20 mill. kr. pr. år.

For å få solgt så store mengder blåskjell, må skjellene innen overskuelig fremtid i stor grad eksporteres. De markedsanalyser som allerede er utført i potensielle importland, viser at markedene tildels er store, men at prisnivået er så lavt at inntjeningsévnen for norske produsenter og eksportører dessverre er på grensen til det lønnsomme (Njerne 1973, Dalseg 1978, Anundsen 1980, Eliassen 1981, Helgå 1982). Imidlertid hevdes det fra private interesser at norske kvalitetsskjell vil kunne oppnå tilstrekkelig pris til å gi lønnsom forretning.

Men uansett synspunkter på lønnsom drift, er det avgjørende at anleggsenhetene er store, slik at rasjonelt og kapitalkrevende innhøstings- og foredlingsutstyr kan utnyttes og at flere dyrkere samarbeider om etablering og drift.

LITTERATUR

- Anundsen, T., 1980. Foredling av blåskjell. Statens Teknologiske Institutt, Avd. Vestfold og Telemark, Skien, 14 pp.
- Bjerknes, V., 1981. Skjell dyrking i Norge - produksjon og markeder. Foredrag ved "Fiskeoppdrett '81" Konferanse 1. Norske Fiskeoppdretteres Forening: 27-29.
- Bøhle, B. og K.F. Wiborg, 1967. Forsøk med dyrking av blåskjell *Fiskets Gang*, 53: 391-395.
- Dalseg, H.E., 1978. Matmuslinger, muligheter for Norge. Utviklingsselskapet for Næringsliv på Vestlandet, Bergen, 38 pp.
- Eliassen, S., 1981. Markedet for blåskjell i Europa. Fiskeriteknologiske Forskningsinstitutt, Tromsø. Rapport, 25 pp.
- Halse, T., 1976. Blåskjell dyrking. Rapport 1974/75. Undervisningskontoret ØSD, Horten, 18 pp.
- Helgå, H., 1982. Økologiske og økonomiske forhold for dyrking av blåskjell på Helgeland. Nordlandsforskning, Bodø, NF 3/82 95 pp.
- Lorentzen, I. et al., 1975. Blåskjell (*Mytilus edulis*) benyttet som indikatororganisme for studier av tungmetallfor-edling i en sjøvannsresipient. Agder Distriktshøgskole, Kristiansand, 30 pp.
- Njerve, T.I., 1973. Dyrkede blåskjell, omsetning og markedsmuligheter. Skagerrakfisk S/L, Kristiansand, 22 pp.
- Wiborg, K.F. og B. Bøhle, 1968. Forekomster av matnyttige skjell (Muslinger) i norske kystfarvann (med et tillegg om sjøsnegler). *Fiskets Gang* 54: 128-134 og 149-161. Fisken og Havet, 1968 (1): 1-20.