



O-90141

Resipientundersøking i
Kvinnherad
1990

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: O-90141
Undernummer:
Løpenummer: 2565
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Resipientundersøking i Kvinnherad 1990	Dato: April 1991
	Prosjektnummer: O-90141
Forfatter (e): Håvard Bakke Eivind Oug Lars G. Golmen	Faggruppe: Marin eutrofi
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 62

Oppdragsgiver: Kvinnherad Kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: <p>Rapporten omhandler ei undersøking av resipientforhold ved i alt 13 stasjoner i fjorden ved Kvinnherad i Hordaland. Det er delvis ei oppfølging av tidlegare granskningar i det same området. Det var gode forhold med lite organisk belastning på dei fleste lokalitetar, men teikn til belastning i Høylandssund, og anoksisk og dødt i Opsangervågen. Det er påvist forhøga konsentrasjonar av miljøgifter i sediment ved Husnes, men små effektar på botnfaunaen. Det kan ikkje påvisast vesentlege endringar frå undersøkingar i 1983 og 1987.</p>

4 emneord, norske:

1. Kvinnherad
2. Hydrografi
3. Bunnfauna
4. miljøgifter

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:

Håvard Bakke (sign.)

For administrasjonen:

[Handwritten signature]

ISBN 82-577-1882-3

O-90141

RESIPIENTUNDERSØKING I KVINNHERAD
1990

Bergen april 1991

Håvard Bakke

Eivind Oug

Lars G. Golmen

FØREORD.

I april 1990 lagde NIVA-Vestlandsavdelinga eit framlegg til program for ei resipientgransking i Kvinnherad, og i brev av 11.07.90 gav Kvinnherad kommune NIVA i oppdrag å gjennomføra granskinga i samsvar med programforslaget. Kontaktperson i kommunen har vore miljøkonsulent Arne Gjellan. Avd. ing. Tormod Fossheim var med på ein del av feltarbeidet i august.

Undersøkinga er finansiert av Kvinnherad kommune.

Den praktiske delen av undersøkinga blei gjort i august og oktober (straummåling) 1990. Prosjektleiar H. Bakke og fagassistent Frank A. Kjellberg har utført feltarbeidet. Ein lokal fiskebåt (Magne Tofte) blei leigd inn under feltarbeidet. Forskar Lars G. Golmen har vurdert resultata og skrive avsnittet om straummålingane. Forskar Brage Rygg og forskar Eivind Oug har stått for opparbeiding og analyse og vurdering av botnfauna og Oug har skrive avsnittet om fauna. Alle kjemiske analysar er utført ved laboratoriet til NIVA.

Bergen april 1991

Håvard Bakke
prosjektleiar

INNHALD

SAMANDRAG	1
1. INNLEIING	3
1.1 <u>Bakgrunn</u>	3
1.2 <u>Undersøkingssområde</u>	3
1.3 <u>Forureining</u>	3
1.4 <u>Tidlegare undersøkingar</u>	6
1.5 <u>Mål for undersøkinga</u>	6
1.6 <u>Fagleg innhald</u>	7
2. MATERIALE OG METODAR	9
2.1 <u>Prøveprogram</u>	9
2.2 <u>Hydrografi</u>	9
2.3 <u>Vasskjemi</u>	9
2.4 <u>Sedimentanalyse</u>	9
2.5 <u>Botnfauna</u>	10
2.5.1 Prøvetaking	10
2.5.2 Tallbehandling	10
3. RESULTAT OG DRØFTING	13
3.1 <u>Vertikalprofilar for oksygen, temperatur og salinitet</u>	13
3.2 <u>Sedimentanalysar</u>	14
3.2.1 Organisk materiale	14
3.2.2 PAH og metallanalyser ved Husnes	16
3.3 <u>Kjemisk analyse av vassprøver</u>	18
3.4 <u>Straummåling</u>	19
3.4.1 Tidlegare granskingar	20
3.4.2 Måleresultat	21
3.5 <u>Botnfauna</u>	39
3.5.1 Vurdering av fauna på dei enkelte lokalitetane	43
4. SAMLA VURDERING	48
4.1 <u>Oppsummering av resipientforhold i det undersøkte området</u>	48
4.2 <u>Rosendal og Storsund</u>	48
4.3 <u>Husnes</u>	49
4.4 <u>Sunde og Opsangervåg</u>	50
4.5 <u>Høylandsund</u>	50
4.6 <u>Halsnøy-området</u>	53
LITTERATUR	54
VEDLEGG	

SAMANDRAG

Det er utført ei resipientgransking med i alt 13 målestasjonar i fjordområda i Kvinnherad. Stasjonane var ved Rosendal, Storsund, Husnes, Sunde, Valen og Halsnøy. Ni av stasjonane var med i ei resipientgransking i 1983. Føremålet med granskinga var spesielt:

- Overvaka område som tidlegare er undersøkt, og vurderer utviklinga over tid i desse områda.
- Føreta ei enkel undersøking av nokre miljøgifter nær industriområde på Husnes, og sjå på utviklinga i forhold til tidlegare undersøkingar.
- Vurdera Høylandssundet spesielt i forhold til tilførsler av organisk materiale og næringssalt.

Undersøkinga omfatta målingar av hydrografi, vasskjemi, sedimentanalyse, botnfauna og straummåling. Data til granskinga blei innhenta ved tokt i fjorden i august 1990.

Forholda ved dei fleste stasjonar (K1, K2, K3, K5, K6, K8, K10, og K12) i fjorden var bra med rik og variert fauna, men med teikn til anriking med organisk materiale i Rosendal (K1) og Valen (K5). Faunaen ved K13 var noko spesiell, men forholda elles tyder på gode forhold.

I Opsangervågen (K4) er botn anoksisk og utan dyreliv, slik det også var ved undersøkinga i 1983.

På Husnesvågen (K7, K8 og K9) fann ein både høg organisk belastning og forhøga innhald av metall og PAH nær land. Botnfaunaen på K9 var tydeleg prega av den organiske belastninga, men relativt rik på K7 og K8 og ikkje merkande prega av forureining.

Høylandssund er eit stort terskelbasseng med betydeleg tilsig frå kloakk, landbruk m.m.. Resipientforholda i dag er relativt gode, men i djupbassenget kan ein sjå indikasjonar på organisk belastning, og ein vurderer det slik at tilførslene er omlag på tålegrensa for resipienten.

For dei stasjonane som var med i resipientundersøkinga i 1983 (K1-K9), var forholda svært lite endra i perioden 1983-1990.

1. INNLEIING.

1.1 Bakgrunn

Sjøområda i Kvinnherad er resipient for utslepp frå kloakk, industri, landbruk, akvakultur og andre kjelder. Det er viktig å kjenna tilstanden i resipienten, og å følgja denne i forhold til endringar i tilførsler, rensiltak osv. Kommunen skal no revidera sin kloakkrammeplan, ein arbeider med ein kystzoneplan, det er stor interesse for auka oppdrettsverksemd, og aktuelle samferdselsprosjekt kan påverka resipientforholda. Kommunen ville derfor følgja opp og supplera tidlegare granskingar av resipientforholda (Rygg og Green, 1981, Johannessen og Aabel, 1983, Johannessen og Stensvold, 1986, Næs, 1986 og Hasle, 1988).

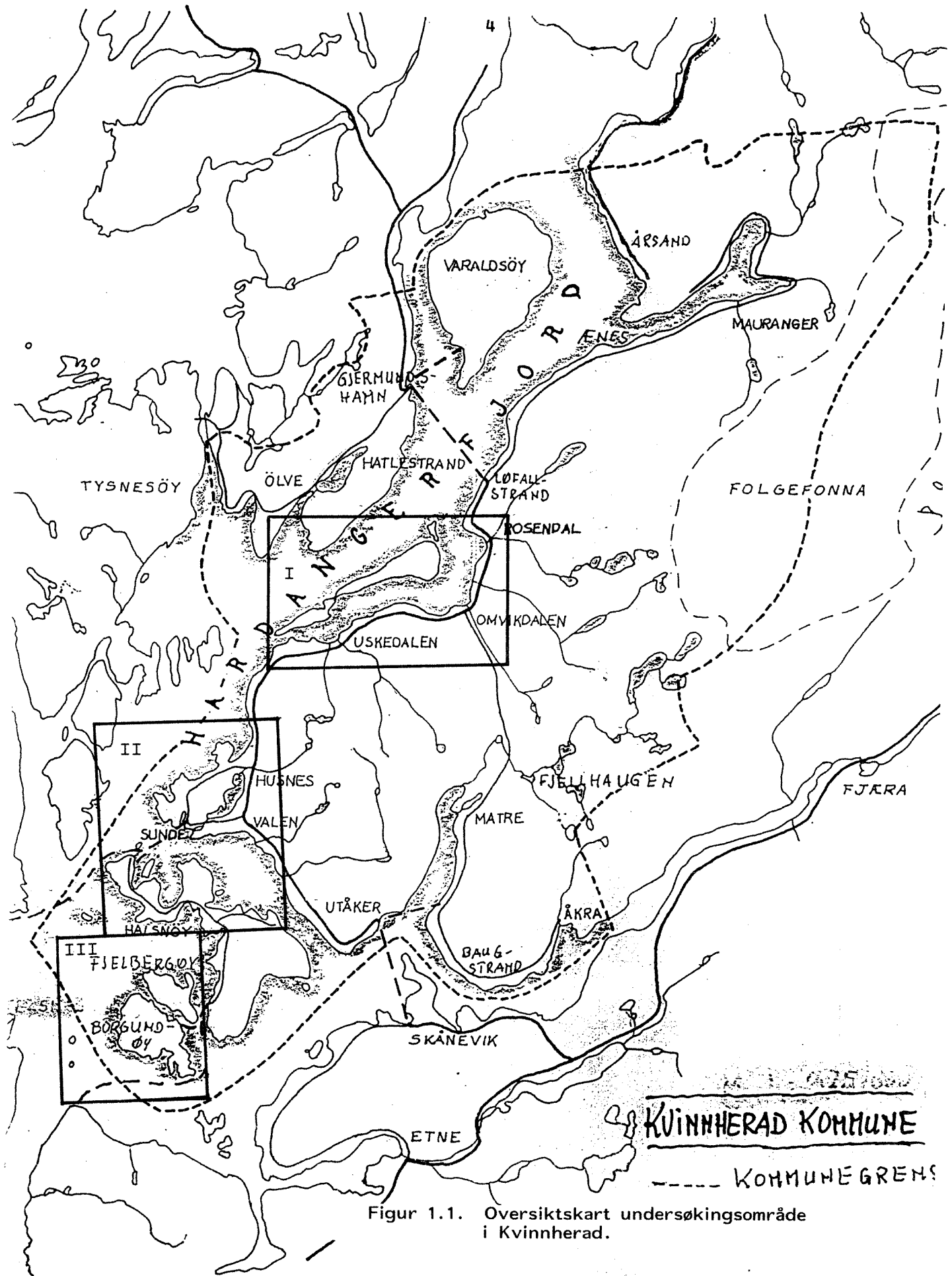
1.2 Undersøkingssområde

Undersøkingssområdet omfattar sørsida av ytre Hardangerfjorden frå Rosendal til Skåneviksfjorden (Figur 1.1 og 1.2). Hovedvekten er lagt på områda ved Husnes, Høylandsundet og Halsnøy. Høylandsundet er spesielt undersøkt fordi det er eit terskelbas-seng som blir tilført kloakk frå omlag 2000 personar og der det er gitt fleire konsesjonar for fiskeoppdrett.

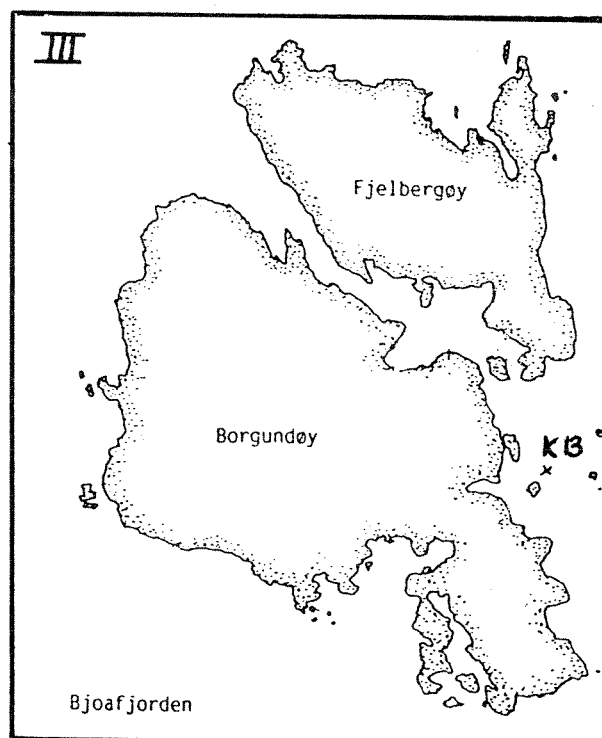
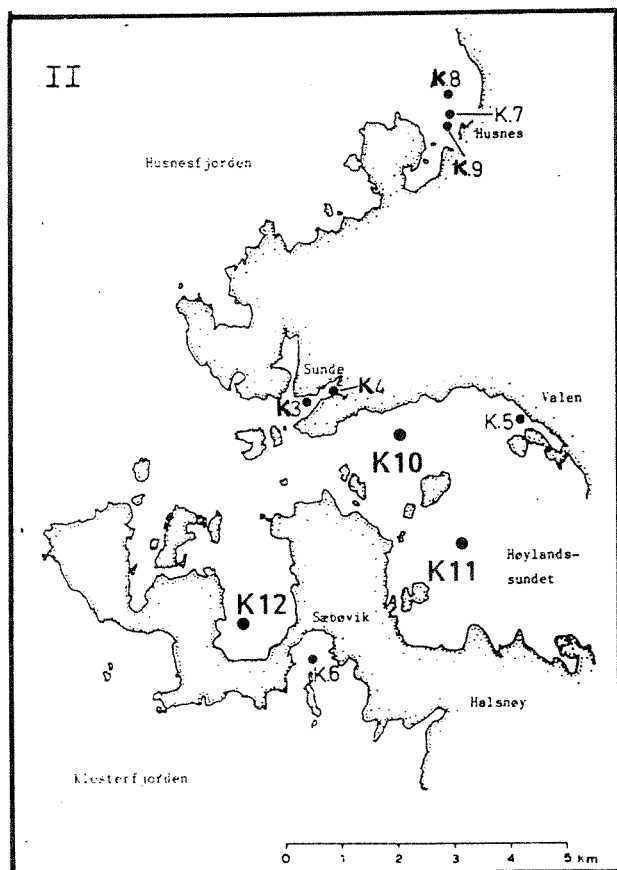
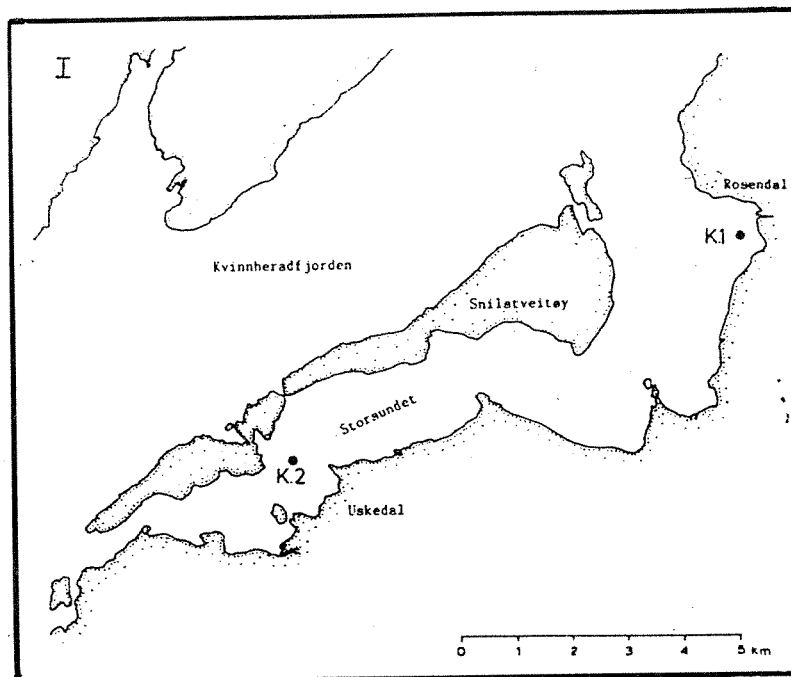
Hardangerfjorden er 180 km lang, og har djup på nær 900 meter. Aust for Varaldsøy er det djup på 660 meter. Ved utløpet av fjorden ved Bømlo er det terskel på rundt 160 meter. Sør av Huglo er ein terskel på 180 meter som gjerne er rekna som terskelen til sjølve Hardangerfjorden. Over terskeldjup reknar ein generelt at fjorden har godt vasskifte. Frå terskelen ved Huglo og innover er volumet av vatn i fjorden om lag 85 km³ over terskel-djupet, og totalt om lag 220 km³ (Golmen m.fl. 1982).

1.3 Forureining

Sjøområdet blir tilført nærings salt og organisk materiale frå kommunal kloakk, landbruk og fiskeoppdrett. Større kommunale utslipp fins ved Rosendal, Husnes, Sunde, Valen og Sæbøvik.



Figur 1.1. Oversiktskart undersøkingsområde i Kvinnherad.



Figur 1.2. Kart over innsamlingsområde med prøvestasjonar markert.

Bedrifta Sør-Norge Aluminium A/S på Husnes har utslepp av prosessvatn til Husnesvågen (Onarheimsvågen) ved Husnes. Dette fører til ei forureining av metall og tjærestoff (polysykliske aromatiske hydrokarboner = PAH) i resipienten.

1.4 Tidlegare undersøkingar

Johannessen og Aabel (1983) undersøkte i 1983 resipientforholda på ni stasjonar. Deira undersøking hadde vekt på botnfauna, men dei gir og data for hydrografi, botnsediment og gruntvassorganismar. Utanfor Husnes vart det målt metallinnhald i botnsedimentet.

Utsleppa frå Sør-Norge Aluminium A/S på Husnes er undersøkt spesielt av Rygg og Green (1981), Næs (1986) og Hasle (1988). Undersøkingane omfatter metall og miljøgifter i sediment og organismar.

I Fjelbergsund er det gjort ein resipientundersøking med vekt på botnfauna (Johannessen og Stensvold 1986) i samband med etablering av fiskeoppdrett.

1.5 Mål for undersøkinga

Undersøkinga skal vera rettleiande for planarbeidet i kommunen. Generelt skal undersøkinga gi ei vurdering av resipientforholda i sjøområdet.

Undersøkinga skal spesielt:

- overvåke lokalitetar som tidligare har vore undersøkt og klarlegge eventuelle endringar. Basis for dette er undersøkinga til Johannessen og Aabel (1983).
- måle innhald av metall og tjærestoff (PAH) i botnsediment i resipienten til Sør-Norge Aluminium A/S og fastslå moglege endringar frå tidlegare undersøkingar.
- klarlegge miljøtilstanden i Høylandsundet og beskrive straum og vasskifte.

1.6 Fagleg innhald

Undersøkinga inneheld fem delelement:

- Hydrografi (måling av temperatur og saltinnhold i vannmassene)
- Vasskjemi (måling av næringssalt (N, P), oksygen og organisk stoff i vannmassene)
- Straummålingar
- Botnsediment (måling av organisk innhald, metaller og PAH)
- Botnfauna

Undersøkinga i vannmassene vil gje informasjon om fordeling og utskifting av vann i området.

Undersøkinga av botnsediment vil gi informasjon om organisk materiale og forureinande stoff. Konsentrasjonane i sedimentet vil variere både med tilførsler og med forhold i sjøområdet som straum, vassutskifting, tersklar, botntype og biologisk aktivitet i botnen. I nokon grad kan ein avgjere kjeldene for organisk materiale frå forholdstall mellom karbon og nitrogen.

Prøvene av botnfauna gir grunnlag for å karakterisere tilstand og beskrive forandringar over tid i undersøkingsområdet. På ein lokalitet vil den totale samansetninga av arter ('samfunn') gjenspegle miljøforholda på staden. Faktorar som botnsedimentets eigenart, straum, sedimenterande materiale, oksygenforhold og miljøgifter vil vera avgjerande for kva arter som fins. Under normale og gode miljøforhold vil mange arter ha livsvilkår slik at samfunnet er prega av høg artsrikdom. Ved forureining eller andre forstyrningar avtar artsrikdomen, men arter som klarer seg, kan finnast i store mengder. Matematiske metoder som beskriv relasjonar mellom artstal og individtal (diversitetsmål), har vist seg utsagnskraftige når det gjeld å karakterisere graden av miljøforstyrningar.

Tabell 1.1. Opplysningar om undersøkte stasjonar i Kvinnherad 21.- 23. august 1990.

Stasjon nr.	Stad	Kartblad (M 711)	UTM- koordinat	Djup m
K1	Rosendal	1214 I	330-535	50
K2	Storsund	1214 I	250-493	180
K3	Sunde	1214 IV	158-375	30
K4	Opsangervåg	1214 IV	164-376	17
K5	Valen	1214 IV	198-367	9
K6	Sæbøvik	1214 IV	156-327	31
K7	Husnes	1214 IV	190-425	27
K8	Husnes	1214 IV	191-429	55
K9	Husnes	1214 IV	190-421	12
K10	Porsvik	1214 IV	181-370	61
K11	Kanelen	1214 IV	189-346	75
K12	Eidsvik	1214 IV	143-335	40
K13	Sydnes	1214 III	158-252	62

2. MATERIALE OG METODAR

2.1 Prøveprogram

Dei undersøkte stasjonane er lista i tabell 1.1 og vist på kart i figur 1.2.

Prøvetaking blei gjort 21.-23. august 1990 med innleigd fiskefartøy. På kvar stasjon blei det gjort hydrografiske målingar, og det blei teke grabbprøver frå botn for kjemisk og biologisk analyse. Ved Husnes blei det teke hydrografi bare på ein stasjon (K8), ikkje på K7 og K9.

Alle kjemiske analysar er gjort ved NIVA sitt laboratorium, i samsvar med metodar etter Norsk Standard. PAH blei bestemt med gaskromatograf etter ekstraksjon med cycloheksan.

2.2 Hydrografi

På alle stasjonar utanom K7 og K9 blei følgjande parametrar målt i vassøyla frå overflate til botn : Temperatur, salinitet, og oksygenmetning. Målingane er gjort med saliterm-sonde med 90 meter kabel og oksygen-sonde (YSI) med 60 meter kabel. Som korrektiv blei det ved kvar stasjon i tillegg analysert 1 eller 2 prøver for oksygen med Winkler-titrering. Avviket frå sonde-målingane var i alle tilfelle innanfor 5 % margin, og verdiane frå sonde-målingane er brukt i rapporten.

2.3 Vasskjemi

Med vannhentar blei det teke prøve 1-5 meter over botn på kvar stasjon for analyse av fosfor (tot-P), nitrogen (tot-N) og organisk stoff (TOC).

2.4 Sedimentanalyse

Det blei tatt sedimentprøve på alle stasjonar med Day-grabb, eller Petersen-grabb saman med prøvene for botnfauna (jfr. kap. 2.5). Prøvene blei tekne ut på toppen av grabben, og representerer dei øvste 0-2 cm av sedimentet. Sedimentprøvene blei visuelt og luktmessig

bedømt, og analysert for innhald av TOC og tot-N. Analysen er gjort på ei blandprøve av sediment frå 3-5 grabbhogg på kvar stasjon.

Analysene blei utført ved CHN-elementanalysator. Uorganisk karbon vart fjerna ved surgjøring.

På stasjonane ved Husnes (K7-K9) blei det tatt prøver for analyse av metall (aluminium, kadmium, sink, bly og koppar) og tjærestoffer (polysykliske aromatiske hydrokarboner = PAH). Også disse prøvene blei tatt med grabb. Det vart gjort ei rekke forsøk på å ta prøvene med kjerneprøvetaker ('Niemisto'-corer), men dette lykkast ikkje fordi sedimentet var for grovt og hadde mykje stein.

2.5 Botnfauna

2.5.1 Prøvetaking

Prøvene blei tatt med botngrabb av 'Day'-type eller 'Petersen'-type. Begge grabbane tar ei prøve på 0.1 m². 'Day'-grabben har dei to grabbkjeftene montert i eit rammeverk som sikrer at grabben står stabilt på botnen og grev rett ned. Denne grabben gir gode prøver på normale og faste sandholdige botn. På svært blaut botn blei 'Petersen'-grabben nytta.

På dei fleste stasjonane blei det tatt fem parallelle prøver, men der stein i botnen vanskeleggjorde prøvetakinga, blei det tatt færre paralleller.

Prøvene blei sikta på 5 og 1 mm sikter og siktematerialet konservert i 4 % nøytralisert formaldehydløsning. Parallellprøvene blei slått saman i vidare bearbeiding. I laboratoriet blei dyra sortert frå siktematerialet, identifiserte og talde.

2.5.2 Tallbehandling

Det er nytta to matematiske metodar for å uttrykke artsmangfald (diversitet) i dyresamfunnet:

Shannon-Wiener indeks (H'). Indeksen gir eit mål for prøvens 'rikdom' og vil øke i talverdi ved økande antal arter og når individa er jevnt fordelt mellom artene. Høgt artsmangfald, som gjenspeglar gode miljøforhold, vert representert ved verdiar > 3.1 . Indeksens minimumsverdi er null.

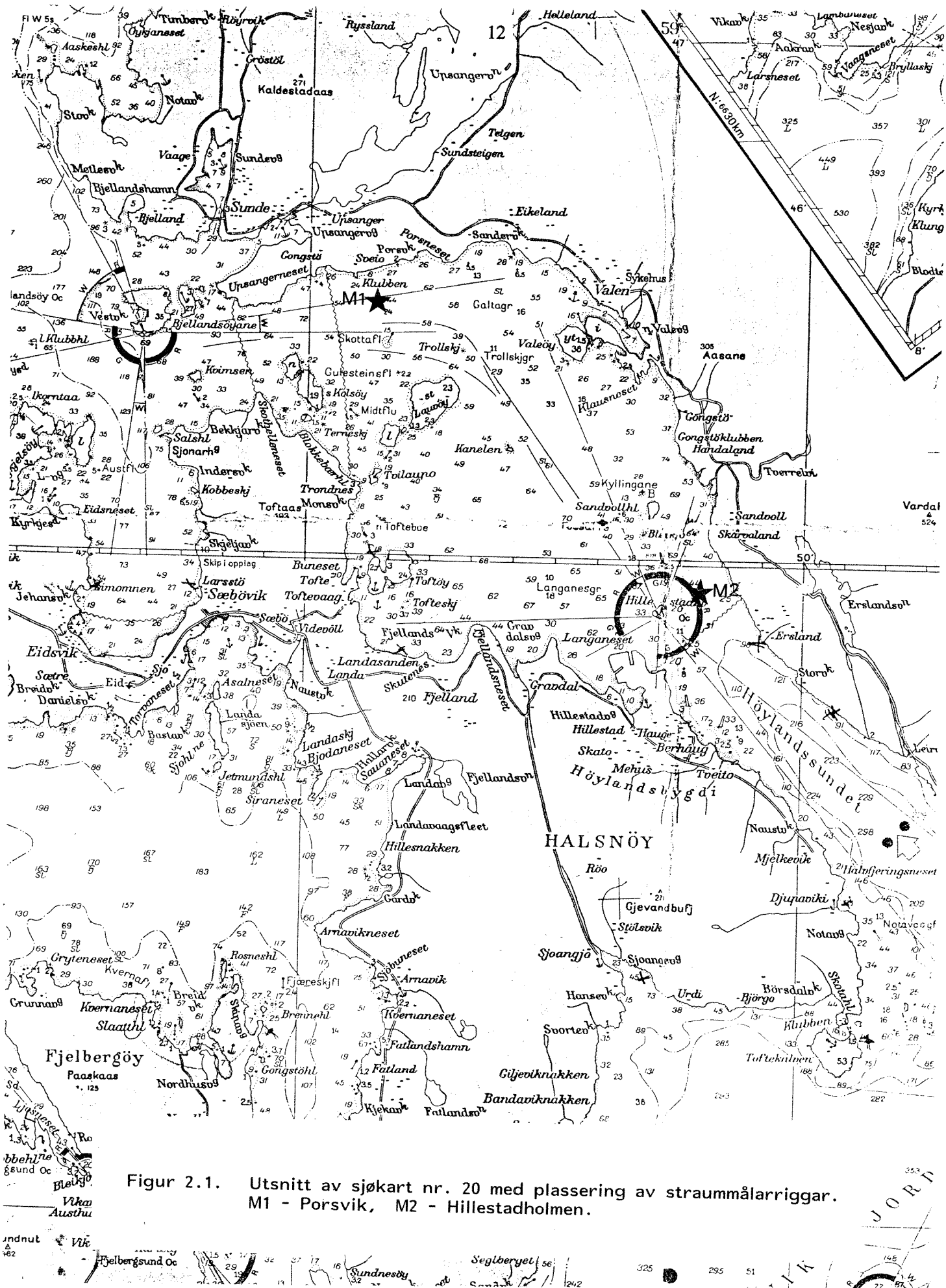
Fra H' er det også beregna eit mål for jevnheit (J), dvs. kor lik individfordelinga er mellom artene. J har verdiområdet 0-1 og blir 1 når alle artene har same individtal.

Hurlbert's funksjon. Denne uttrykker prøvens rikdom som ein funksjon av antal arter plottet mot antal individ. Høgt artsmangfald gir kurver som stig bratt i diagrammet. Rygg (1984) har utarbeida eit standarddiagram for inndeling av kurvene i klasser basert på undersøkingar i ei rekkje norske fjordar. Tolkning basert på denne funksjonen kan difor settes i ein større samanheng.

2.6 Straummåling

Det blei føreteke strauummåling nordvest og søraust i Høylandsundet i tida 19. oktober til 2. november 1990. Det blei brukt to strauummålarriggar, kvar med to måleinstrument. På 5 meter djup stod det instrument av typen Sensordata SD2000, som registrerer strauumfart, -retning og temperatur. På 40 meter djup (2 meter over botn) på kvar rigg stod det instrument av typen Aanderaa RCM, som måler strauumfart, -retning, temperatur og salinitet.

Den eine riggen var plassert ved Porsvik litt vest for den grunnaste terskelen nordvest i Høylandsund (40 meter), og ein litt nord for grunnaste terskelen i søraust (35 meter) aust for Hillestadholmen, sjå figur 2.1.



Figur 2.1. Utsnitt av sjøkart nr. 20 med plassering av strømmålarrigger. M1 - Porsvik, M2 - Hillestadholmen.

JORD

3. RESULTAT OG DRØFTING

3.1 Vertikalprofilar for oksygen, temperatur og salinitet

Resultat frå hydrografimålingane er framstilt i figur 3.1-3.11.

Oksygeninnhaldet i vatnet er avgjerande for dei fleste dyreorganismer som lever i vatnet. God oksygenmetning (omkring 100 %) viser at det er balanse mellom bruk og tilførsel av oksygen. Lave oksygenverdiar kan skuldast stor trong for oksygen til nedbryting av organisk materiale, og/eller dårleg vasskifte med lite tilførsel av friskt oksygenrikt vatn.

I dette materialet fann ein oksygenverdiar godt under metningsnivå nær botn ved stasjonane K4 Opsanger (76 %), K10 Porsvik (74 %), K11 Kanelen (59 %) og K13 Sydnes (84 %). Alle desse stasjonane er omlag ved djupaste punktet i terskelbasseng. Elles var oksygenverdiene omkring og til dels godt over 100 % metning.

Dei fleste stasjonane viser tydeleg sjiktning i salinitet med 10-20 ppt i dei øvste metrane og 34-35 ppt mot botn. Ei ny måling ved K11 19. oktober (figur 3.18) viser noko saltare vatn i dei øvste 5 metrane enn i august, og ei sjiktning i salinitet omkring 40 meter djup. Temperatur og salinitet ved starten av tidsserien frå 40 meter ved Hillestadholmen (figur 3.19) var svært lik forholda ved K11 den 19. oktober. I løpet av måleperioden fell temperaturen, men salinitet og tetthet ($\sigma\text{-T}$) viser ein liten auke med små periodiske svingningar (figur 3.19). Auken i salinitet har truleg samanheng med at det ikkje kom nedbør i perioden, og tilførsle av ferskvatn såleis avtok.

I fjordstrøka finn ein alltid eit lag brakkvatn, som varierer både i djupne og salinitet. Tilførsler av ferskvatn lokalt og i tilstøytande fjordar, samt vind og straumforhold påverkar brakkvasslaget. I området ved Høylandsundet er spesifikk avrenning estimert til 87,5 l/sek/km² etter NVE's avrenningskart. Arealet som drenerer til Høylandsundet er ca. 80 km² (inkludert sjøarealet), slik at årlig ferskvasstilførsel er ca 220.752.000 m³. Ferskvasstilførsle i tilstøytande sjøområde (Hardangerfjorden og Åkrafjorden) har også stor betydning

for saliniteten i Høylandsund. Variasjon i avrenning gjennom året vil klart påvirka brakkvasslaget. Normalt er det størst avrenning vår (mai) og haust (september).

Overflatevatnet var betydeleg saltare i mars 1983 enn ved målinga i august 1990, men oksygenforholda var svært samanfallande ved dei to målingane på dei stasjonane (K1, K3, K6 og K8) der Johannessen og Aabel (1983) hadde tilsvarende målingar.

3.2 Sedimentanalysar

3.2.1 Organisk materiale

Innhaldet av nitrogen (tot-N) og organisk karbon (TOC) i ein prøve frå det øvste sedimentlaget (ca 2 cm) på kvar stasjon er gitt i tabell 3.1.

Wikander (1986) sette opp følgjande klassifisering av organisk innhald basert på innhald av TOC og tot-N :

<u>Organisk innhald</u>	<u>TOC mg/g</u>	<u>tot-N mg/g</u>
lavt	< 30	< 1
middels	30-60	1-3
høgt	> 60	> 3

Forholdstalet mellom karbon (C) og nitrogen (N) seier noko om opphavet til det organiske materialet. Med C/N-verdiar på ca 7, er opphavet marine planter og dyr. Når forholdstalet er i området 10-20 er materialet heilt eller delvis produsert på land, t.d. lauv, avrenning frå jordbruk eller kloakk (Bjerknes m.fl., 1987).

Tabell 3.1. Kjemisk analyse av sedimentprøver frå Kvinnherad.

Stasjon	TOC mg/g	tot-N mg/g	C/N	H ₂ S-lukt
K1	20,0	1,7	11,8	0
K2	16,7	1,7	9,8	0
K3	2,9	< 1		0
K4	80,1	7,7	10,4	3
K5	22,2	1,4	15,9	0
K6	4,8	< 1		0
K7	11,5	< 1		0
K8	7,8	< 1		0
K9	103,0	2,4	42,9	2
K10	2,5	< 1		0
K11	29,3	3,6	8,1	1
K12	2,1	< 1		0
K13	4,1	< 1		0

H₂S-lukt: 0 = ingen 1 = antydning
2 = tydeleg 3 = sterk

Basert på dei nemnde kriteria kan ein seia at stasjonane K1 (Rosendal) og K5 (Valen) har middels innhald av organisk materiale, og at dette skuldast tilførsler frå land.

K11 (Kanelen) har noko høgare innhald, men det organiske materialet er ikkje spesielt prega av tilførsel frå land. K4 (Opsanger) og K9 (Husnes) er belasta med organisk materiale frå land, med anoksiske forhold og utvikling av hydrogensulfid i sedimentet.

Innhaldet av organisk stoff er (tilnærma) uendra frå 1983 til 1990 ved stasjonane K2, K3, K4, K6 og K8, det er litt lavare ved K7 i 1990, og noko høgare ved K1 og K5 når ein samanliknar med tal frå Johannessen og Aabel (1983). K9 har i 1990 noko høgare organisk innhald enn Johannessen og Aabel (1983) fann, og mykje høgare enn Hasle (1988) fann på

ein nærliggjande stasjon (< 100 m frå K9). På stasjon K13 fann vi like lavt innhald av organisk stoff som Johannessen og Stensvold (1986) fann utanfor terskelen omlag 200 m sør for denne stasjonen.

Både karbon-innhald og C/N-forholdet ved K9 var svært høgt, og reflekterer truleg ei spesiell karbonkjelde (Næs og Rygg, 1990). Sedimentet hadde elles ein spesiell sølvaktig farge som truleg skuldast høgt aluminiuminnhald (tabell 3.2). Johannessen og Aabel (1983) fann at sedimentet ved stasjon K7 og K9 var sølvglinsande, og svak H₂S-lukt ved stasjon K7. Fargen ved K7 var ikkje påfallande ved vår prøvetaking, og aluminiumsinnhaldet (7,75 g/kg) var mykje lavare enn det Johannessen og Aabel (1983) fann (130 g/kg).

3.2.2 PAH og metallanalyser ved Husnes

Tidlegare granskingar har vist til dels høgt innhald av fleire metall i sediment og organismar i sjøen utanfor Sør-Norge Aluminium A/S (Rygg og Green, 1981, Næs, 1986 og Johannessen og Aabel, 1986). Det er tidlegare påvist høge PAH-verdiar i sediment (Næs, 1986) og moderat forhøga verdiar i biologisk materiale (Rygg og Green, 1981). Det blei derfor gjort analysar av PAH og metall i sediment for å følgja utviklinga i resipienten.

Resultata av analysane er vist i tabell 3.2. Fordelinga på ulike PAH-komponentar er vist i vedlegg. Tala bekreftar at særleg stasjonen nærast land (K9) (ca 250 m frå fylling ved Sør-Norge Aluminium A/S) er tydeleg forurensa med alle dei undersøkte metalla med unntak for kadmium. Metallinnhaldet er svært likt det Johannessen og Aabel (1986) fann, med unntak for kadmium som då var 6 gonger høgare på stasjon K9. Innhaldet er likevel bare ein brøkdeler av det som er funne i andre forurensa norske fjordar (Källquist og Skei, 1990). Rygg og Green (1981) fann forhøga verdiar av sink og kadmium i tang i same området. Også Hasle (1988) fann noko forhøga verdiar av Cd og Zn i tang, medan dei undersøkte metalla i blåskjel var innan "normalverdiar".

Tabell 3.2. PAH og metallinnhald i fjordsediment frå Husnes.
 Metall i mg/kg, PAH i ng/g tørt sediment.
 Stasjon K9 nærast land, K8 lengst ute.

Stasjon	Djup m.	Al	Cd	Zn	Pb	Cu	PAH
K9	12	79600	0,13	160	84,4	30,4	40689
K7	27	7750	0,12	198	25,1	34,5	1310
K8	55	5300	0,04	38	20,2	3,0	460

Ved den mellomste stasjonen (K7) er innhaldet av koppar, sink og kadmium like høgt som ved K9. Bly og aluminium er bare litt høgare på K7 enn på K8. Stasjonen lengst ute (K8) har verdiar som er vanlege å finna i område utan spesiell forureiningsbelastning (Næs, 1986 og Skei m.fl., 1987).

Det kan såleis konstaterast at metallforureininga innerst i Husnesvågen er ganske uendra i forhold til tidlegare undersøkingar, med unnatak for kadmiumnivået som no er redusert.

Innhaldet av PAH i sedimentet lengst ute (K8) var på det nivået ein vanleg finn i område utan punktutslepp av PAH i følgje Knutzen (1989) (< 200-500 ng/g). Ved stasjon K9 var det høg konsentrasjon av PAH i sedimentet. Nivået er omlag som Næs (1986) fann i ein prøve frå same området (truleg ca 50 meter mellom prøvestasjonane).

Tala i tabell 3.2 viser ein klar gradient for PAH-innhald frå stasjonen nærast land og utover. Næs (1986) fann same trenden, men han fann verdiar ca 20 gonger høgare enn "normalnivå" i sediment tatt lengre ute enn stasjon K7. Næs og Rygg (1990) har vist at PAH konsentrasjonen kan variera mykje i prøver tatt med få meter mellomrom, slik at det trengs relativt omfattande prøvetaking for å få sikre nok tal til å fastslå om det skjer moderate konsentrasjonsendringar over tid i eit område. Ulikt innhald av organisk stoff i sedimenta kom-

pliserer samanlikning av PAH på dei 3 stasjonane (Knutzen, 1989), men om ein reknar innhald i forhold til TOC, er det likevel ein sterk gradient frå K9-K7-K8.

Hasle (1988) fann 0,5 mg PAH pr. kg tørrvekt i blåskjel omlag like langt frå fyllinga som stasjon K7. Dette er noko høgare enn bakgrunnsverdiar ($< 0,1-0,2$) gitt av Knutzen (1989).

Råolje og ufullstendig forbrenning av organisk materiale er dei primære kjeldene for PAH (Knutzen, 1989). Katoderestar og ovnsslagg frå aluminiumsindustri er såleis potensielle PAH kjelder. Avfallstippen i sjøkanten ved Sør-Norge Aluminium A/S er vesentleg katodebotnar i følgje Hasle (1988), og vi finn det sannsynleg at PAH-forureininga som er påvist, skriv seg frå utlekking frå denne avfallstippen. Analysar av PAH-innhaldet i sjølve fyllinga ville avklare dette spørsmål.

Det er funne betydeleg høgare PAH konsentrasjonar i sediment nær andre aluminiumsverk, t. d. i Årdalsfjorden (Næs og Rygg, 1990), medan ein i Vefsnfjorden har målt tilsvarande konsentrasjoner som vist i tabell 3.2 (Helland & Skei, 1991).

3.3 Kjemisk analyse av vassprøver

Analyseresultata er vist i tabell 3.3 og i figur 3.19. Prøvene er tatt nær botn (1-5 meter over botn), med unntak for K2 som er tatt 20 meter over botn. På denne årstid ventar ein at både N og P-innhaldet er høgare mot botn enn ved overflata (Paasche og Erga, 1987).

Fosfor verdiane ved stasjon K4, K10, K13 og særleg K11 er høge, og vitnar om betydeleg belastning i resipienten (Magnusson m.fl., 1991). Dette er dei stasjonane som ligg i terskelbasseng. Dei andre verdiane er innafor det variasjonsområdet ein kan finna i relativt ubelasta resipientar. Det er ingen sikker samanheng mellom innhald av fosfor og nitrogen i prøvene (figur 3.19). Nitrogenverdiane er stort sett lavare enn Magnusson m.fl. (1991) fann i Ytre Oslofjord.

Tabell 3.3. Næringssalt og organisk karbon i vatn nær botn på stasjonane i Kvinnherad.

Stasjon	Prøve-djup	tot-N mg/m ³	tot-P mg/m ³	TOC mg/l
K1	45	168	20	
K2	160	239	6	
K3	30	221	20	
K4	15	134	28	
K5	9	140	16	
K6	28	162	19	1.15
K8	50	122	20	0.96
K10	55	186	32	0.87
K11	70	239	45	0.96
K12	38	275	22	2.70
K13	60	209	31	

3.4 Straummåling

Måleprogrammet blei omtalt i avsnitt 2.6. Botntopografiske tilhøve i Høylandssundet er omtalt i avsnitt 1.2. Av dette framgår det at riggane var plassert på dei to antatt grunnaste terskelområda i sundet. Terskeldjupet der riggane stod var rundt 35-40 meter. Det vil sei at det djupaste instrumentet har stått nokolunde i terskeldjupet, sidan riggane var plassert litt på sida av tersklane sine sadelpunkt.

Litt om representativitet

Måleprogrammet var for kort og for lite omfattande til at ein med visse kan uttale seg om straumtilhøva i sundet. Målingane vart utført over ei periode med nesten vindstille, avløyst av ei periode midtvegs med markert vind. Effekt av vind kan ein difor få ein indikasjon på. Vidare strekkjer målingane seg over om lag ei halv månefase (utsett dagen etter nymåne), slik at tidevassvariasjonen burde kome fram i målingane. Variasjon i andre parametre som

påverkar straumtilhøva er truleg små over måleperioden, og er under alle omstende ikkje dokumentert.

Lagdeling og straumtilhøve i Høylandssundet kan ein anta for ei stor grad blir bestemt ut frå tilhøva i dei tilgrensande fjordane. Høylandssundet grensar til Hardangerfjorden i vest og til Skåneviksfjorden i aust. I begge desse fjordane kan ein anta at straumen syner ei form for lagdeling, til liks med dei hydrografiske parametrane. Det vil sei at ein har sjikt med vekselvis innover- og utoverretta straum. Desse sjikta endrar seg over tid, på grunn av endra hydrografiske tilhøve, eller endring i vind- eller lufttrykksfeltet. Straumen kan veksle mellom inngåande og utgåande i same sjiktet.

Jordrotasjonen påverkar også straumtilhøva i breie sund (avbøying mot høgre). Dette vil gjenspegle seg i ulike straum- og hydrografiske tilhøve på dei to sundsidene. Denne påverkningsgraden avheng i sin tur av sjiktingstilhøva. Dersom den s.k. interne Rossbyradiusen er mindre enn, eller av same storleiksorden som breidda på sundet, kan det forventast at effekter av jordrotasjonen kan sporast både i straummålingar og i hydrografiske tilhøve, ved at det er ulike tilhøve på kvar side av sundet. Rossbyradiusen aukar proporsjonalt med sjiktingsgrad og tjukkeleik på brakkvasslaget. Det vil sei at rotasjonseffekter teoretisk vil vere mest merkbare ved svak sjikting eller når brakkvasslaget er tynt.

3.4.1 Tidlegare granskingar

Våren 1988 blei det gjort nokre straummålingar lengst aust i Høylandssundet, og sør av Upsangerneset (upublisert). Det blei målt i tre ulike djup, men seriane var svært korte (om lag eit døger). Fleire av måleinstrumenta var plassert djupare enn terskeldjupet. Representativiteten for desse målingane i foreliggende samanheng er difor diskutabel, men dei kan danne eit grunnlag for etterfølgjande samanlikning med dei nye dataseriane. Vinden den gong var opp til kuling styrke, med retning V til NV.

Ved Upsangerneset var straumen i overflata retta mot aust, mens straumen i 35 meters djup var vekslende aust-vest med tidevatnet. (Djupaste målaren stod i 60 meters djup, d.v.s. djupare enn terskeldjupet). I aust er registreringane i 1-2 meters djup på kvar side av sundet

aktuelle for oss. På NA sida av innløpet var straumen relativt svak, og i netto retta vestover (inn sundet), mens den på S sida var sterkare (opp til 55 cm/s), og retta mot SA, altså retning ut av sundet. Generelt kan ein sei at overflatelaget den gongen strøymde søraustover gjennom sundet. Den nordvestlege vinden i måleperioden har nok bidratt til dette straumbilde.

3.4.2 Måleresultat

Porsvik, 5 m djup

Maksimal straumstyrke var 30 cm/s, og midlare straumstyrke låg rundt 12 cm/s (fig. 3.12a og 3.12b). Det var tydeleg tidevasspåverknad, og månefasen påverka serien tilsynelatande sterkt, med relativt svak straum i perioden rundt halv måne. I denne perioden var middelstraumen rundt 6 cm/s (gjennom 4 døger). Det var kun kortvarige perioder med "null" straum. Dominerande retning var mot aust.

Straumtransporten var kraftig, og i netto retta austover (fig. 3.13), øverste vektorkurve). Nettostraumen var av storleiksorden 11 cm/s (10 km/døger). Kun i den straumsvake perioden var det markerte innslag av vestoverretta straum (27/10 - 29/10).

Porsvik, 35 m djup

Maksimal straumstyrke var 10 cm/s, og i middel var styrken rundt 2.5 cm/s (fig. 3.14). Nettostraumen var retta mot nordvest i første veka av måleperioden, d.v.s. motsatt av straumen nær overflata. I perioden 27-30/10 var straumen dreia mot søraust (fig. 3.15), også då med overflatestraumen i motsatt retning (fig. 3.13). Frå 30/10 og til slutten av serien synast det som om roret har låst seg i ei stilling, noko som resulterer i feil retningsmålingar, som bidrar til den rettlinja avslutninga på vektordiagrammet i fig. 3.15. (Det var kraftig straum i denne perioden, slik at instrumentet normalt skulle kunne dreie rundt).

Hillestad, 5 m djup

Også i denne posisjonen var det tilsynelatande markert forskjell i straumstyrke mellom ny/fullmåne-fase og halvmånefasen. Maksimal straumstyrke var 32 cm/s (retn. mot søraust, fig. 3.16a). Søraust (mot Skåneviksfjorden) var for øvrig dominerande retning (fig. 3.16b),

om ein ser bort frå den tidlegare nemnde reverseringsperioden, som også her ved Hillestad var merkbar. Dette framgår av fig. 3.13, der nettostraumen i perioden 26/10-29/10 er snudd. Heile måleperioden under eitt var nettostraumen av styrke om lag 5 cm/s (retning SA). Dette er omkring halvparten av det som blei registrert ved Porsvika. Reduksjonen må skuldast topografiske tilhøve, t.d. skjerming frå øyane og fludene litt vestafor riggen.

Hillestad, 35 m djup

Maksimal straumstyrke var 32 cm/s (fig. 3.17). Som i dei andre målepunkta er det markert variasjon i straumstyrke i høve til månefasen. Perioden 26.-29. oktober (halv måne) var straumsvak. Middelstraumen låg rundt 7 cm/s, m.a.o. vesentleg kraftigare enn i tilsvarande djup i vest ved Porsvika. Nettostraumen var som ved Porsvika retta mot nordaust (fig 3.15). Netto straumstyrke for heile måleperioden var av storleiksorden 3 cm/s (2.5 km/døger). Den tidlegare diskuterte reverseringa er også tydeleg ved Hillestad nær terskeldjupet.

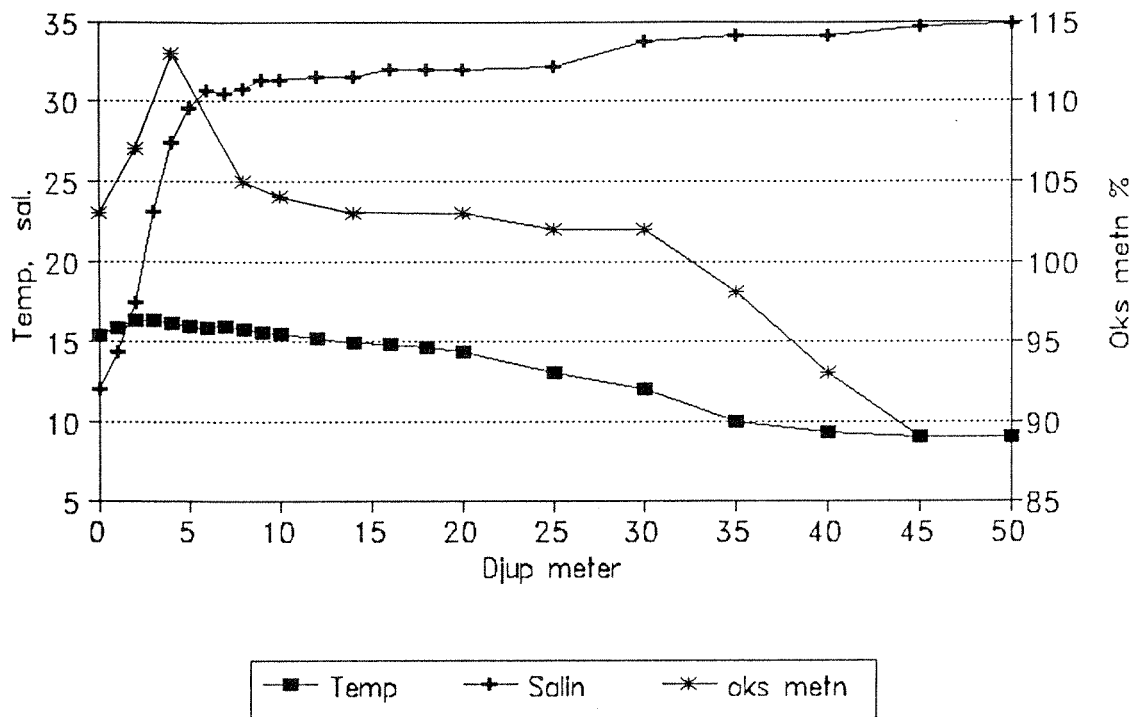
Mekanismer

Tilhøva som syner netto austgåande straum i øvre lag, og vestoverretta straum nær terskeldjupet, har truleg sitt opphav i at Hardangerfjorden hadde større brakkvassinnslag enn Skåneviksfjorden i den aktuelle perioden. Ein slik forskjell vil skape ei austoverretta horisontal trykkraft i overflata som driv overflatelaget austover. Lenger nede i vassøyla skjer det ein baroklin kompensasjon eller utlikning av trykkgradienten, og dette medfører ein vestoverretta kompensasjonsstraum, som observert. Diverre har vi ikkje hydrografiske målingar som kan stadfeste dette, og dermed indikere om dei observerte tilhøva er typiske eller ikkje for Høylandssundet.

Som nemnt skjedde det ei reversering av framherskande straumretning i perioden 27/10-30/10 i begge måledjup. Av fig. 3.12a framgår det at det også var eit markert temperaturfall i denne perioden. Fortsatt hadde straumen motsatt retning i dei to måledjupa. Midtvegs i denne perioden blåste det opp til vind av kuling styrke frå søraust. Denne vindepisoden kan ha forårsaka den nemnde reverseringa. Av fig. 3.12a ser ein imidlertid at endringar i straumen inntraff allereie 26/10, altså dagen før vinden kom. Dette indikerer at det er prosessar på større skala som har forårsaka reverseringa. Dette kan vere endra lufttrykksfelt, eller endra tilhøve lenger ute på kysten.

ST. K1 - ROSENDAL.

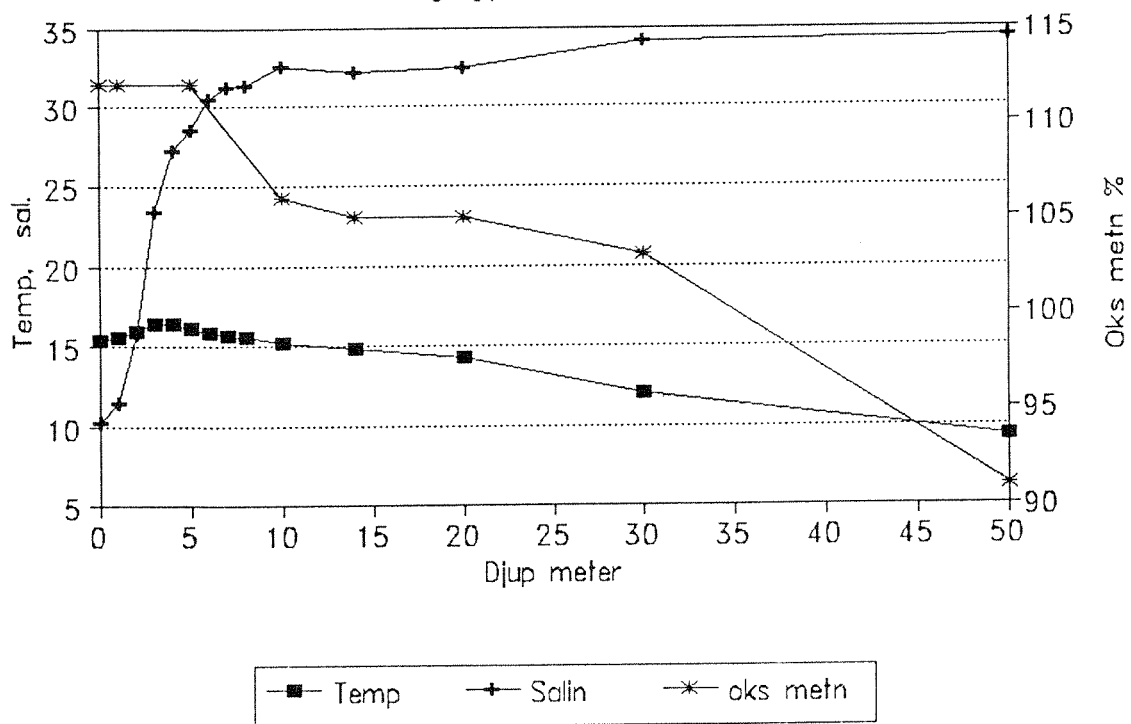
Hydrografi 21.08.90.



Figur 3.1. Hydrografi ved stasjon K1 - Rosendal.

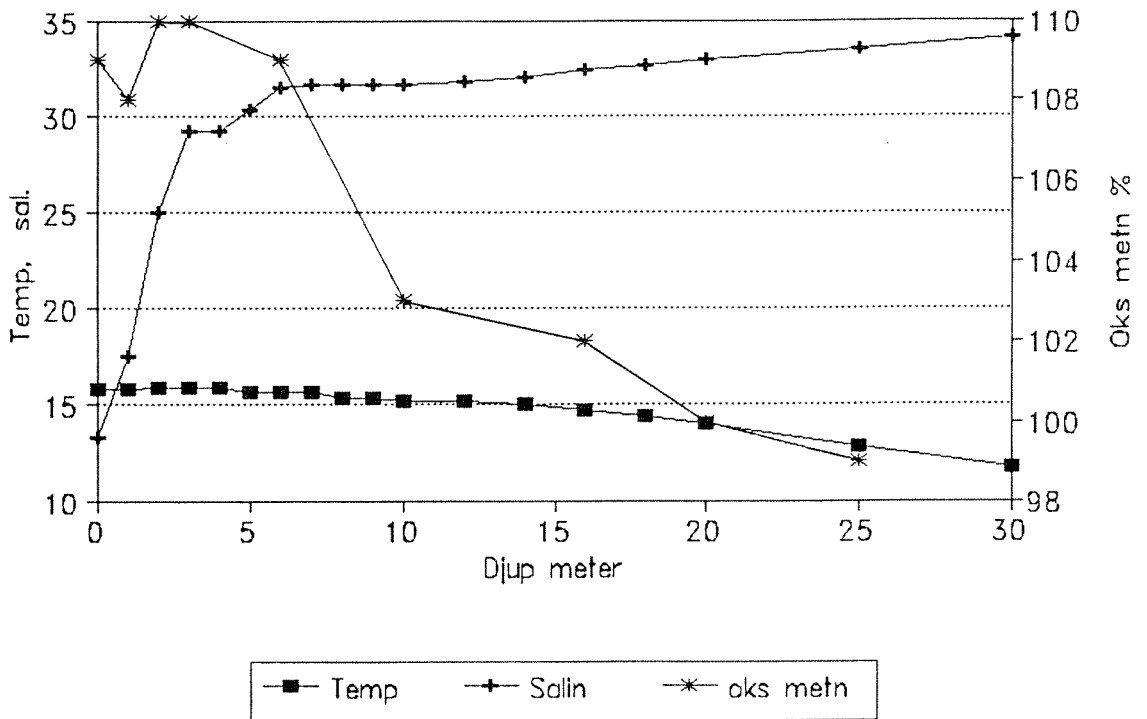
ST. K2. STORSUND. 180 M.

Måling gjort 21.08.90.



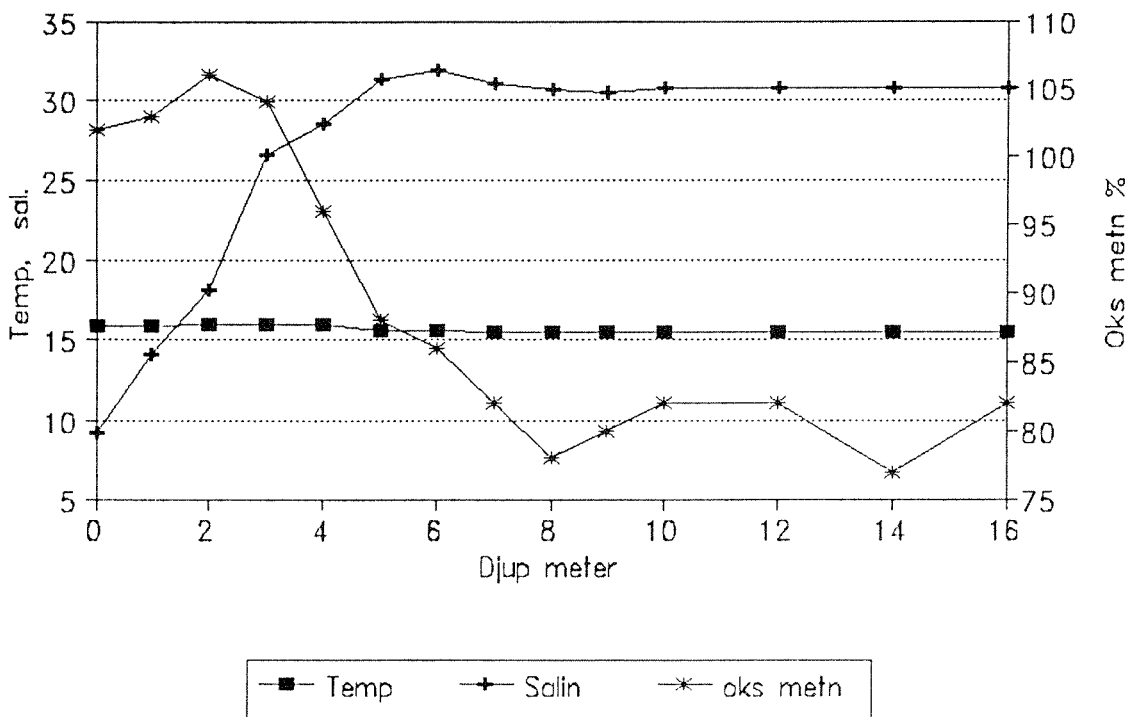
Figur 3.2. Hydrografi ved stasjon K2 - Storsund.

ST. K3 – SUNDE. Måling gjort 22.08.90



Figur 3.3. Hydrografi ved stasjon K3 - Sunde.

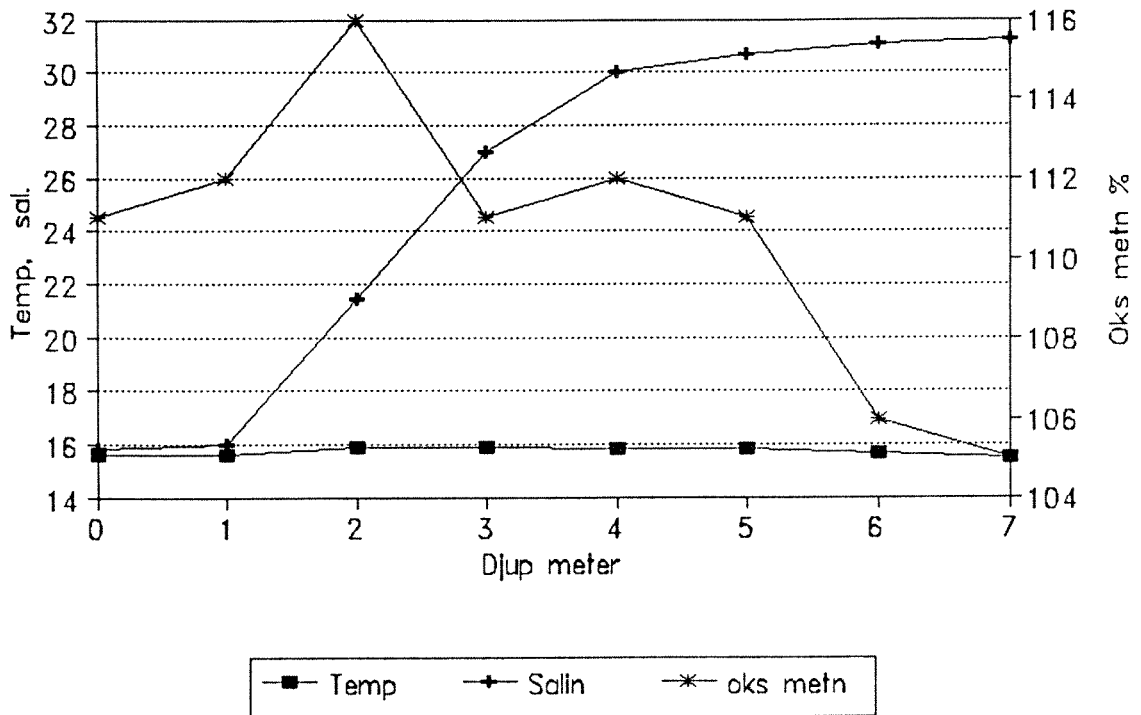
ST. K4 – OPSANGERVÅG, SUNDE. Måling gjort 22.08.90



Figur 3.4. Hydrografi ved stasjon K4 - Opsangervåg, Sunde.

ST. K5 - VALEN

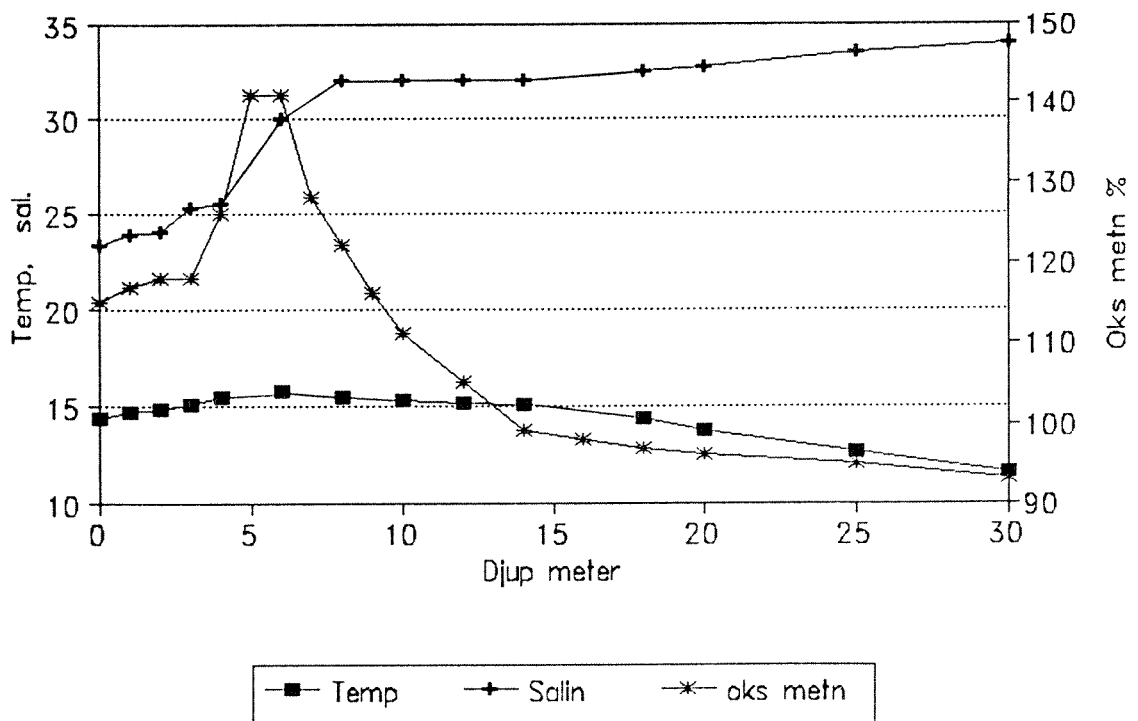
Måling gjort 23.08.90



Figur 3.5. Hydrografi ved stasjon K5 - Valen.

ST. K6 - SÆBØVIK

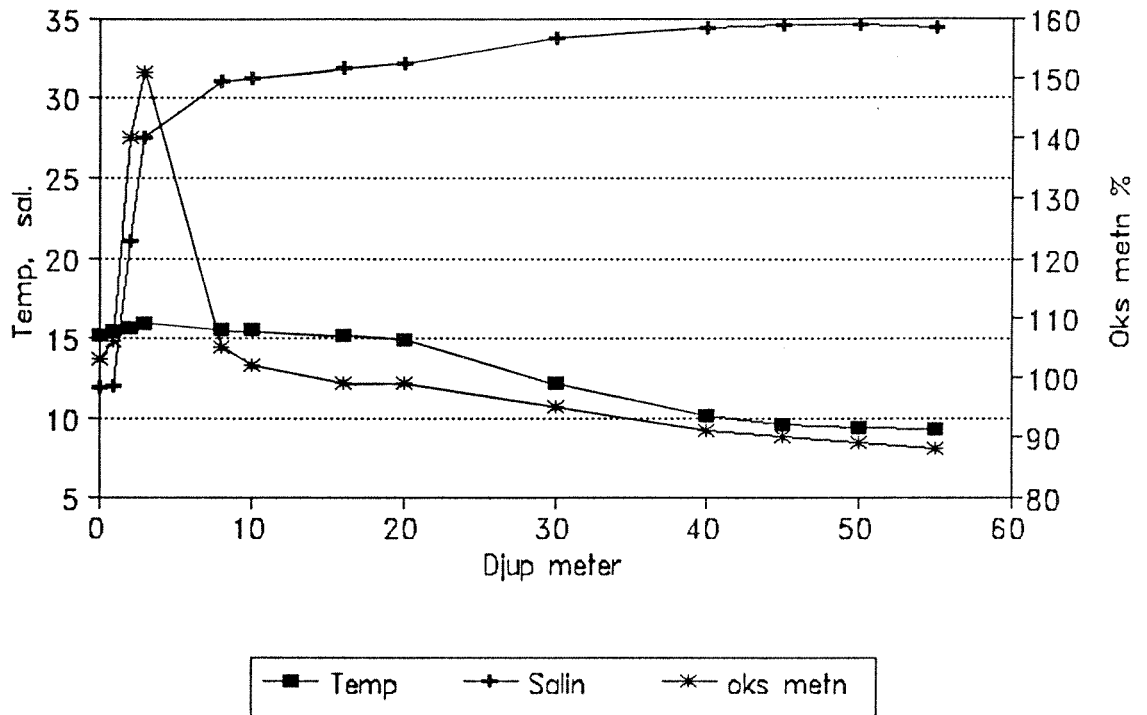
Måling gjort 23.08.90



Figur 3.6. Hydrografi ved stasjon K6 - Sæbøvik.

ST. K8 – HUSNES (55 M).

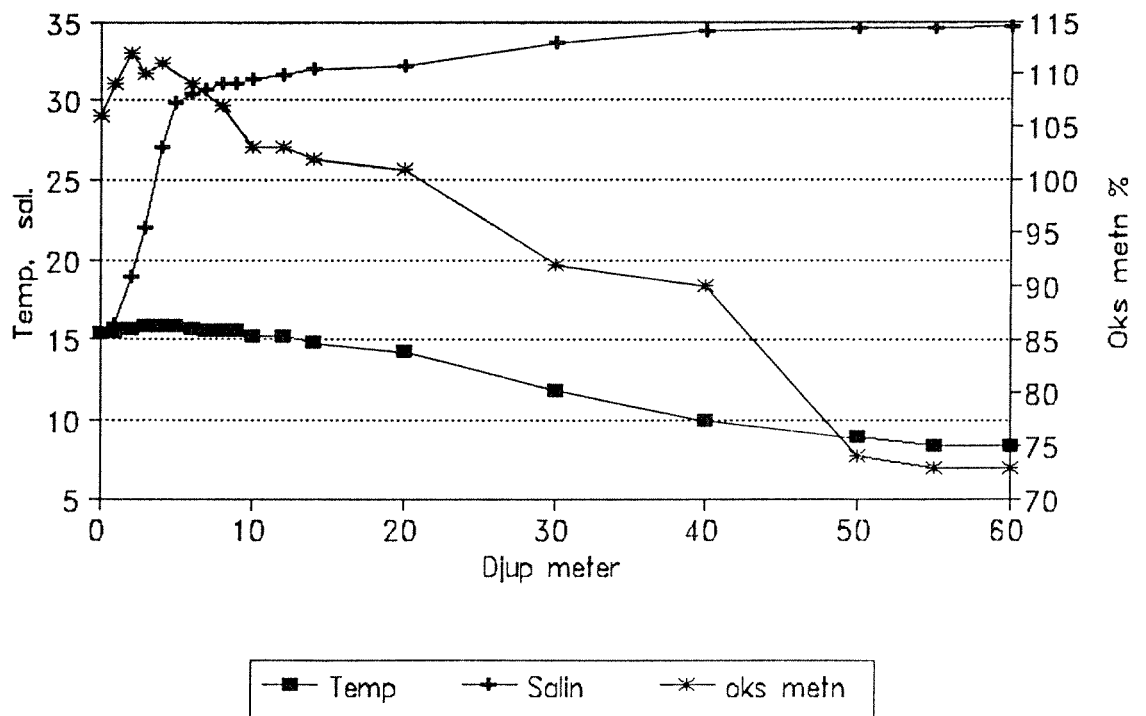
Måling gjort 22.08.90



Figur 3.7. Hydrografi ved stasjon K8 - Husnes (55 m).

ST. K10 – PORSVIK, HØYL.SUND

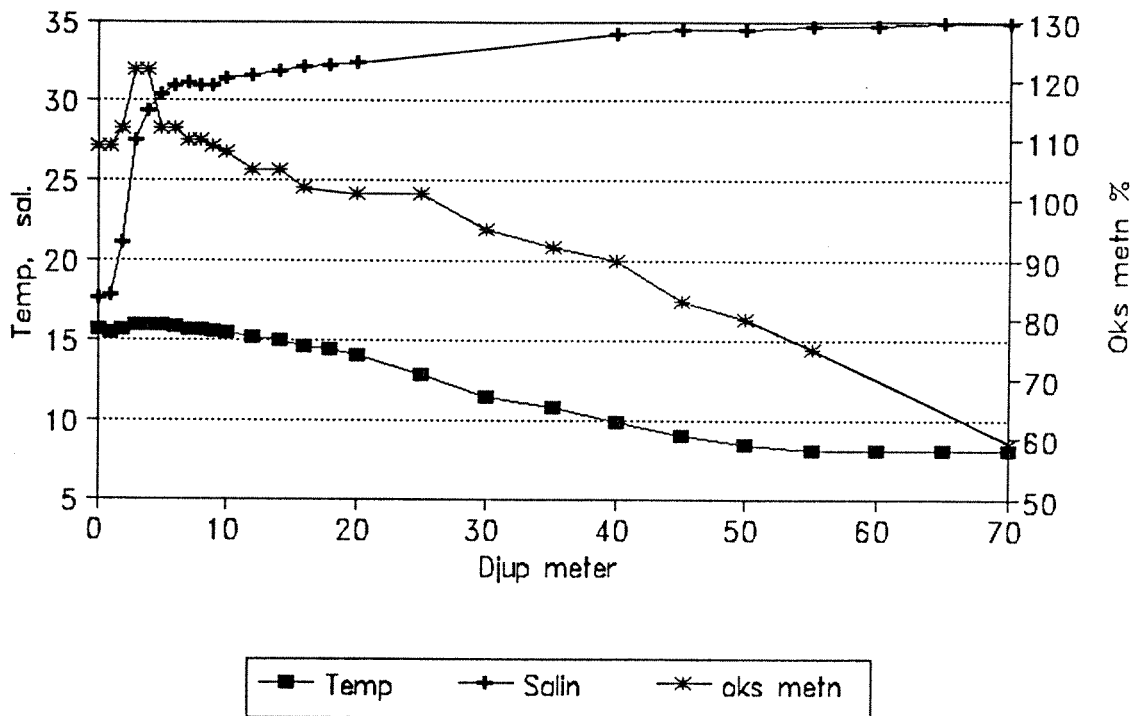
Måling gjort 22.08.90



Figur 3.8. Hydrografi ved stasjon K10 - Porsvik, Høylandssund.

ST. K11 – KANELEN, HØYL.SUND.

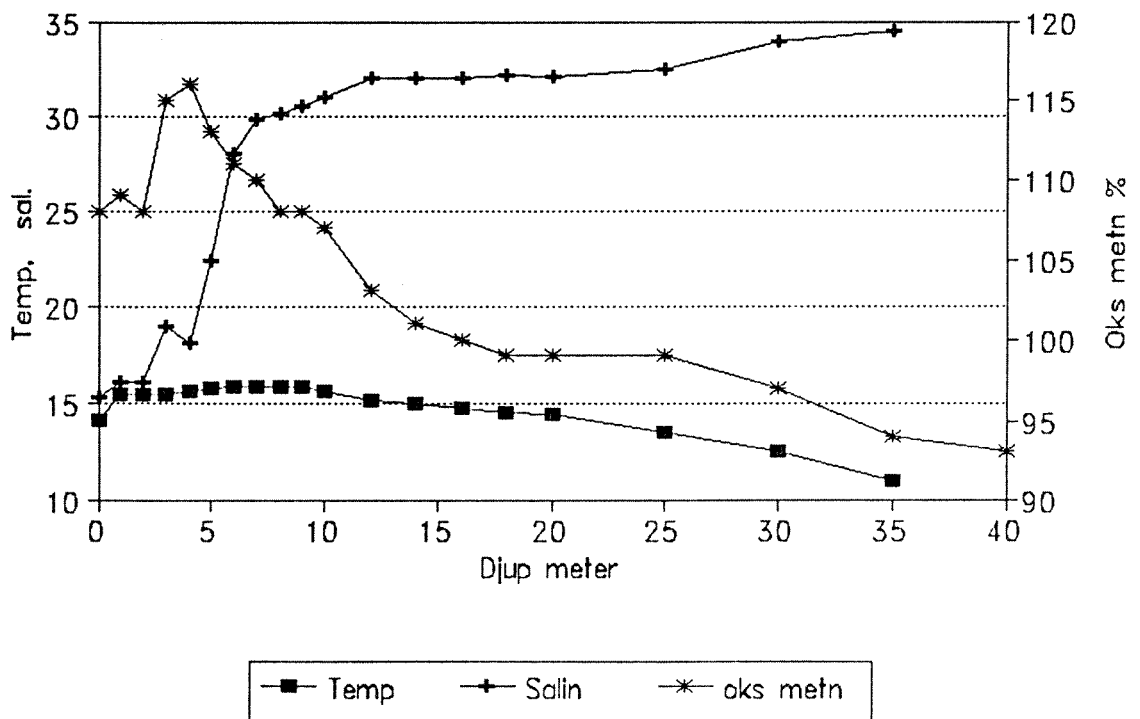
Måling gjort 23.08.90



Figur 3.9. Hydrografi ved stasjon K11 - Kanelen, Høylandssund.

ST. K12 – EIDSVIK

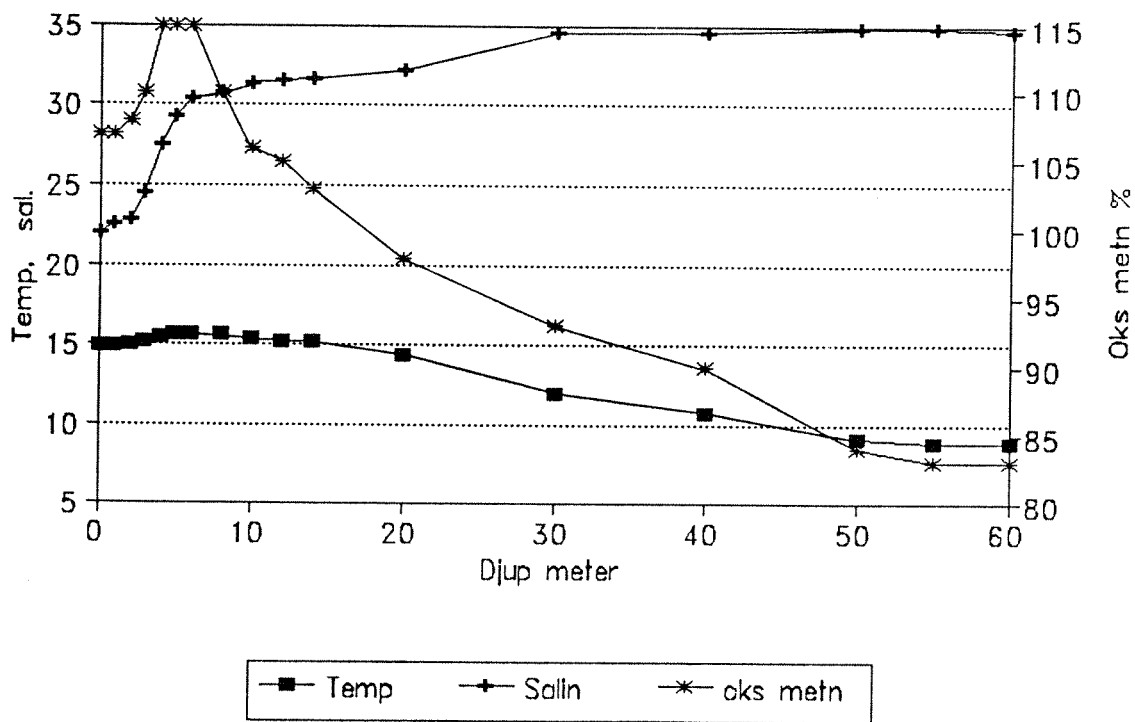
Måling gjort 22.08.90



Figur 3.10. Hydrografi ved stasjon K12 - Eidsvik.

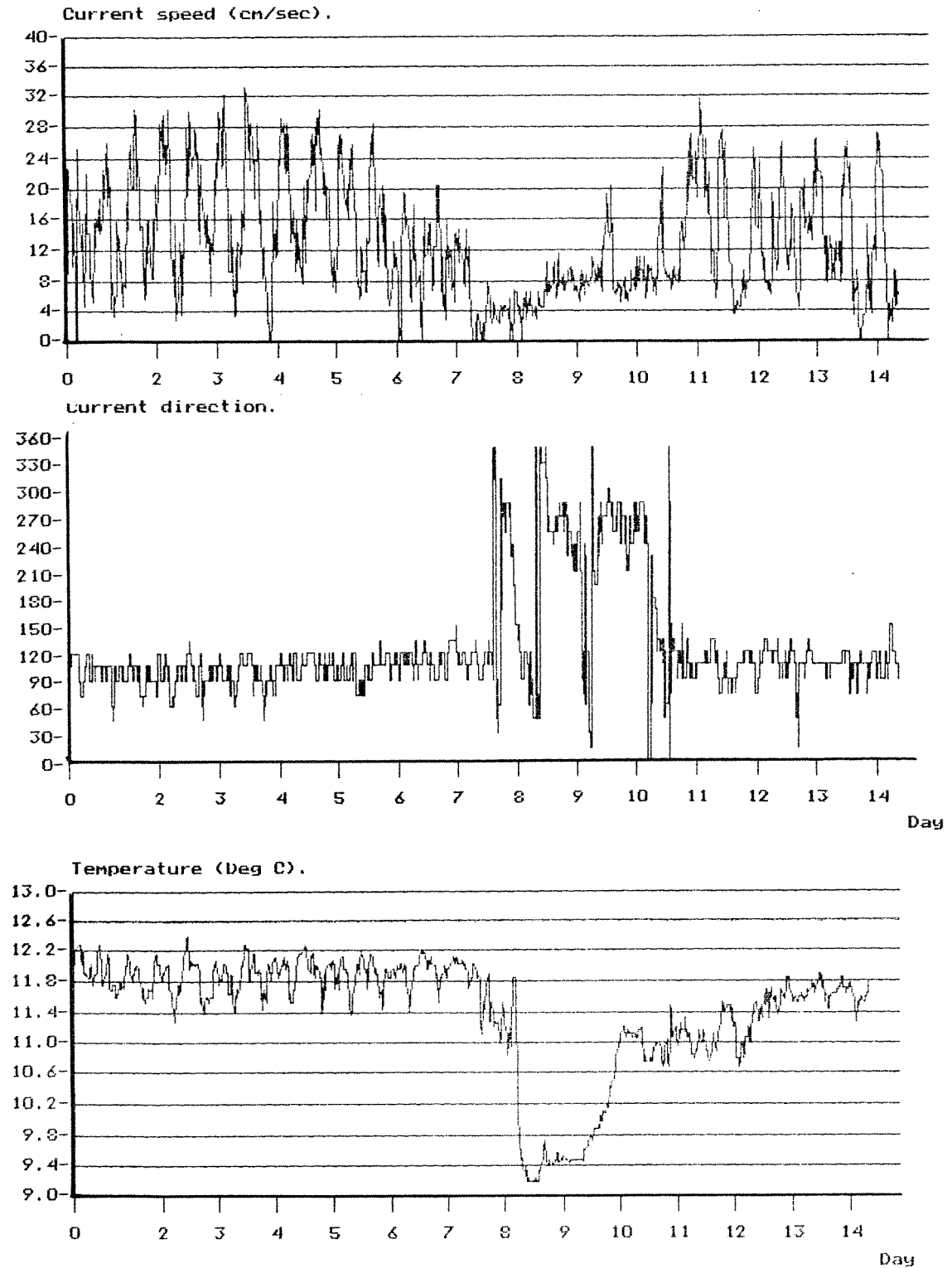
ST. K13 - BLEIKJA, SYDNES.

Måling gjort 23.08.90



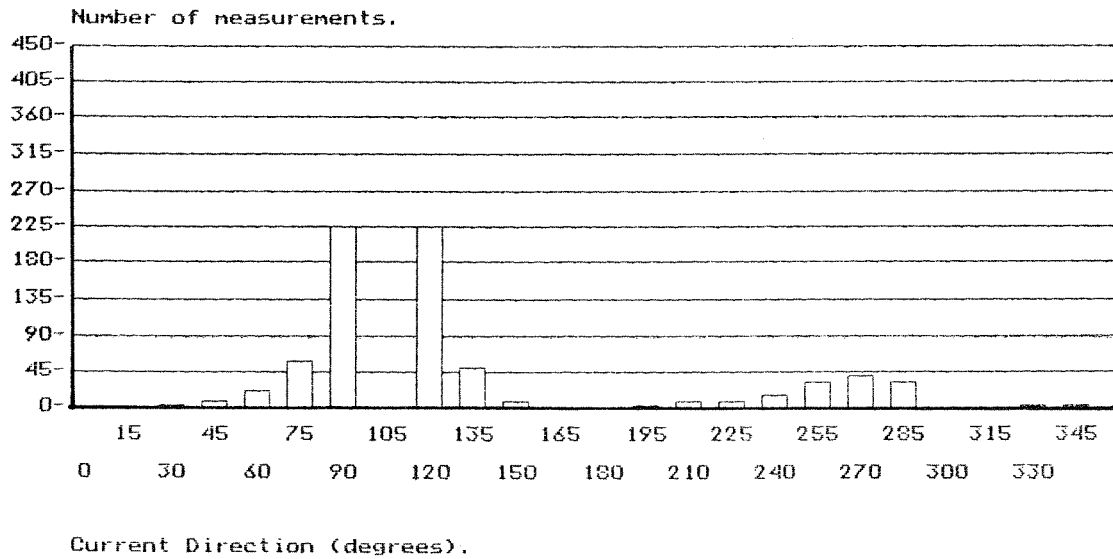
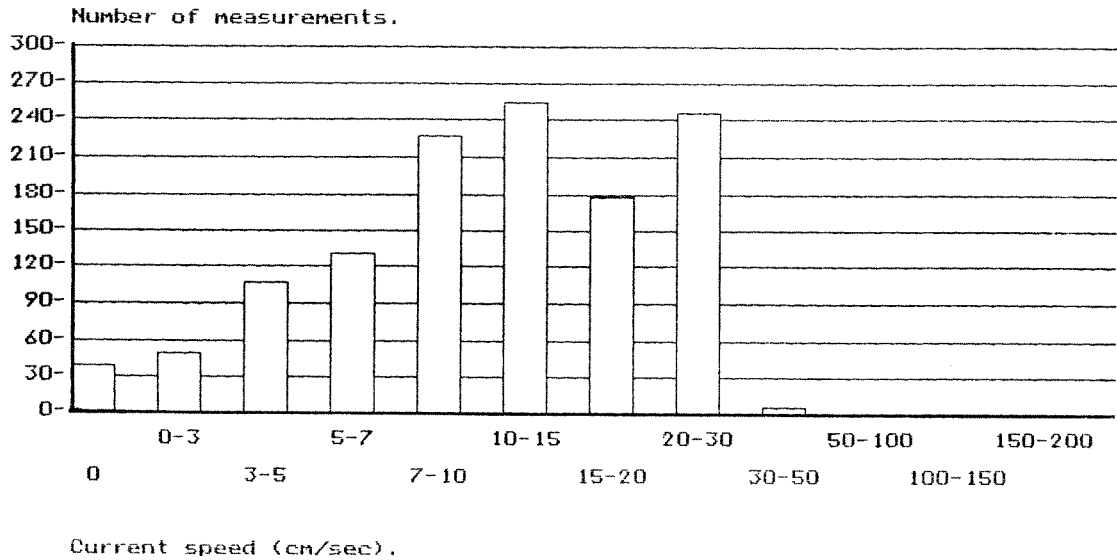
Figur 3.11. Hydrografi ved stasjon K13 - Bleikja, Sydnnes.

Data valid from: Measurement number : 8 Date: 90-10-19 Time: 11:41
 Data valid to: Measurement number : 1256 Date: 90-11-02 Time: 08:29
 Total number of measurements : 1249
 File name : hoyland5

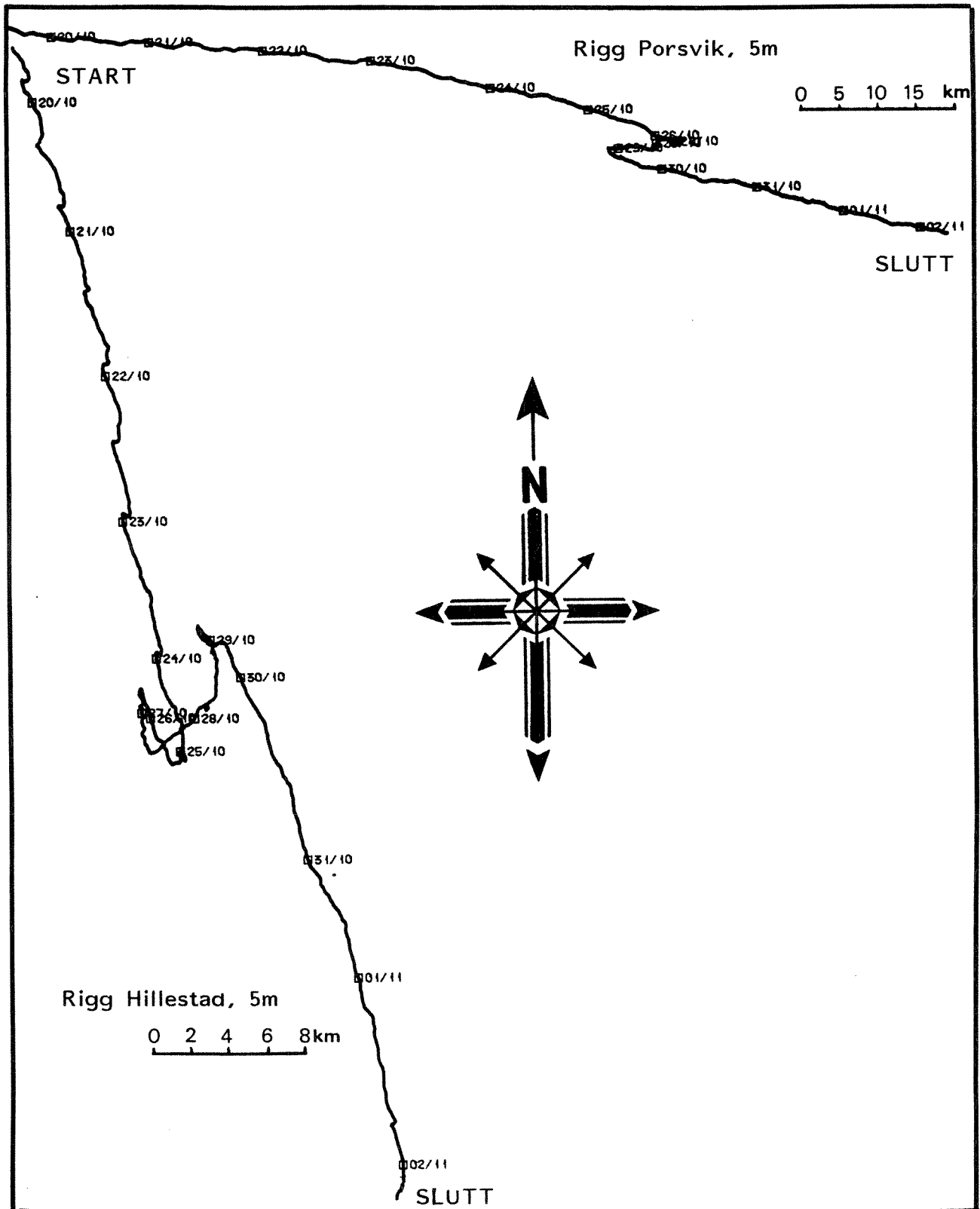


Figur 3.12a. Tidsserie for strømfart, strømretning og temperatur i 5 m djup ved Porsvika. Måleperiode 19/10-2/11 1990.

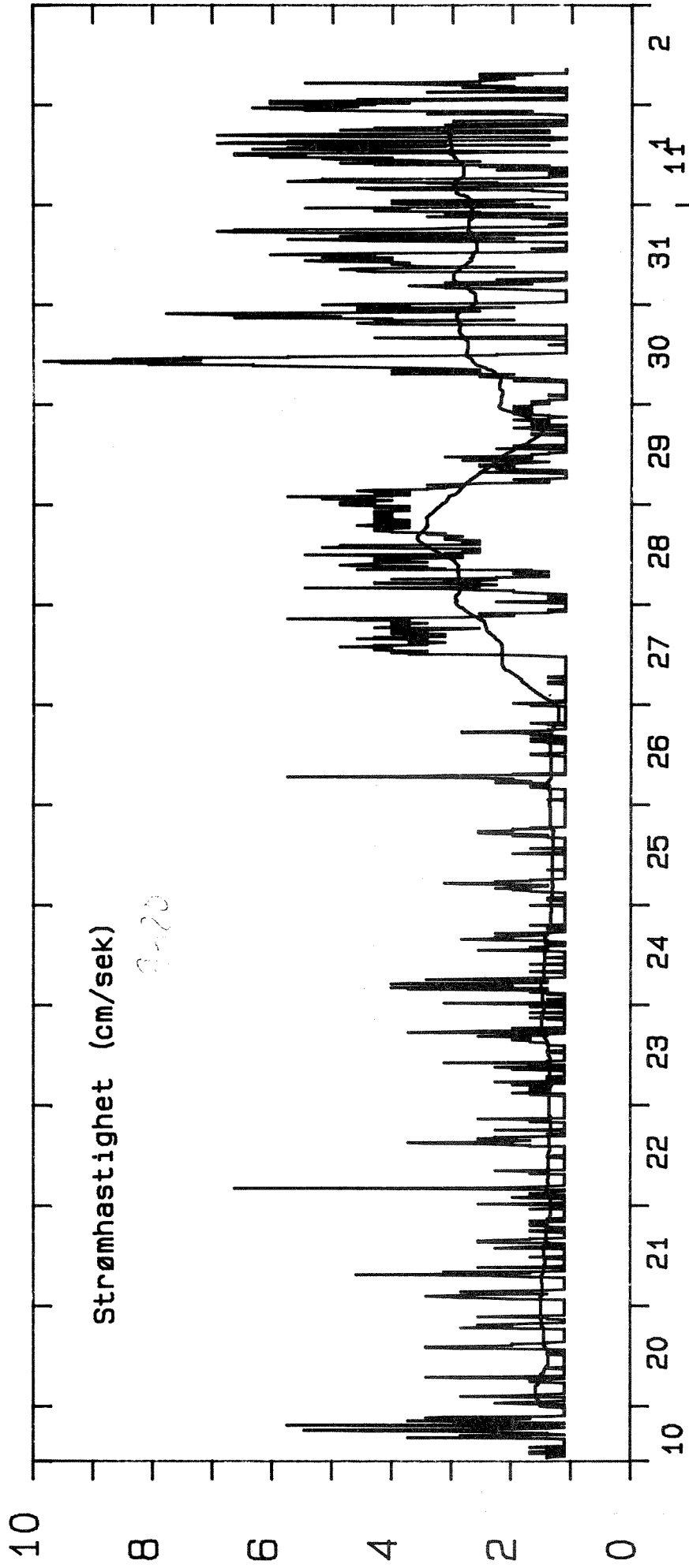
Data valid from: Measurement number : 8 Date: 90-10-19 Time: 11:41
 Data valid to: Measurement number : 1256 Date: 90-11-02 Time: 08:29
 Total number of measurements : 1249
 File name : hoyland5



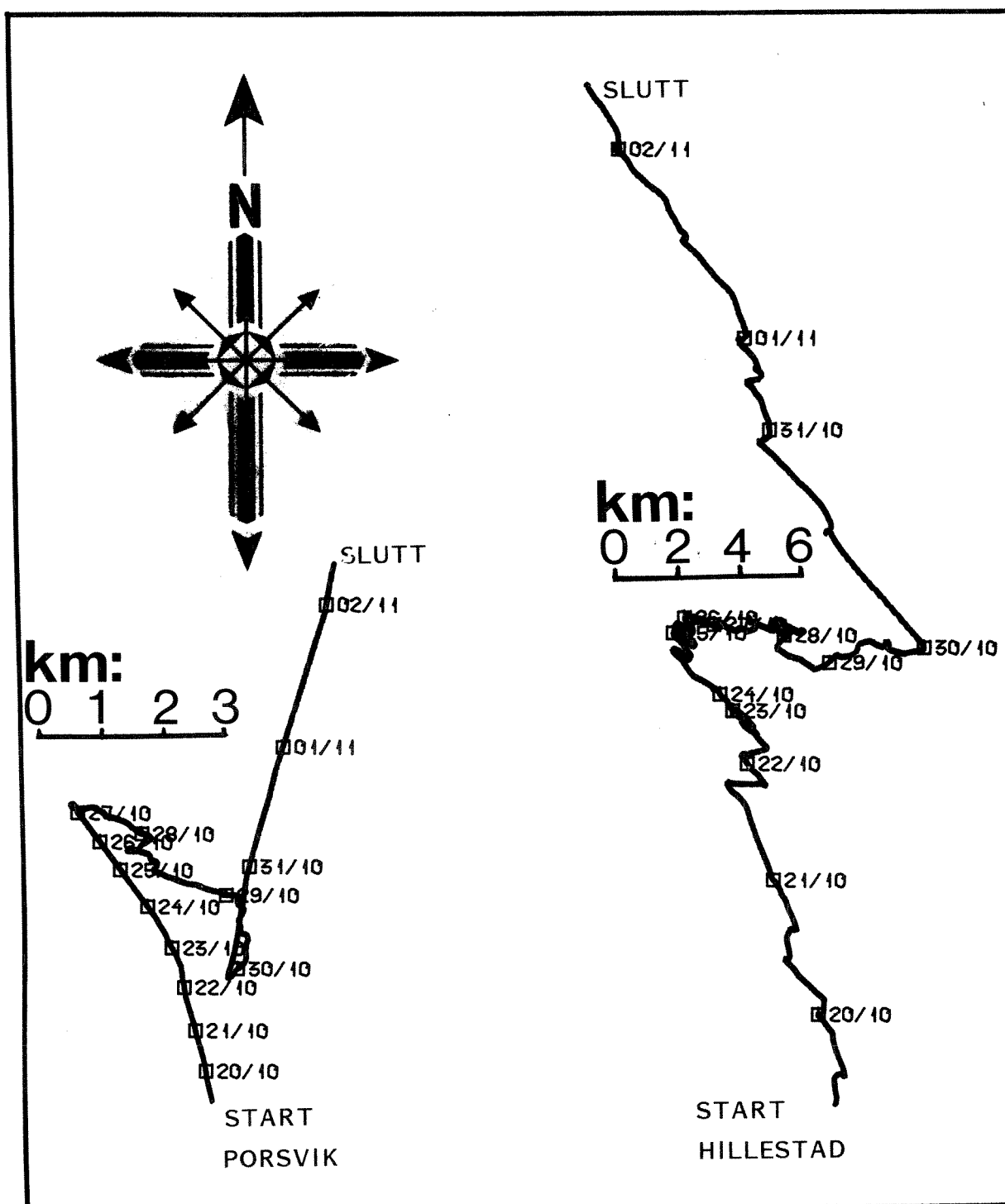
Figur 3.12b. Statistisk fordeling av strømfartobservasjoner (øverst) og retningsobservasjoner i 5 m dyp ved Porsvika (jmfør fig. 3.12a).



Figur 3.13. Progressiv vektor-framstilling av strømmålingane i 5 m djup ved Porsvika og ved Hillestad i Høylandssundet i perioden 19/10-2/11-90. Merk: Ulik kilometerskala for dei to kurvene.

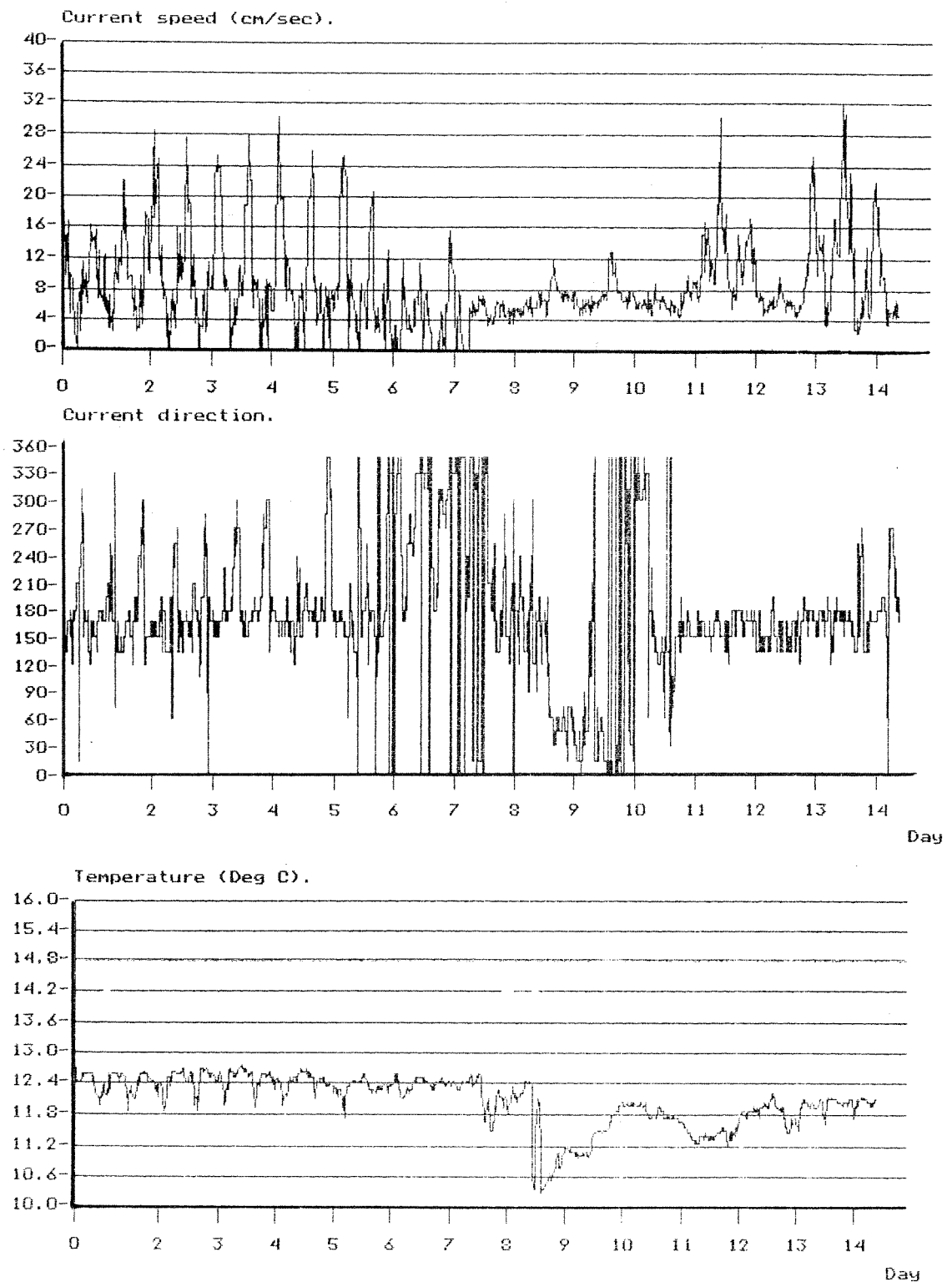


Figur 3.14. Tidsserien av målt strømfart ved Porsvika i 40 meters djup. Dato (19/10-2/11 1990) angitt langs horisontal akse.



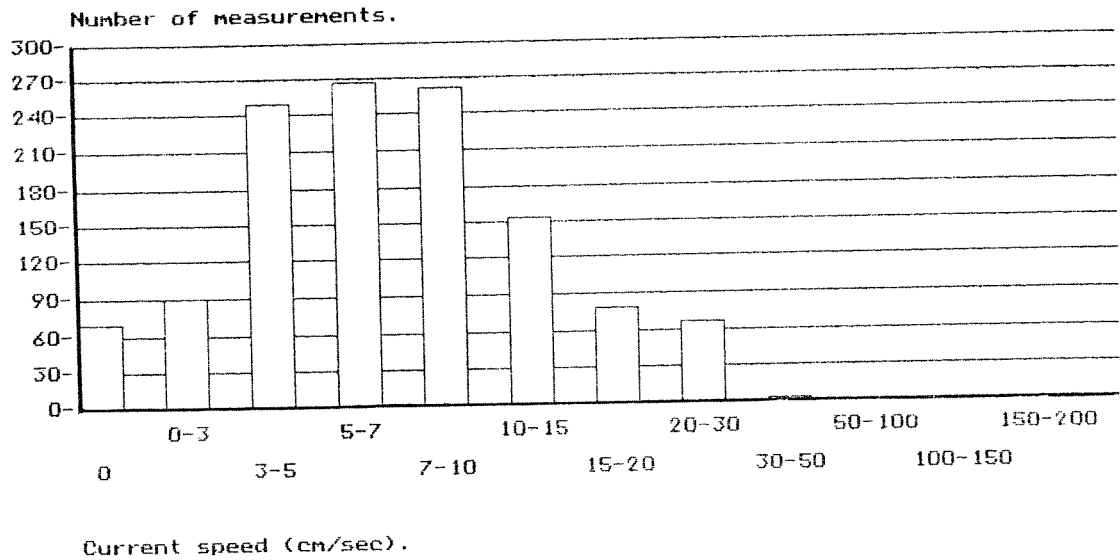
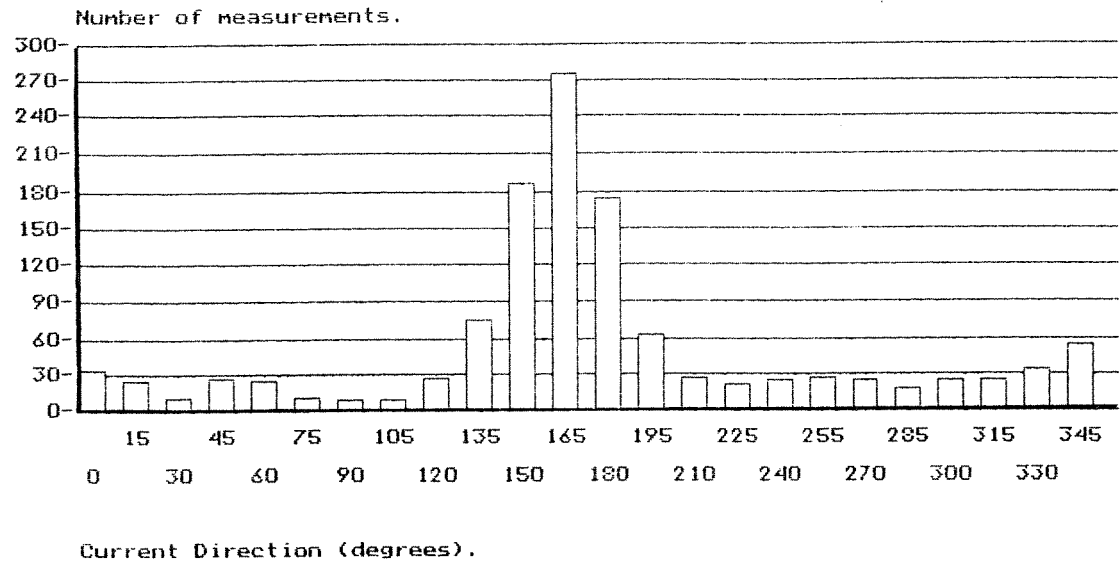
Figur 3.15. Progressiv vektor framstilling av straummålingane i 35 m djup ved Porsvika og Hillestad i Høylandssundet. Måleperiode 19/10-2/11 1990. Merk: Ulik kilometerskala for dei to kurvene.

Data valid from: Measurement number : 13 Date: 90-10-19 Time: 12:58
Data valid to: Measurement number : 1259 Date: 90-11-02 Time: 09:14
Total number of measurements : 1247
File name : hillesta

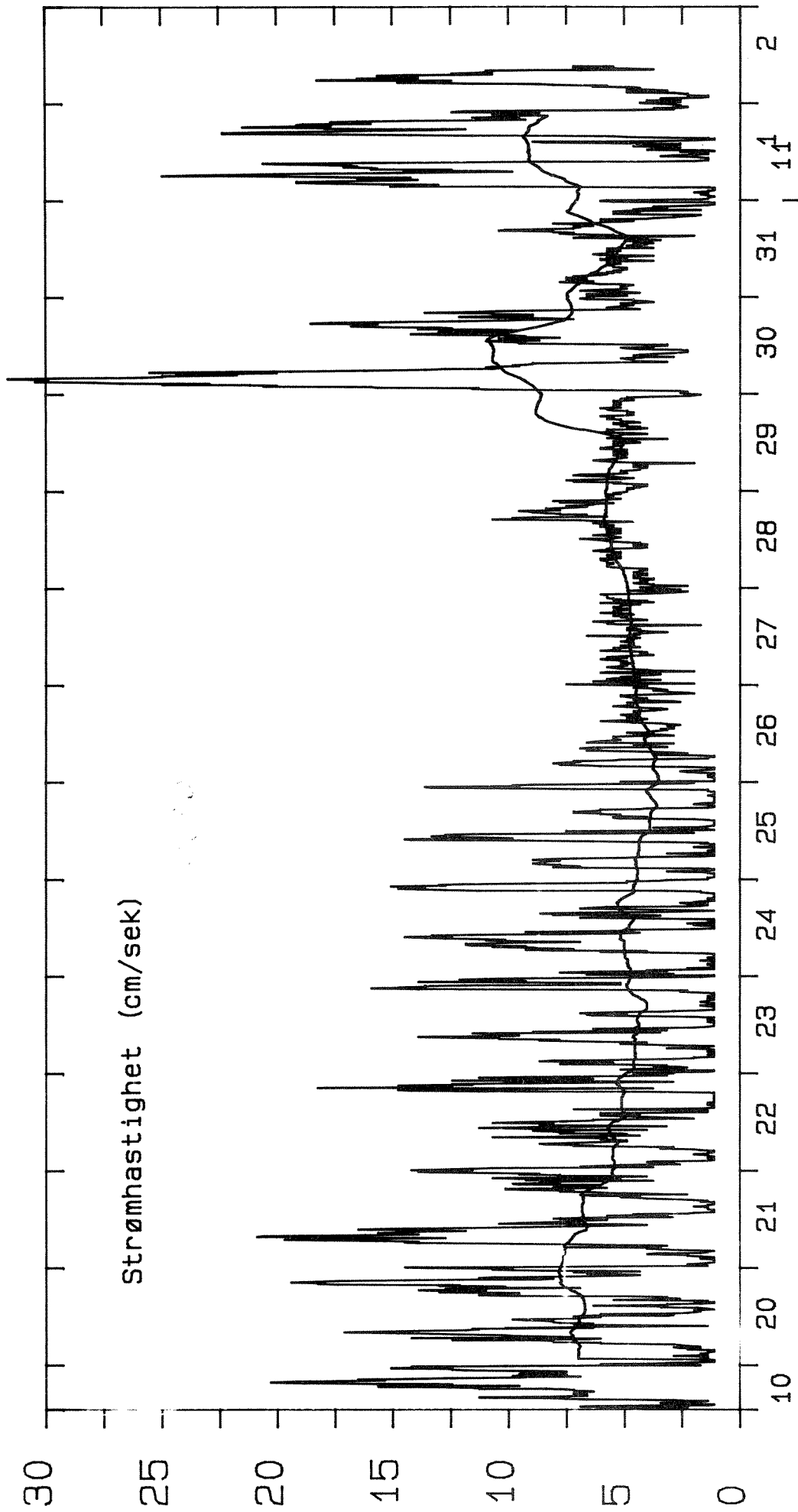


Figur 3.16a. Tidsserie for strømfart, strømretning og temperatur i i 5 m djup ved Hillestad. Måleperiode 19/10-2/11 1990.

Data valid from: Measurement number : 13 Date: 90-10-19 Time: 12:58
 Data valid to: Measurement number : 1259 Date: 90-11-02 Time: 09:14
 Total number of measurements : 1247
 File name : hillesta



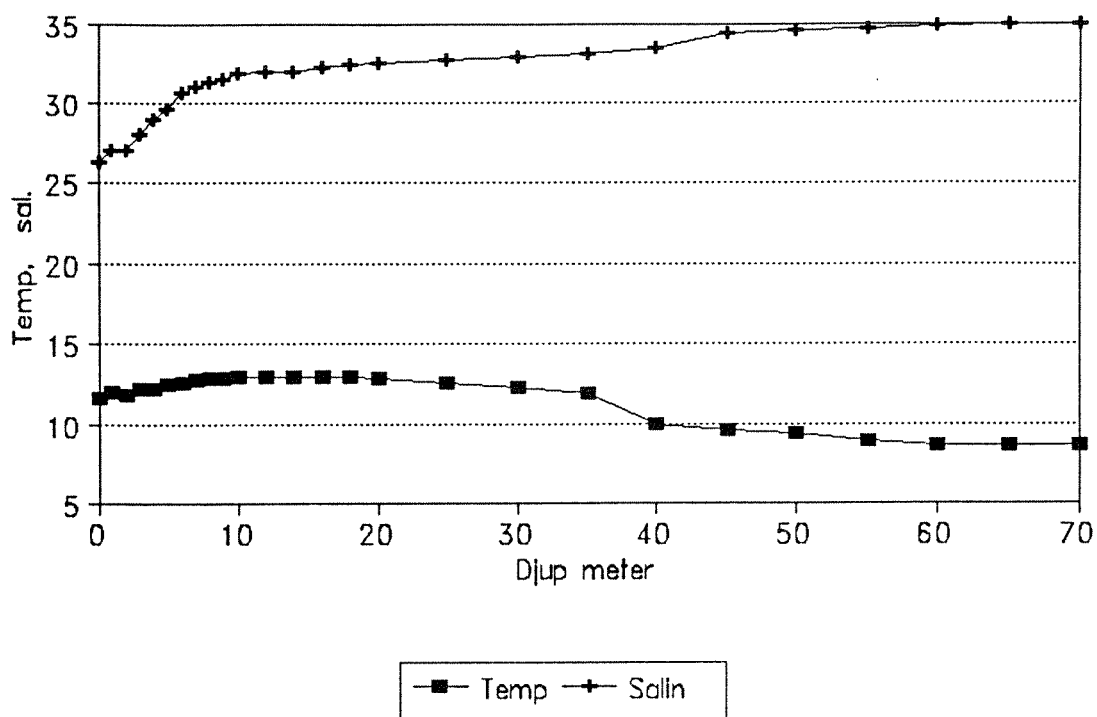
Figur 3.16b. Statistisk fordeling av straumfartobservasjonar (øverst) og retningsobservasjonar i 5 m djup ved Hillestad (jamfør fig. 3.16a).



Figur 3.17. Tidsserie av målt strømfart ved Hillestad i 40 meters djup. Dato (19/10-2/11 1990) angitt langs horisontal akse.

ST K11 – KANELEN, HØYL.SUND.

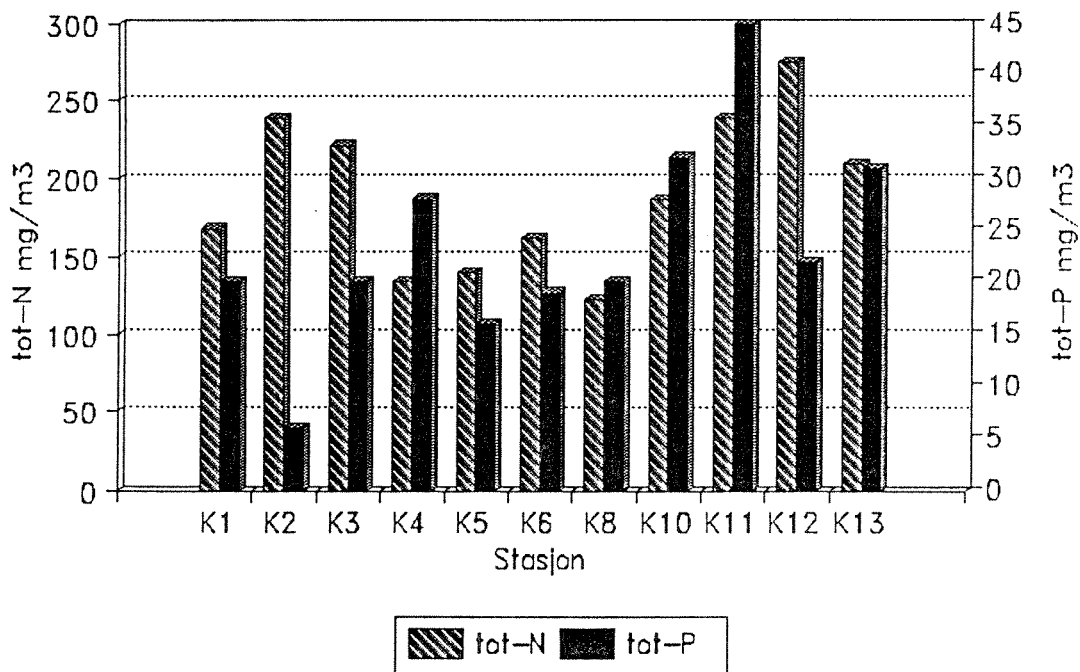
Måling gjort 19.10.90



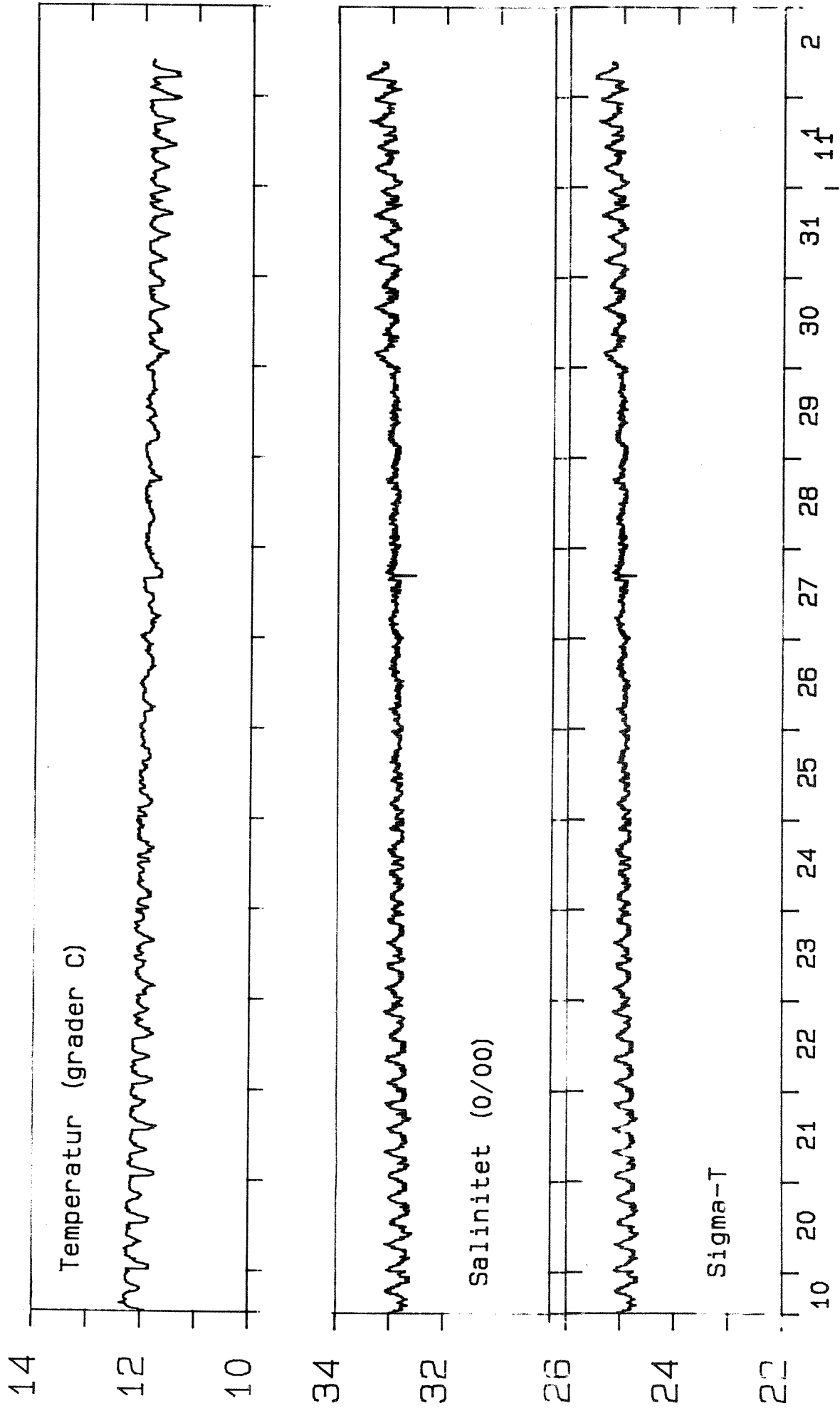
Figur 3.18. Profil av temperatur og salinitet ved K11 - Kanelelen i oktober 1990.

NÆRINGSSALT I SJØ

Kvinnherad aug. 1990.



Figur 3.19. Innhold av N og P i sjøvann nær botn ved stasjonene.



Figur 3.20. Tidsserie av temp., sal. og tetthet (Sigma-T) ved 35 m djup ved Hillestadholmen.

3.5 Botnfauna

På dei fleste stasjonane var det faste sandholdige botnsediment, ofte med grus og småstein (Tabell 3.4).

Tabell 3.4 Data for botnfaunaprøvene: dyp, antal prøver, gjennomsnittleg fyllingsgrad i grabben og beskrivelse av botnsediment. D = Day-grabb/P = Petersengrabb

Stasjon	Dyp	Antall prøver	Fyllingsgrad	Sedimentbeskrivelse
K 1	55	5 (D)	3:4	Grå sandig silt, litt glimmeraktig. Tynt brunt topplag. Noe trefiber i endel av prøvene.
K 2	180	2 (P)	1:1	Grå sandig silt og leire. Litt trefiber.
K 3	32	5 (D)	1:4	Lys grått fast sediment, varierende fra silt/fin sand til grus og skjellsand.
K 4	17	1 (P)	1:1	Bløtt sort mudder. En god del rester av flis og bark. Lukt av hydrogensulfid.
K 5	8	4 (D)	3:4	Grå silt/sand med tynt brunt topplag. Noe trefiber og litt søppel.
K 6	31	5 (D)	1:3	Grå fast silt og leire. Mørk grå under sedimentoverflaten. Tomme skjell.
K 7	30	5 (D)	1:3	Fast grå silt med sand og grus. Tomme skjell.
K 8	53	5 (D)	1:2	Grå silt og leire, på toppen et tynt brunt lag.
K 9	12	5 (D)	3:4	Sølvgrå silt/leire med noe stein og planterester. Svak lukt av hydrogensulfid.
K 10	60	3 (D)	1:3	Gråbrun silt og sand. Brunt overflatelag.
K 11	68-74	4 (P)	1:1	Bløt gråbrunt mudder. Antydning av hydrogensulfid i en prøve.
K 12	40	4 (D)	1:3	Fast gråbrun silt med stein og skjellrester.
K 13	60	4 (D)	2:3	Lys grå fin sand og skjellsand. Noe småstein.

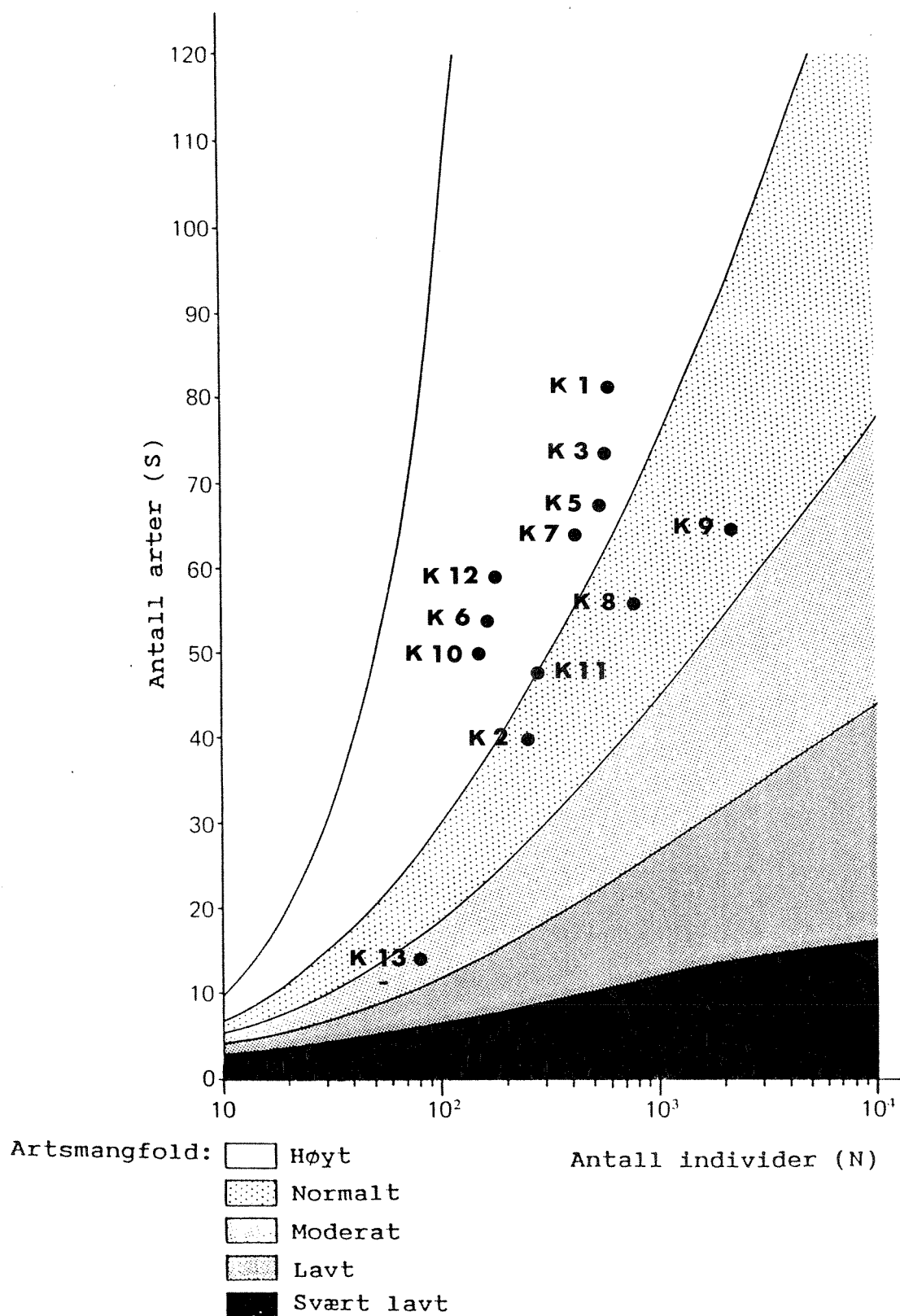
Generelt indikerer dette at det er straum og god vassutskifting ned til botnen. Finmateriale blir derfor vaska bort. Bløtt mudder var det i område med tersklar slik som Opsangervågen og i sentrale delar av Høylandssundet.

På nesten alle stasjonane var det høg artsriksdom og høgt artsmangfald (Tabell 3.5, Figur 3.21). Dette viser at forholda generelt var gode. Eit markert unntak var Opsangervågen som hadde svart bunnsediment utan dyreliv.

Tabell 3.5. Prøveareal, antal arter, individtal og individtetheter på alle stasjoner. Diversitetsindekser: H' = Shannon-Wiener indeks (\log_2), J = Pielou's jevnhet.

Stasjon	Areal	Arter	Ind.	Ind/m ²	H'	J
K 1 Rosendal	0.5	81	646	1292	5.15	0.81
K 2 Storsund	0.2	40	243	1215	3.82	0.71
K 3 Sunde	0.5	74	623	1246	3.52	0.56
K 4 Opsangervåg	0.1	0	0	0	-	-
K 5 Valen	0.4	67	575	1438	4.80	0.79
K 6 Sæbøvik	0.5	54	175	350	5.04	0.87
K 7 Husnes	0.5	64	443	886	4.68	0.78
K 8 Husnes	0.5	56	835	1670	2.08	0.35
K 9 Husnes	0.5	64	2147	4294	2.86	0.47
K 10 Porsvik	0.3	50	160	533	4.82	0.85
K 11 Kanelen	0.4	47	307	768	4.29	0.77
K 12 Eidsvik	0.4	59	182	455	5.24	0.89
K 13 Sydnes	0.4	15	80	200	1.89	0.48

Dei fleste stasjonane var dominert av små børstemark (Tabell 3.6). På nokre stasjonar var det også mange muslingar, pigghudar og nesledyr tilstades, men generelt var desse gruppene dårleg representert i prøvene. Fullstendige artslistar for alle stasjonar er gitt i Vedlegg.



Figur 3.21. Artsmangfold for botnfauna-prøver - antal arter plotta mot antal individ i eit generelt klassifiseringssystem basert på Hurlbert's funksjon. Stasjon K4, som var utan dyr, er ikkje vist. Diagrammet er etter Rygg (1984).

Tabell 3.6. Individtettheter (ind/m²) for dei vanlegaste artene i prøvene. Alle arter som forekjem med minst 30 ind/m² på ein stasjon er lista. Fullstendige resultat er gjevne i Vedlegg.

Stasjon	K 1	K 2	K 3	K 5	K 6	K 7	K 8	K 9	K 10	K 11	K 12	K 13
CNIDARIA (nesledyr)												
Edwardsiidae ind.	-	-	640	63	-	-	-	6	-	-	-	143
NEMERTINEA (båndmark)												
Nemertinea ind.	2	25	-	15	-	2	2	468	-	53	-	-
POLYCHAETA (mangebørstemark)												
Caulleriella zetlandica	-	-	-	-	-	-	-	38	7	-	-	-
Chaetozone setosa	84	5	40	10	10	80	40	-	40	-	45	-
Chone sp.	20	10	-	123	-	-	10	4	3	-	-	-
Glycera alba	-	-	8	50	2	2	-	16	3	28	-	-
Glycera capitata	32	5	10	15	-	2	2	-	-	18	-	-
Harmothoe sp.	14	-	28	-	6	10	10	50	10	28	-	-
Heteromastus filiformis	8	100	-	-	-	-	-	2200	-	-	-	-
Jasmineira sp.	76	-	-	-	6	40	-	32	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	-	-	-	30	-	-	-	144	-	-	-	-
Lumbrineris cf. scopa	14	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	-
Mediomastus fragilis	4	-	-	15	-	4	-	62	-	-	-	-
Myriochele oculata	26	-	86	-	10	68	18	4	53	-	10	-
Owenia fusiformis	2	-	18	5	2	28	4	-	70	-	8	3
Paraonis lyra	40	-	2	-	6	12	4	4	10	5	-	-
Pholoe minuta	16	-	2	40	-	2	-	90	-	-	-	-
Prionospio cirrifera	208	80	60	298	36	58	32	326	10	90	25	-
Prionospio malmgreni	38	5	8	13	26	42	56	16	13	-	5	-
Pseudopolydora antennata	42	20	-	-	46	184	1236	-	3	105	-	-
Scalibregma inflatum	-	5	-	3	-	-	-	422	-	-	-	-
Scoloplos armiger	12	-	24	95	6	4	-	4	7	-	-	-
Sthenelais limicola	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais sp.	36	-	6	-	-	20	54	-	60	-	-	-
Terebellides stroemi	46	-	14	8	-	-	-	16	-	18	-	-
Tharyx sp.	2	95	6	-	-	-	2	-	10	3	3	-
GASTROPODA (snegl)												
Natica alderi	2	-	-	63	2	-	-	-	-	3	-	-
Philine cf. scabra	-	-	8	3	6	36	10	-	7	-	-	-
BIVALVIA (muslinger)												
Corbula gibba	-	-	-	-	-	-	-	-	7	150	-	-
Lucinoma borealis	-	-	2	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Spisula elliptica	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-
Thyasira cf. flexuosa	-	10	-	15	12	6	2	58	10	-	-	-
Thyasira cf. sarsi	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-
CRUSTACEA (krepsdyr)												
Dexamine spinosa	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-
SIPUNCULIDA (pølseormer)												
Onchnesoma steenstrupi	-	460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ECHINODERMATA (pigghuder)												
Astropecten irregularis	-	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocardium flavescens	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptosynapta sp.	120	-	-	23	-	-	4	-	23	-	3	-

3.5.1 Vurdering av fauna på dei enkelte lokalitetane

Stasjon K1 ved Rosendal var svært artsrik, men hadde normale individtal. Artsmangfaldet var høgt (Tabell 3.5). Stasjonen var dominert av små børstemark, medan det var uvanleg få muslingar i prøvene. Dette kan indikere noko organisk anrikning, men generelt viser prøvene at det var gode forhold på stasjonen.

På stasjon K2 i Storsund var det vanskeleg botn for prøvetaking. I ein rekkje prøver var det stein i grabbkjeftene. I dei to vellykka prøvene som blei tatt, var det nokså blaut sandholdig silt og leire. Det var normale arts- og individtal og normalt artsmangfald (Tabell 3.5, Figur 3.21). Stasjonen hadde gode forhold.

Også på stasjon K3 ved Sunde viser prøvene at det var gode forhold. Stasjonen var artsrik og hadde normale individtal. Artsmangfaldet var høgt. Det var svært lavt organisk innhald i botnsedimentet (Tabell 3.1.).

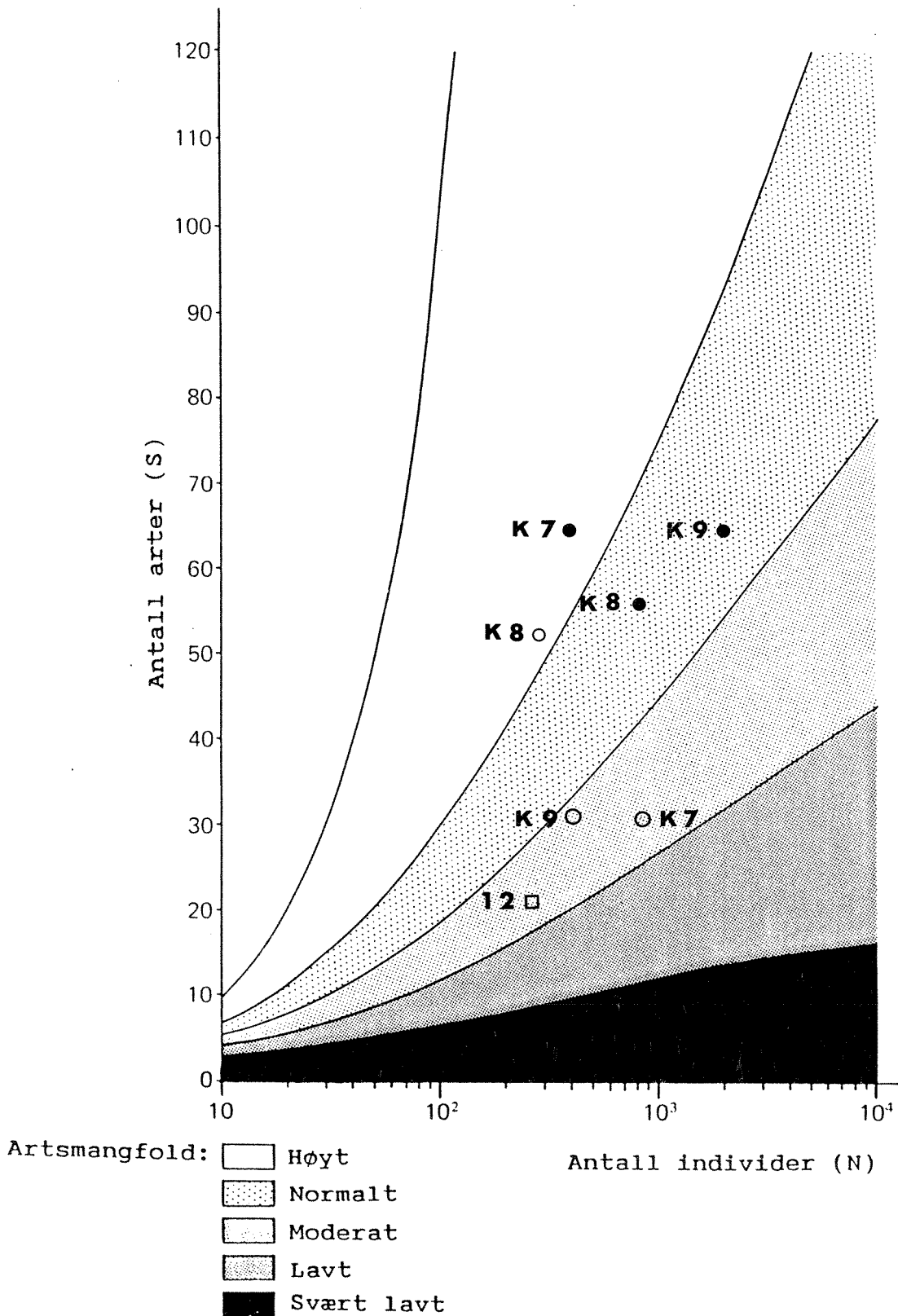
Derimot var forholda svært dårlege i Opsangervågen (stasjon K4) kor det var roten botn utan dyreliv. Heller ikkje Johannessen og Aabel (1983) fant noke dyreliv i sine prøver herfrå.

Alle stasjonane ved Husnes (K7, K8, K9) hadde normale artstal og normale - til høge individtal. Det var nedsett artsmangfald, og spesielt lav 'jevnhet', på K8 og K9 (Tabell 3.5). Dette indikerar at disse stasjonane var påverka av forureining, men utan at dette hadde betydelege negative følgjer.

Stasjonane K7 (30 m) og K8 (53 m) hadde svært lik artssamansetnad. Begge var dominert av små børstemark. Vurdert ut frå artsmangfaldet syntes forholda best på K7 sjølv om denne stasjonen ligg nærare utsleppskjeldene enn K8. Dette kan skuldast betre straum og vassutskifting på grunt vatn.

Den innerste stasjonen K9 (12 m) var dominert av arter som ofte forekjem ved høg organisk belastning. Særleg er dette typisk for børstemarken Heteromastus filiformis som hadde svært høge individtal (Tabell 3.6). I sedimentet var det høgt organisk innhald som var tilført frå land (Tabell 3.1). Stasjonen var klart påverka av dei organiske tilførsleane i området. Det var ingen klåre forureiningseffekter av metall og PAH på faunaen, men dette kan vere overskygga av dei organiske tilførsleane.

Sammenlikna med dei tidlegere undersøkingane (Johannessen og Aabel 1983, Hasle 1988) har denne undersøkinga vist høgare artsrikdom, og høgare artsmangfald på stasjonane (Fig. 3.22). Dette kan tyde på betre forhold i 1990 enn i 1983 og 1987. Men det er ikkje tilrådeleg å foreta nokon nøyre samanlikning av resultatane sidan undersøkinga er gjennomført med noko forskjellig metodikk, spesielt Hasle (1988). Dessutan var prøvetakinga i 1990 gjort på hausten da ein normalt vil ha høgare arts- og individrikdom enn vinter/vår (Johannessen og Aabel: mars, Hasle: desember). Det må også bemerkast at Johannessen og Aabel's stasjon K7 var på noko grunnere vatn (20 m) enn i denne undersøkinga. Dei nokså markante skilnadene på K7 kan difor skuldast at det er store forandringar i bunnforholda over korte avstander bort frå utslippskjeldene, slik som tilfellet er for konsentrasjonar av metall og PAH (Kap. 3.4.).



Figur 3.22. Artsmangfold på stasjonane ved Husnes samanlikna med tidlegare undersøkingar. Same diagram som i figur 3.21.

- Denne undersøkinga (1990)
- Johannessen og Aabel (1983)
- Hasle (1988)

Artsamansetninga på stasjon K9 samsvarer godt med kva Hasle (1988) fant. Begge undersøkingar hadde børstemarken Heteromastus filiformis og båndmark (Nemertinea) som dei dominerande formene. Også børstemarken Scalibregma inflatum var vanleg i Hasles undersøking, men forekom helst på heilt grunt vatn. Det var større skilnader i artssamansetnad til Johannessen og Aabel si undersøking, men også dei hadde Heteromastus som ei dominerande form. Dette viser nok at det har funne stad ei gradvis forandring i artssamansetninga i området over tid. Dette må betraktast som normalt.

Stasjonane K5 og den nærliggjande K10 i nordre del av Høylandsundet hadde begge fast sandholdig bunn sediment som indikerer god straum og vassutskifting. Den grunne K5 ved Valen (8 m) var artsrik og hadde normalt artsmangfald. I tillegg til børstemark var det i prøvene også mange muslingar og pigghudar. Forholda var gode, men artssamansetnaden tyder på at stasjonen er stimulert av organiske tilførsler. På den djupare stasjonen K10 ved Porsnes (60 m) var det normale artstal, men litt lave individtal. Artsmangfaldet var høgt. Stasjonen hadde gode forhold.

I bassenget sentralt i Høylandssundet (K11) var det blaut mudder med normalt organisk innhald (Tabell 3.1.). Faunaen hadde normale arts- og individtal, men dei dominerande artene, som f.eks. muslingen Corbula gibba, opptre ofte i organisk belasta sediment. Forholda må karakteriserast som gode, men lokaliteten er organisk anrika og kan lett overbelastast ved auka tilførsler. Det kan ikkje på grunnlag av fauna og C/N-forhold (Tabell 3.1.) påvisast nokon direkte påverknad av tilførsler frå land.

Stasjon K6 ved Sæbøvik hadde gode forhold. Området var prega av straum. Det var normale artstal, men litt lave individtal. Individtala kan vere lave i sandbotnsområde med lave tilførsler av organisk materiale.

Stasjon K12 ved Eidsvik hadde svært like forhold som ved Sæbøvik og like verdiar for arts- og individtal. Også dette området hadde sand og grusbottn prega av straum og med lavt organisk innhald.

Stasjon K13 syd for Sydnes hadde eit unormalt resultat. Prøvene var dominert av ei lita gravande sjøanemone. Arts- og individtala var svært lave og artsmangfaldet var lavt. Stasjonen hadde eit sediment av sand og skjelsand som tyder på gode straumforhold ned til botnen. På sandbotnen, spesielt der straum og vassrørsle omrører sanden, kan faunaen naturleg vere svært fattig. Det er vanskeleg å peike på noko miljøforstyrning som skulle ha gitt dette resultatet. I 1986 prøvetok Johannessen og Stensvold (1986) ein lokalitet på 50 m nær ved, men nærare land på Borgundøy (benevnt Fjel 5). Dei fann normale arts- og individtal og gode forhold.

4. SAMLA VURDERING

4.1 Oppsummering av resipientforhold i det undersøkte området

I denne undersøkinga er det brukt fleire parametrar for å gje eit samla bilde av resipientforholda ulike stader i fjorden ved Kvinnherad. I forhold til utbygging av kommunale kloakkar er det viktig å kjenna den organiske belastninga i resipientane, og utviklinga over tid. Det generelle bilde er at tilstanden i dei store fjordbassenga er god. Dei mindre terskelbassenga er noko belasta med organisk materiale, men i varierende grad. Nedanfor er kvart område omtalt, og det er gitt ei samla vurdering av resipientforholda i Høylandsundet, og litt om miljøgifter ved Husnes.

Resultata for botnfauna i denne undersøkinga samsvarer godt med kva Johannessen og Aabel (1983) fant ved si undersøking. Ingen lokalitetar har fått vesentleg endra karakteristikk frå 1983 til 1990. På fleire av stasjonane har det vore forandringar i artssamansetnad, men artstal og artsmangfald har ikkje endra seg mykje. Dette indikerer at forholda har halde seg stabile sjølv om faunaen ikkje er den same. Undersøkinga kan difor ikkje påvise nokon spesielle endringar i belastninga til sjøområdet.

4.2 Rosendal og Storsund

Rosendal, K1.

Her kunne vi sjå indikasjonar på anriking av organisk materiale i botnsedimentet. Den organiske belastninga synes å ha auka litt frå 1983, men faunaen viser at det er gode forhold på stasjonen. Målingane av oksygen og næringssalt i vatnet tyder også på gode forhold.

Stasjonen ligg nokså rett ut for elvemunninga og nær eit større kloakkutslepp frå Rosendal sentrum, på ei skråning mot djupare vatn. I eit slikt område kan ein vente forandringar over korte avstander. I botnsedimentet var det noko trefiber. Også sedimentmålingane (C/N-forholdet) tyder på at organisk materiale blir tilført frå land (Tabell 3.1). Dette materialet kan vere humus og plantemateriale som kjem ut med elvevatnet, og ein kan ikkje spesifikt seie at det er effekt av kloakkutsleppa i området.

Resultata samsvarer godt med kva Johannessen og Aabel (1983) fant, men dei syner til ein påverknad som dei tilskriv kloakkutslepp.

Storsund, K2.

Av praktiske grunnar måtte vi ta prøvene på ein litt annan stad enn det blei gjort i 1983. Vi reknar at begge stader er representative for området, og analysane viser ein lite belasta resipient med rikt dyresamfunn. Uendra frå 1983.

4.3 Husnes

Ved Husnes blei det gjort målingar på tre stasjonar (K7, K8, K9).

Det var tydeleg skilnad mellom desse tre stasjonane. K9, nærast land (og avfallstippen), er klart forureina både med miljøgifter og organisk stoff. Sedimentet har sterk sølvglinsande farge og har høge metallverdiar (aluminium, sink, bly og kopper) og høgt innhald av PAH. Situasjonen er i hovudsak som ved tidlegare undersøkingar, men kadmium-forureininga synes klart redusert. Faunaen var dominert av artar som førekjem ved høg organisk belastning. Desse artene tåler også annan slags forureining, men det høge individtalet tyder på organisk belastning.

Dei to stasjonane lengre ut frå land (K8 og K7) var ikkje belasta med organisk stoff, og forureiningsgraden for metall og PAH avtok med avstanden frå land, slik at stasjon K8 i liten grad var påverka. Dette samsvarer med tidlegare undersøkingar, men også her var kadmiumnivået betydeleg lavare enn tidlegare. Botnfaunaen bar ikkje preg av særleg forureining, men tyda på noko betre forhold på K7 enn på K8.

Muligvis har det vore ei svak betring ved Husnes. Denne undersøkinga gir noko betre karakteristikk av faunaen i området enn tidlegare undersøkingar (Johannessen og Aabel 1983, Hasle 1988), men skilnadene er ikkje større enn at gradientar i området og noko ulik prøvetaking også kan spele inn. Målingane av miljøgifter samsvarer med tidlegare undersøkingar (Johannessen og Aabel 1983, Næs 1986), men kadmiuminnhaldet i sediment

i området synes å vera redusert. Det ser ut til å vera eit relativt lite område nær avfallstippen ved Sør-Norge Aluminium A/S der ein finn forhøga innhald av Al, Zn, Pb, Cu og PAH.

4.4 Sunde og Opsangervåg

Sunde, K3.

Stasjonen har lavt organisk innhald, noko som truleg heng saman med god botnstraum som hindrar at organisk materiale sedimenterer (erosjonsbotn) (Bjerknes m.fl., 1987). Faunaen er normal. Samla sett gode forhold, som i 1983.

Opsangervåg, K4.

Terskeldjupet er bare to meter, og sedimentet bar preg av høgt organisk innhald, m.a. tilførsler frå tidlegare sagbruksverksemd. Sedimentet var livlaust og inneheld H_2S . Sjølv om det ikkje er sleppt ut kloakk i vågen dei siste åra, vil det, utan spesielle tiltak, ta lang tid før det blir aerobe forhold i sedimentet og normal botnfauna. Ein skal også vere merksam på faren for at kloakk frå utsleppet ved Sunde kan bli ført inn i vågen med overflatevatn, dersom ikkje utsleppet blir skikkeleg innlagra i djupvatnet.

4.5 Høylandsund

Med Høylandsund meiner ein her terskelbassenget mellom Porsvik og Hillestadholmen. Dette er klassifisert som eit C-området i LENKA-inndelinga av sjøområde (Planavd. Hord. Fylkesk., 1989).

Denne undersøkinga omfattar 3 stasjonar i Høylandsund (K5, K10 og K11), og vasskifte i bassenget er målt ved bruk av to strømmålarriggjar. Analysane viser noko ulikt resultat på dei enkelte stasjonane, men hovudinntrykket av hydrografi, sedimentanalysar og botnfauna er at tilførslene av næringssalt og organisk materiale er betydeleg, og ikkje bør auka utover dagens nivå. Det er relativt god straum inn og ut av bassenget, og vassutskiftinga tilfører resipienten nok oksygenrikt vatn til nedbryting av det organiske materiale som no blir tilført.

Ein reknar med at oksygenforholda i djupvatnet varierer ein del gjennom året, og det vil vera fare for at djupomårda blir overbelasta ved auka tilførsler.

Valen, K5.

Det var til dels så hard sandbotn at grabben ikkje fekk opp anna enn stein , men på 8-9 meter fekk vi opp dei prøvene som er analyserte. Stasjonen er nær eit større kloakkutslepp, men er ikkje mykje prega av dette. Den organiske belastninga er moderat, oksygenforholda gode. Faunaen sin artssamansetnad indikerer stimulering frå organiske tilførsler. Samla sett små endringar frå undersøkinga i 1983.

Porsvik, K10.

Denne stasjonen er i det nordlegaste terskelbassenget i Høylandssund. Det er stort sett godt vasskifte i bassenget med liten tendens til sedimentering av organisk materiale, og vi fann ein frisk botnfauna. Det var relativt høgt oksygeninnhald mot botn slik at ein har aerob nedbryting av tilført organisk materiale, men oksygennivået kan i periodar vera lavare enn denne målinga viser.

Kanelen, K11.

Dette er det djupaste av fleire terskelbasseng i Høylandssund, og målestasjonen er nær det djupaste punktet. Organisk materiale sedimenterer her, og viser svak botnstraum. Botnfaunaen ber litt preg av at resipienten har relativt høgt organisk innhald.

På grunnlag av fauna og C/N-forhold kan ein ikkje seia om det organiske materiale er tilført frå land eller har marint opphav. Tilførsler av næringssalt frå land kan gi auka algeproduksjon, som seinare aukar sedimenteringa av organisk materiale i bassenget.

Sjøarealet i Høylandsund er ca 16 km², og det har tilsig frå eit landareal på ca 64 km², og ca 1 km² av dette er jordbruksareal.

I følge opplysningar frå Teknisk Etat i Kvinnherad er det utslepp av kloakk frå ca 2000 p.e. (personeiningar) til Høylandsund. Normtal for kommunale avløp (urensa kloakk) er (Vråle,

1989): 2,0 g fosfor, 12,0 g nitrogen og 42,0 g suspendert stoff pr p.e. pr dag. Totalt blir det såleis 1460 kg fosfor, 8760 kg nitrogen og 30660 kg susp. stoff pr. år.

Ved berekning av andre tilførsler kan ein bruka desse normtala (NIVA) for tilførsel av N og P pr km² i dette distriktet: Jordbruksareal, 150 kg P og 4500 kg N. Skog og fjell, 7 kg P og 200 kg N. Nedbør direkte på sjøen, 20 kg P og 1440 kg N.

Dei viktigaste lokale tilførslene av næringssalt er såleis:

kloakk 2000 p.e.	1460 kg P	8760 kg N
jordbruk 1 km ²	150 "	4500 "
skog og fjell 63 km ²	441 "	12600 "
nedbør på sjø 16 km ²	320 "	23040 "
til saman	<u>2371 kg P</u>	<u>48900 kg N</u>

Det går fram at kloakkutsleppa er den dominerande kjelda for fosfor, medan hovudtyngda av nitrogen kjem frå nedbøren. I marine område er det vanleg å rekna nitrogen som vekstavgrensande næringsstoff for alger, medan fosfor i dei fleste tilfelle er avgrensande i ferskvatn (Faafeng m. fl., 1990). I område med varierende salinitet er det usikkert om det er N eller P som er vekstavgrensande, og som bør leggjast til grunn ved resipientvurderingar (Håkanson m.fl., 1988).

Akvakultur. Det er gitt tre konsesjonar for oppdrett av fisk i/ved Høylandsund, eit smoltanlegg for 600.000 settefisk, og to marine matfiskanlegg på til saman 6000 m³. Det er pr i dag så liten drift ved desse konsesjonane at ein ikkje har rekna med belastning frå dei i berekninga ovanfor. Ved full utnytting ville dei gi omlag følgjande tilførsel av N og P etter normtal i NOU 1990: 22 :

600.000 smolt a 60 gram:	360 kg P	3240 kg N
150 tonn matfisk pr år:	1500 kg P	13500 kg N

Utslepp frå settefiskanlegg/landbaserte anlegg kan reduserast betydeleg ved enkel filtrering av avløpet. Verknaden av utslepp frå oppdrettsanlegg i eit terskelbasseng er svært avhengig

av korleis anlegget er plassert. Aure (1989) hevdar at verknaden på oksygenforholda i djupvatnet er liten dersom anlegget er plassert slik at forspill og ekskrement sedimenterer på relativt grunt vatn (over terskeldjup). LENKA-systemet (NOU 1990: 22) reknar med naturgitt kapasitet tilsvarende 15-30 tonn fisk pr km² i C/B-område, og produksjon av 150 tonn fisk ville etter ei LENKA-berekning bruka 30-60 % av kapasiteten i Høylandsund. Det er såleis usikkert kor stor betydning oppdrett, i det omfang det er gitt konsesjon for, vil ha på forholda i resipienten.

4.6 Halsnøy-området

Sæbøvik, K6.

Både sediment og fauna tyder på gode, friske forhold utan noko teikn på organisk forureining. Situasjonen er lik som den var i 1983.

Eidsvik, K12.

Eidsvik er tilknytt Hardangerfjorden utan tersklar mellom. Botnforholda er typiske for område med gode straumforhold, og det gjeld truleg heile Eidsvik. Det var friske og fine forhold på stasjonen, med normal fauna, utan teikn til forureining.

Sydnes, K13.

Stasjonen ligg mellom Vågsholmen og Terneholmen, omlag på terskelen mellom Sydnessundet og Skånevikfjorden. Forholda på stasjonen var prega av relativt god botnstraum, utan opphoping av organisk materiale. Botnfaunaen var uventa fattig, utan at det kan forklarast utfrå dei andre målingane som blei gjort.

LITTERATUR

- Aure, J. 1989. Miljøeffekter av næringssalter og organisk materiale frå fiskeoppdrett. Miljøverndepartementets rapportserie nr: T-726.
- Bjerknes, V., Golmen, L. G., Sørensen, J. A., Sørgaard, K. og Wikander, P. B. 1987. Kriterier og metoder ved planlegging av fiskeoppdrett i sjøen. NIVA-rapport nr. 2063.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitalstanden i 355 innsjøer i Norge. NIVA-rapport nr. 2355.
- Golmen, L. G., Hansen, S. E., Magnusson, A. K. og Østerhus, S. 1982. Undervisningstokt 2-4 desember 1981 Hardangerfjorden. Rapp. Geofys. Inst., Universitetet i Bergen.
- Hasle, J. R. 1988. Marin resipientundersøkelse ved avfallstipp frå aluminiumsproduksjon på Husnes i Kvinnherad. A/S Miljøplan P87-143.
- Helland, A. & Skei, J. 1991. Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1989. Delrapport I: Sedimenter. NIVA-rapport 2521.
- Håkanson, L., Ervik, A., Mäkinen, T. og Møller, B. 1988. Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms. Nordic Council of Ministers. Copenhagen.
- Johannessen, P. J. og Aabel, J. P. 1983. Resipientundersøkelse i Kvinnherad kommune. Inst. for Marinbiologi, UiB. Rapp. nr. 2. 1983.
- Johannessen, P. J. og Stensvold, A. M. 1986. Resipientundersøkelse i Fjelbergsund Kvinnherad kommune. Inst. for Marinbiologi, UiB. Rapp. nr. 37. 1986.
- Källquist, T. og Skei, J. 1990. Testing av forurensede marine sedimenter - klassifisering og giftighet. NIVA-rapport nr. 2449.
- Knutzen, J. 1989. PAH i det akvatiske miljø - opptak/utskillelse, effekter og bakgrunns nivåer. NIVA-rapport nr. 2205.
- Magnusson, J., Skei, J. & Sørensen, K. 1990. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.6a. Hydrografiske og hydrokjemiske observasjoner i Ytre Oslofjord juni og august 1988. NIVA-rapport 2513.
- NOU 1990: 22. LENKA. Oslo, 1990.
- Næs, K. 1986. Sedimentundersøkelse ved Husnes. NIVA-notat O-86005.
- Næs, K. og Rygg, B. 1990. Overvåking av Årdalsfjorden i 1989. Sedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport nr. 2385.

- Paasche, E. og Erga, S. R. 1987. Næringsalter og planktonvekst i Oslofjorden. Vann nr. 2.
- Planavdelinga Hordaland Fylkeskommune. 1989. Sjøområda i Hordaland. LENKA rapport.
- Rygg, B. og Green, N. 1981. Resipientundersøkelse ved avfallstipp frå aluminiumsproduksjon, Husnes i Kvinnherad. NIVA-rapport nr. 1258.
- Rygg, B. 1984. Bløtbunnfaunaundersøkelser. Et godt verktøy ved marine resipient vurderinger. NIVA-rapport F. 481, OF-80612 II. Oslo.
- SFT. 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. TA-630.
- Skei, J., Pedersen, A., Berge, J. A., Bakke, T. og Næs, K. 1987. Indre Sørfjord. Sedimentenes betydning for metallforurensing i miljøet. Muligheter og behov for tiltak. NIVA-rapport nr. 2067.
- Vråle, L. 1989. Måleenheter for forurensingsmengder frå fiskeoppdrett. I: Forurensning frå fiskeoppdrett. Berthelsen, B og Braaten, B. (red.). LENKA-rapport nr. T-726.
- Wikander, P. B. 1986. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA-rapport nr. 1898.

VEDLEGG.

1. TABELL: Fauna. Antal individ på kvar stasjon.
2. PAH komponentar

VEDLEGG 1.

KVINNHERRAD 1990	STA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ANTHOZOA													
Anthozoa indet	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
Cerianthus lloydi Goss	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Edwardsiidae indet	-	-	320	-	25	-	-	-	3	-	-	-	57
NEMERTINEA													
Nemertinea indet	1	5	-	-	6	-	1	1	234	-	21	-	-
POLYCHAETA													
Ampharete cf. falcata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ampharete lindstroemi	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete sp	4	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-
Ampharetidae indet	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Amphicteis gunneri (M.S	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Amphitrite cirrata O.F	2	-	-	-	-	1	5	1	-	-	-	-	-
Amythasides macroglossu	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anobothrus gracilis (Ma	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides paucibranchiata	8	-	10	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-
Aora gracilis	-	-	-	-	1	-	-	-	11	-	-	-	-
Aphrodita aculeata Lin	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Aricidea catherinae La	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aricidea cf. catherinae	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aricidea cf. wassi Pet	5	-	-	-	-	-	9	-	-	1	-	2	-
Aricidea wassi Pettibo	6	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Augenaria tentaculata	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Axionice maculata (Daly	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata (Fab	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Caulleriella sp	13	-	9	-	-	2	1	3	-	8	-	2	-
Caulleriella zetlandica	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2	-	-	-
Ceratocephale loveni M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetozone setosa Malm	42	1	20	-	4	5	40	26	-	12	-	18	-
Chone infundibuliformis	1	-	4	-	14	-	1	-	-	-	-	-	-
Chone sp	10	2	-	-	49	-	-	5	2	1	-	-	-
Chone/Euchone sp	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirratulus cirratus (O.	-	-	3	-	1	2	12	-	-	-	-	13	-
Diplocirrus glaucus (Ma	6	-	2	-	-	8	1	3	-	-	4	1	-
Eclysippe vanelli (Fauv	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Eteone lactea Clapared	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Eteone sp	2	-	2	-	-	-	2	3	4	2	-	-	-
Euclymene sp	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	7	-	-
Eumida sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eunice cf. pennata (O.F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Exogone cf. hebes (Webs	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone cf. verugera (C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Exogone sp	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Exogone verugera (Clapa	3	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa (Palla	3	-	-	-	5	3	-	1	-	-	-	12	-
Glycera alba (O.F.Muell	-	-	4	-	20	1	1	-	8	1	11	-	-
Glycera capitata Oerst	16	1	5	-	6	-	1	1	-	-	7	-	-
Glycera rouxii Audouin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Goniada maculata Oerst	10	-	6	-	13	4	3	2	-	3	1	1	-
Harmothoe sp	7	-	14	-	-	3	5	5	25	3	11	-	-
Hesionidae indet	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	4	20	-	-	-	-	-	-	1100	-	-	-	-
Hydroides norvegica Gu	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	7	-
Jasmineira caudata Lan	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Jasmineira sp	38	-	-	-	-	3	20	-	16	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata (K	-	-	-	-	12	-	-	-	72	-	-	-	-
Laonice cirrata (M.Sars	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Laonome kroeyeri Malmg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Leanira tetragona (Oers	2	-	-	-	-	4	-	-	-	-	5	12	3
Lumbriconereis cf. impa	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Lumbrineris cf. scopa	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Lumbrineris cf. gracili	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineris scopa Fauc	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Lumbrineris sp	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Magelona alleni Wilson	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Maldanidae indet	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Mediomastus fragilis R	2	-	-	-	6	-	2	-	31	-	-	-	-
Melinna cristata (M.Sar	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
Myriochele oculata Zak	13	-	43	-	-	5	34	9	2	16	-	4	-
Neoamphitrite affinis (	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite cf. groen	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus (	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

KVINNHERAD 1990	STA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nephtys cf. incisa Mal	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys ciliata (O.F.Mu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-
Nephtys hombergii Savi	-	-	3	-	-	1	2	3	-	-	-	-	-
Nephtys paradoxa Malm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Nereimyra punctata (O.F	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Nereis cf. zonata	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis zonata	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
Nicomacinae indet	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Onuphis quadricuspis M	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophelina acuminata Oer	-	-	-	-	-	-	3	4	7	-	-	-	-
Ophelina sp	14	-	1	-	-	4	-	1	-	-	-	2	-
Orbinia norvegica (M.Sa	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Owenia fusiformis Dell	1	-	9	-	2	1	14	2	-	21	-	3	1
Paramphinome jeffreysii	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Paraonis gracilis (Taub	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-
Paraonis lyra (Southern	20	-	1	-	-	3	6	2	2	3	2	-	-
Pectinaria auricoma (O.	4	-	2	-	8	-	1	-	-	-	-	-	1
Pectinaria koreni Malm	4	-	8	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-
Pectinaria sp	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Petaloproctus tenuis A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Phisidia aurea	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe minuta (Fabriciu	8	-	1	-	16	-	1	-	45	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	1	-	-	-	2	2	-	1	1	4	-	1	-
Phyllodoce sp	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-
Phyllodocidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Pisione sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Pista cristata (O.F.Mue	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Platynereis dumerilii (	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
Polychaeta indet	19	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Polycirrus plumosus (Wo	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Polydora cf. caeca (Oer	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Polydora cf. caulleryi	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cf. ciliata (J	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Polydora cf. socialis (	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Polyphysia crassa (Oers	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pomatoceros triqueter (	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	1
Prionospio cirrifera W	104	16	30	-	119	18	29	16	163	3	36	10	-
Prionospio malmgreni C	19	1	4	-	5	13	21	28	8	4	-	2	-
Proclea graffii (Langer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Protodorvillea keferste	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora antennat	21	4	-	-	-	23	92	618	-	1	42	-	-
Rhodine loveni Malmgre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Sabellides octocirrata	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Samytha sexcirrata M.S	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Scalibregma inflatum R	-	1	-	-	1	-	-	-	211	-	-	-	-
Scolecopsis sp	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Scoloplos armiger	6	-	12	-	38	3	2	-	2	2	-	-	-
Serpulidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Sphaerodoridium balticu	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
Sphaerodorium sp	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio filicornis (O.F.Mu	-	-	1	-	2	-	-	-	1	1	-	-	-
Spiophanes bombyx (Clap	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes cf. kroeyeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Spiophanes kroeyeri Gr	1	9	-	-	-	-	6	1	-	1	5	2	-
Sthenelais limicola (Eh	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais sp	18	-	3	-	-	-	10	27	-	18	-	-	-
Streblosoma bairdi (Mal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Syllis hyalina Grube 1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Terebellides stroemi M	23	-	2	-	3	-	-	-	8	-	7	-	-
Tharyx sp	1	19	3	-	-	-	-	1	-	3	1	1	-
Thelepus cincinnatus (F	-	-	1	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-
Trichobranchus roseus (	2	-	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-
Typosyllis cornuta (Rat	-	-	2	-	2	-	4	-	1	1	-	1	-
Typosyllis hyalina (Gru	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-
PROSOBRANCHIA													
Acmaea testudinalis (Mu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Capulus hungaricus (Lin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Lunatia fusca (Blainvil	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

KVINNHERRAD 1990	STA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Natica alderi</i> Forbes		1	-	-	-	25	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Velutina velutina</i> (Muel)		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
OPISTOBRANCHIA														
<i>Cylindrella cylindracea</i> (P)		2	-	1	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-
<i>Philine</i> cf. <i>scabra</i> (O.F)		-	-	4	-	1	3	18	5	-	2	-	-	-
<i>Philine</i> sp		5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Scaphander punctostriat</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
POLYPLACOPHORA														
<i>Polyplacophora</i> indet		-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	7	5
CAUDOFOVEATA														
<i>Caudofoveata</i> indet		1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
BIVALVIA														
<i>Abra nitida</i> (Mueller 17)		-	1	-	-	-	9	-	-	-	-	-	2	-
<i>Abra prismatica</i> (Montag)		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Acanthocardia echinata</i>		-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astarte elliptica</i> Brow		-	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-
<i>Bivalvia</i> indet		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamys distorta</i> (da Co)		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corbula gibba</i> (Olivi 17)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	60	-	-
<i>Cultellus pellucidus</i> (P)		-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cuspidaria rostrata</i> (Sp)		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epilepton clarkiae</i> (Cla)		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gafrarium minutum</i> (Mont)		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hiatella arctica</i> (Linne)		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-
<i>Lucinoma borealis</i> (Linn)		-	-	1	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyonsia norvegica</i> (Gmel)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Modiolus phaseolinus</i> (P)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Montacuta ferruginosa</i> (		-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Mya truncata</i> Linne 175		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrtea spinifera</i> (Monta)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Mysella bidentata</i> (Mont)		-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nucula sulcata</i> (Bronn 1		-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Nucula tumidula</i> (Malm)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nucula turgida</i> Leckenb		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-
<i>Parvicardium minimum</i> (P)		-	1	-	-	9	-	-	2	-	-	2	-	-
<i>Similipecten similis</i> (L		-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-
<i>Spisula elliptica</i> (Brow)		-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thyasira</i> cf. <i>croulinens</i>		-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Thyasira</i> cf. <i>equalis</i> (V		-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-
<i>Thyasira</i> cf. <i>ferruginea</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Thyasira</i> cf. <i>flexuosa</i> (		-	2	-	-	6	6	3	1	29	3	-	-	-
<i>Thyasira</i> cf. <i>sarsi</i> (Phi		-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thyasira croulinensis</i> (		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thyasira ferruginea</i> (Fo		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thyasira sarsi</i> (Philipp		-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Thyasira</i> sp		5	8	1	-	-	-	-	-	-	-	7	5	-
<i>Venus ovata</i> Pennant		-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
<i>Venus striatula</i> (Da Cos		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Yoldiella tomlini</i> Winc		-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCAPHOPODA														
<i>Dentalium entale</i> Linne		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
PYCNOGONIDA														
<i>Pycnogonida</i> indet		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
CUMACEA														
<i>Cuma scorpioides</i> (Mont.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Diastylodes biplicata</i>		-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Diastylodes serrata</i> (S		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Eudorella emarginata</i> K		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Eudorella truncatula</i> S		3	2	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-
<i>Hemilamprops assimilis</i>		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Leucon nasica</i> (Kroeyer)		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
<i>Leucon nasicoides</i> Lill		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Platyaspis typica</i> G.O.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANAIDACEA														
<i>Tanaidacea</i> indet		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

KVINNHHERAD 1990	STA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ASTEROIDEA													
<i>Asterias rubens</i> L.	-	-	2	-	7	1	1	-	12	-	-	-	-
<i>Astropecten irregularis</i>	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
OPHIUROIDEA													
<i>Amphilepis norvegica</i> L	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Amphiura chiajei</i> Forbe	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-
<i>Amphiura filiformis</i> (O.	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Ophiura affinis</i> Luetke	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	-	-	-
<i>Ophiura cf. affinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Ophiura cf. alba</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiura</i> sp	2	-	1	-	4	-	-	-	2	1	1	-	-
<i>Ophiuroidea</i> indet	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
ECHINOIDEA													
<i>Brissopsis lyrifera</i> (Fo	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocardium cordatum</i>	2	-	6	-	12	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Echinocardium flavescen</i>	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocyamus pusillus</i> (	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HOLOTHUROIDEA													
<i>Labidoplax buski</i> (McInt	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptosynapta</i> sp	60	-	-	-	9	-	-	2	-	7	-	1	-
<i>Thyone raphanus</i> Dueben	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
UBESTEMT													
<i>Vermiformis</i> indet	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	1	-	-

Navn/lokaltet : Hardangerfjorden

VEDLEGG 2.

Oppdragsnr. : 90141
 Prøver mottatt : 27/8-90
 Lab.kode : GDM 1-3
 Jobb nr. : 90/106
 Analysedato : 3/12-90
 Analytiker : Brg

Prøvebetegnelse:

1 : K7 22/8-90
 2 : St. K8 Husnes 22/8-90
 3 : K9 Husnes

4 :
 5 :
 6 :

Konsentrasjoner i: ng/g tørket sediment

PAH	1	2	3	4	5
Naftalen					
2-Metylnaftalen					
1-Metylnaftalen					
Bifenyl					
Acenaftalen					
Acenaften					
Dibenzofuran					
Fluoren					
Dibenzotiofen					
Fenantren	63	24	2218		
Antracen	3		442		
2-Metylantracen			284		
1-Metylfenantren			208		
9-Metylantracen					
Fluoranten	73	24	5276		
Pyren	52	13	3203		
Benz(a)antracen *	140	45	6119		
Trifenylen/Chrysen	187	64	8462		
Benzo(b)fluoranten *	x) 434	x) 170	x) 8124		
Benzo(j+k)fluoranten *					
Benzo(e)pyren	174	65	3499		
Benzo(a)pyren *	110	33	2100		
Perylen					
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	3	2	97		
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	3	1	34		
Benzo(ghi)perylene	59	19	623		
Anthanthrene					
Coronen					
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *					
Sum	1301	460	40689		
Derav KPAH (*)	690	251	16474		
% KPAH	53	55	40		
% Tørrstoff					

x) Inkl. benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1882-3