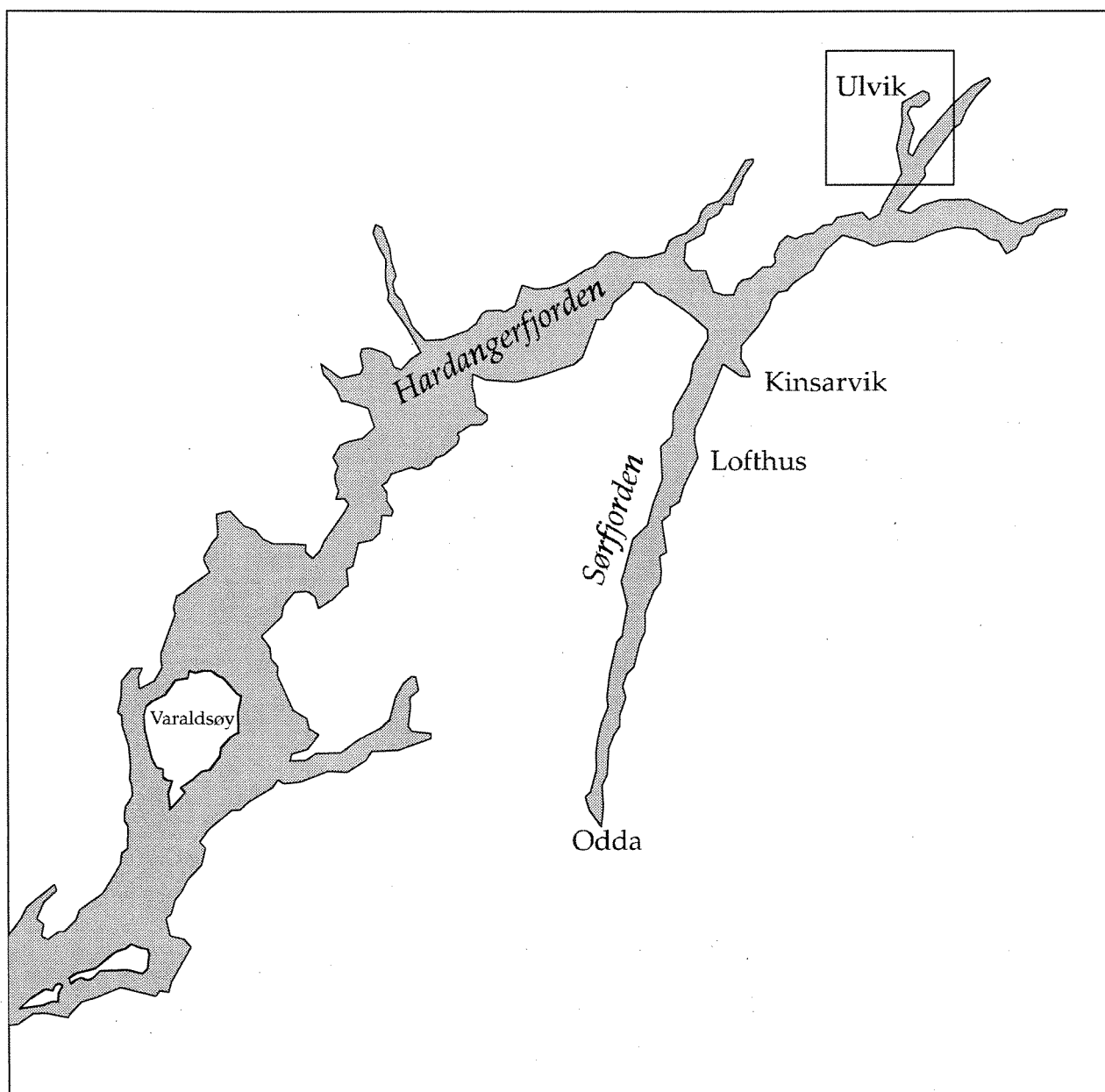


RAPPORT LNR 3698-97

Resipientundersøkelse i Ulvikfjorden 1996



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

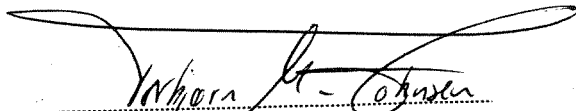
Tittel Resipientundersøkelse i Ulvikfjorden 1996	Løpenr. (for bestilling) 3698-97	Dato 30.06.97
	Prosjektnr. Undernr. O-96152	Sider Pris 28
Forfatter(e) Torbjørn M. Johnsen Evind Oug	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Ulvik kommune	Oppdragsreferanse Heming Lunestad
-----------------------------------	--------------------------------------

Sammendrag

Ulvikpodlen innerst i Ulvikfjorden har en relativt stor tilførsel av plantemateriale fra land og stedvis betydelige mengder sagflis som gir forhøyede C/N-forhold i sedimentet og redusert oksygen i dypvannet. Inne i pollen har bunnfaunaen et redusert artsmangfold, men uten innslag av arter som normalt indikerer organisk belastning. Bunnfaunaen i Ulvikfjorden utenfor terskelen har en artssammensetning som er normal for dype fjordlokaliteter. Miljøtilstanden i Ulvikpodlen har ikke endret seg vesentlig siden 1986 og må betegnes som god. Området må likevel betraktes som sårbart ovenfor økninger i den organiske belastningen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resipientundersøkelse 2. Bunnfauna 3. Hydrografi 4. Ulvik 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recipient investigation 2. Bottom fauna 3. Hydrography 4. Ulvik
--	--


Torbjørn M. Johnsen
Prosjektleder

ISBN 82-577-3264-8


Bjørn Braaten
Forsknings sjef

RESIPIENTUNDERSØKELSE

I

ULVIKFJORDEN 1996

Prosjektleder: Torbjørn M. Johnsen
Medarbeidere: Jarle Håvardstun
Einar Nygaard
Eivind Oug

Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag fra Ulvik kommune hvor H. Lundestad har vært kontaktperson. Rapporten inneholder en vurdering av miljøforholdene og utviklingen av disse i de siste 20 årene.

I forbindelse med feltarbeidet har M/S "Solvik" med Leon Pedersen som skipper, vært benyttet.

Alle kjemiske analyser er blitt analysert ved laboratoriet til Norsk institutt for vannforskning i Oslo.

Ved NIVA har følgende personer vært involvert: Feltarbeidet er utført av Einar Nygaard. Grovsortering av bunndyr er blitt utført av Jarle Håvardstun. Identifisering, kvantifisering, statistikkanalyse og rapportering av bunndyr har Eivind Oug gjennomført. Torbjørn M. Johnsen har vært ansvarlig for den resterende delen av rapporten og har også vært prosjektleder, mens Kari Nygaard har stått for kvalitetssikringen av rapporten.

Bergen, 23. juni 1997

Torbjørn M. Johnsen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. INNLEDNING	7
2. MATERIALE OG METODER	9
2.1 Stasjoner	9
2.2 Hydrografi	9
2.3 Sediment og bløtbunnsfauna	11
2.3.1 Prøvetakning	11
2.3.2 Analysemetoder	12
2.3.3 Tallbehandling	12
3. RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment	18
3.2.1 Prøvetakning	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Bunnsedimenter	19
3.2.3 Bunnfauna	20
3.2.4 Sammenligning med tidligere prøvetakninger	23
3.3 Vurdering av resultatene	24
4. LITTERATUR	25

Sammendrag

Undersøkelse av sediment og bunnfauna gjennomført i juni 1996 viser at det i dypområdene i Ulvikpodlen generelt sett er gode forhold.

Tilførselen av plantemateriale fra land er imidlertid relativt stor, og på enkelte av stasjonene var forekomsten av sagflis betydelig. Dette gir seg utslag i forhøyede forhold mellom karbon og nitrogen i sedimentet.

Dypvannet i Ulvikpodlen inneholdt delvis stagnerende vann med redusert oksygeninnhold. Årsaken til lavere oksygenkonsentrasjoner i dypvannet under terskeldypet er at det foregår en oksygenkrevende aktivitet i dypområdene (bl.a. nedbrytning av tilført plantemateriale fra land).

Bunnfaunaen i ytre del av Ulvikfjorden hadde en artssammensetning som er normal for dype fjordlokalteter. I Ulvikpodlen hadde bunnfaunaen et noe redusert artsmangfold med ernæringsformer som tyder på forstyrrelser. Imidlertid ble det ikke registrert innslag av arter som erfaringsmessig indikerer organisk belastning.

Resultatene fra denne undersøkelsen gjør at tilstanden må betegnes som god i Ulvikpodlen, og det er ingen vesentlige endringer av miljøtilstanden i det undersøkte området i forhold til tilstanden i 1986. Visse tegn tyder likevel på forbedringer av tilstanden på bunnen både utenfor Ulvik og i de dypeste områdene av Ulvikpodlen. Dette forhindrer imidlertid ikke at området må betraktes som sårbart ovenfor økninger i den organiske belastningen.

Summary

Title: Recipient investigation in Ulvikfjord 1996
Year: 1997
Author: Torbjørn, M. Johnsen & Eivind Oug
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3264-8.

Investigations of sediment and bottomfauna in June 1996 shows generally good conditions in the deeper parts of Ulvikpodlen.

Transport of terrestrial organic material to the deep areas of the fjord is relativ large and sawdust was a problem at some stations. Large supply of organic material results in increased C/N-ratio in the sediments.

The deepwater in Ulvikpodlen was partly stagnant with a reduced content of oxygen. Reduced concentrations of oxygen is caused by oxygen demanding processes such as degradation of terrestrial organic materials in the deep areas.

The composition of the bottom fauna in the outer parts of Ulvikfjord was the same as normally found in deep Norwegian fjords. There was a reduced species diversity in Ulvikpodlen indicating interruption. However, species normally indicating high organic load were not found.

The results from this investigation indicate good conditions in Ulvikpodlen. Based on the results from investigations in 1986 there was no distinct changes of the environmental conditions in the fjordarea. Nevertheless, certain signs indicates improvements outside Ulvik and the deeper parts of Ulvikpodlen. Despite this, the area have to be regarded as vulnerable to organic load.

1. INNLEDNING

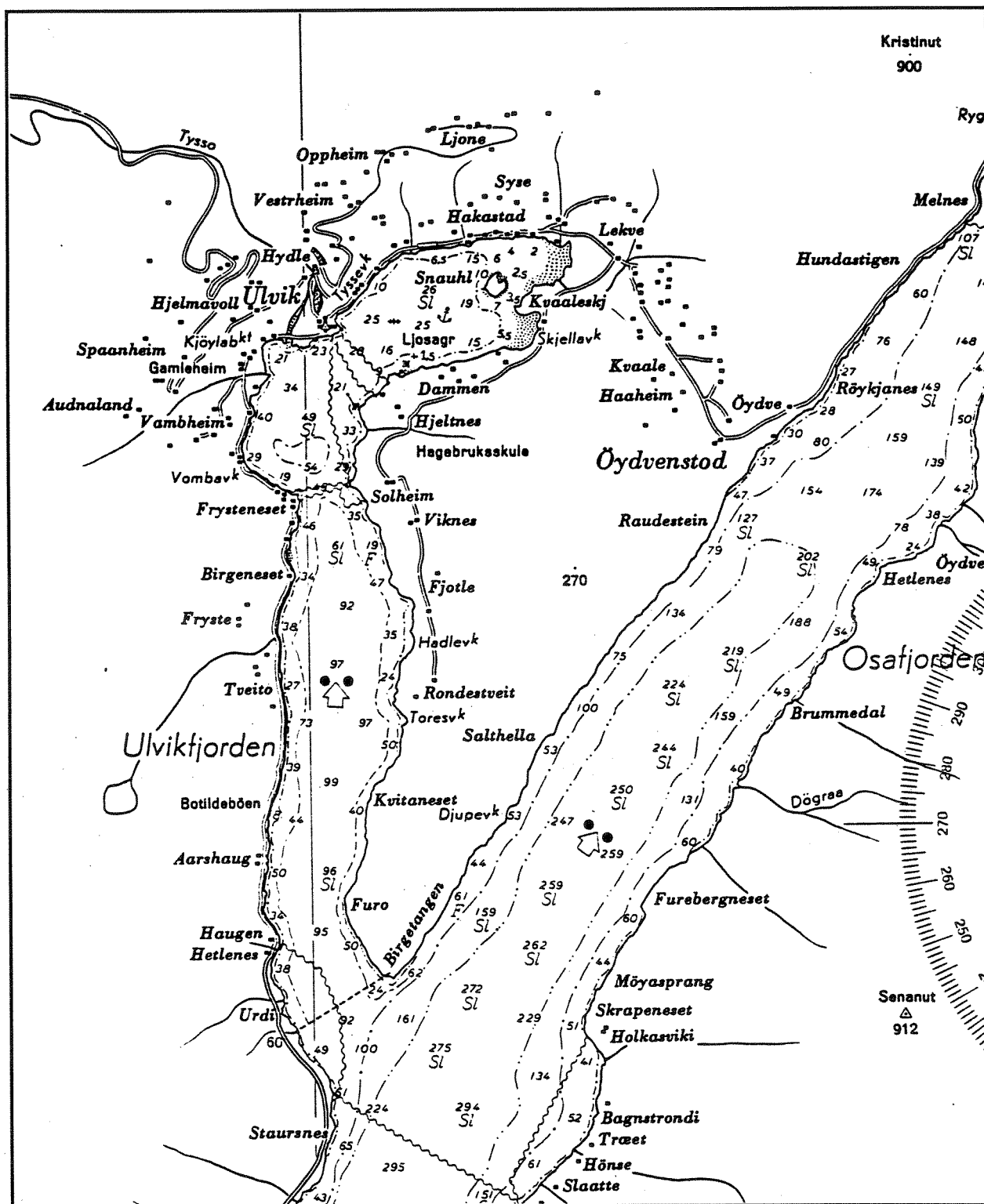
Bakgrunnen for denne undersøkelsen er at Ulvik kommune ønsker å følge miljøutviklingen i Ulvikpodlen. Derfor har kommunen gjennomført resipientundersøkelser hvert tiende år i resipienten med første undersøkelse i 1976 (Kvalvågnes & Knutzen 1976). En tilsvarende undersøkelse ble foretatt i 1986 (Johannessen & Stensvold 1986). Som et ledd i kommunens overvåkningsplan for fjorden ble det derfor bestemt å gjennomføre en ny resipientundersøkelse i 1996.

Ulvikfjorden, som i den ytre delen har et relativt jevnt bunn-dyp mellom 90-100 meter (maksimaldyp 99 meter), er en sidearm til Osafjorden hvor dybden utenfor Ulvikfjorden er nesten 300 meter (figur 1). Det er imidlertid ingen terskel mellom disse fjordene. Indre del av Ulvikfjorden kalles Ulvikpodlen som har et maksimaldyp på 54 meter. En liten terskel på 45 meter danner skillet mellom Ulvikpodlen og Ulvikfjorden, og denne terskelen kan føre til stagnerende bunnvann i Ulvikpodlens dypområde. Vannutskiftningen i fjorden ble undersøkt i 1978 (Garmann 1978).

Innerst i Ulvikpodlen er det utslipp av kloakk som ikke er tilkoblet det kommunale kloakk-systemet som nå føres i rør ut til Ulvikfjorden. Lett tilgang på vannkraft gjorde at det tidligere var en betydelig sageriaktivitet i området. Dette førte til at fjordens sediment lokalt er tilført tildels betydelige mengder sagflis. Sagflis, kloakk og utslipp fra jordbruksaktivitet i Ulvikområdet tilfører Ulvikpodlen organisk materiale som under nedbrytning forbruker oksygen, og dermed kan tære på oksygenet i pollens dypområde.

Formålet med denne undersøkelsen har derfor vært:

1. Kartlegge dagens miljøtilstand i Ulvikpodlen gjennom hydrografiske målinger og gjennom kjemiske og biologiske undersøkelser av bunnsedimentene.
2. Finne eventuelle endringer i resipienten sammenlignet med resultatene fra tidligere undersøkelser.



Figur 1. Kart over Ulvikfjorden og deler av Osafjorden.

2. MATERIALE OG METODER

2.1 Stasjoner

Innsamling av sediment og hydrografiske målinger ble gjennomført 12. juni 1996 på 4 stasjoner (UL1, UL2, UL3 og UL4) (figur 2). Disse stasjonene ble forsøkt lagt i nøyaktig samme posisjoner som ved undersøkelsen i 1986 (Johannessen & Stensvold 1986). I fjordens ytre del ble det tatt en stasjon (UL1) omtrent midtfjords utenfor Kvitaneset (jfr. figur 2). I fjordens indre del (Ulvikpodlen) ble det tatt tre stasjoner, hvor den ytterste av disse ble plassert i et lite basseng bak en relativt dyp terskel ved Frysteneset (UL4).

Stasjonene er de samme som ved prøvetakningen i 1986 (Johannessen & Stensvold 1986) (Tabell 1), men stasjon UL3 utenfor Ulvik ble flyttet litt ut fra land etter at prøver fra det angitte stedet var fulle av blad, granbar og greiner. Stasjonene UL2 og UL4 ble undersøkt ved NIVAs undersøkelse i 1976 og ble da benevnt henholdsvis S1 og S2 (Kvalvågnæs og Knutzen 1976).

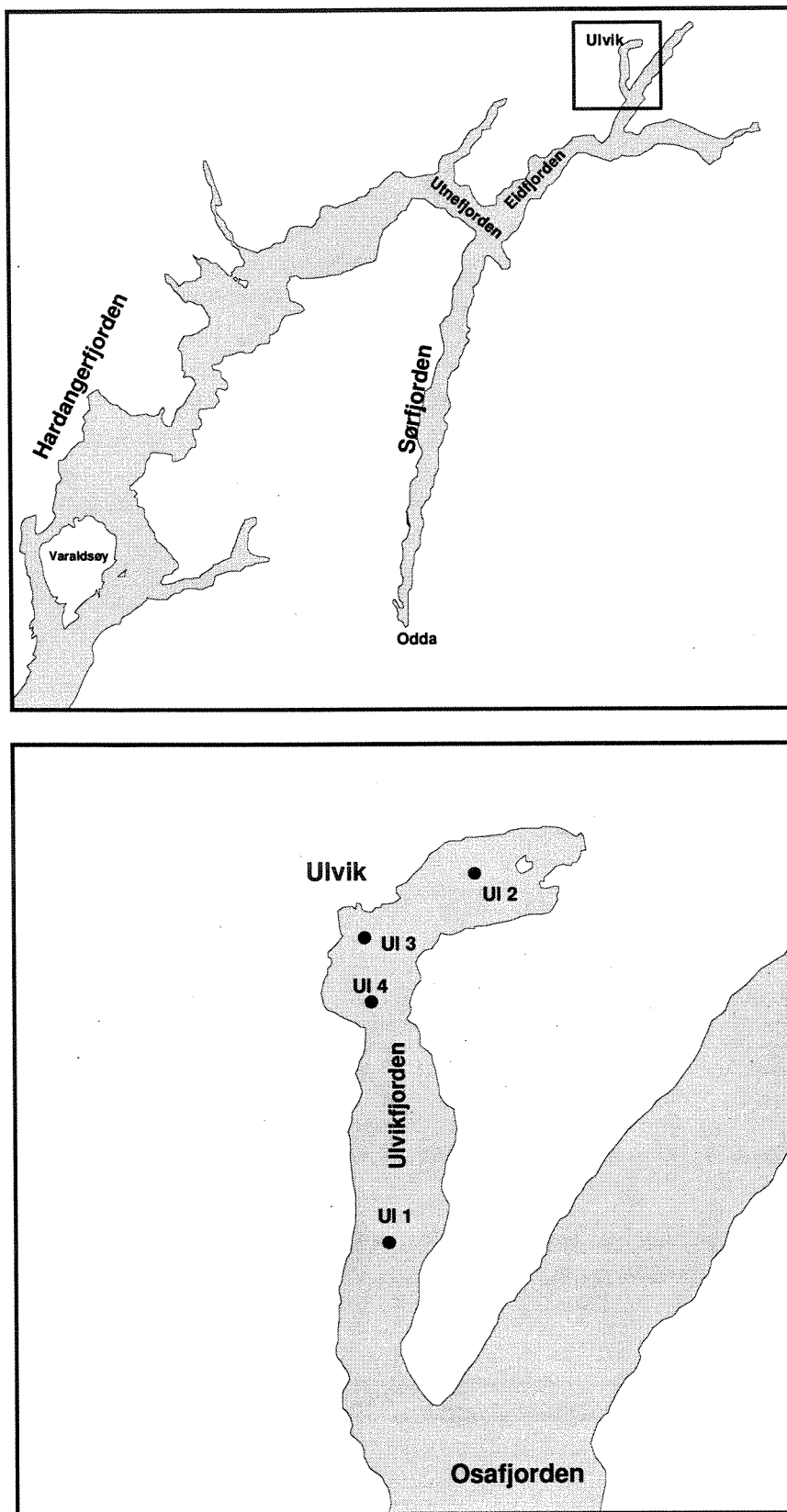
Tabell 1. Posisjoner for stasjoner fra innsamling i 1986 og 1996 (etter ED50-standard)

Stasjon	Posisjon 1986	Posisjon 1996
UL1	N60°32,67' E6°55,17'	N60°32,78' E6°55,13'
UL2	N60°34,21' E6°55,94'	N60°34,18' E6°55,99'
UL3	N60°33,92' E6°54,86'	N60°33,78' E6°54,85'
UL4	N60°33,62' E6°55,05'	N60°33,58' E6°55,02'

2.2 Hydrografi

På samtlige stasjoner ble det kjørt vertikalprofiler med selvregistrerende sonde som registrerer saltholdighet og temperatur som funksjon av dypet. Siktedyp med angivelse av vannfarge ble tatt på alle stasjoner.

I tillegg ble det ved bruk av vannhenter tatt vannprøver for analyse av oksygen ca. 2 meter over bunnen på alle stasjonene. Oksygenanalysene ble utført etter standard Winklermetode (Intern metode).



Figur 2. Kart over Indre Hardangerfjord og Ulvikfjorden med stasjonsangivelser.

2.3 Sediment og bløtbunnsfauna

2.3.1 Prøvetakning

Prøver for undersøkelse av bløtbunnsfauna og sedimentkjemi ble tatt ved bruk av 0,1 m² van Veen bunngrabb. På hver stasjon ble det tatt 4 parallelle grabbhugg slik at det totale prøvetakningsareal ble 0,4 m². Fra hvert grabbhugg ble det tatt ut delprøver av overflatesedimentet for analyse av sedimentets sammensetning. I tillegg ble det tatt ut prøver for måling av andel finmateriale. Dessuten ble sedimentet for hver grabbprøve besiktiget og karakterisert på grunnlag av farge, lukt (H₂S), forekomst av levende eller døde dyr osv. (Tabell 2).

Faunaprøvene ble siktet på 5 mm og 1 mm sifter og restmaterialet konserverert i 4 % nøytralisert formaldehydløsning.

Ved opparbeidelsen av bunnfauna ble de parallelle grabbhuggene slått sammen og videre behandlet som en prøve.

Tabell 2. Grabbstasjoner med feltnotater.

Stasjon	Dyp (m)	Grabb nr	Fyllingsgrad	Bilder	Lagret	Kommentar
UL 1	98	1	100%	0	Ja	Svært fint, grått sediment
UL 1	98	2	100%	3	Ja	
UL 1	98	3	100%	0	Ja	2 små bokser, øverste 2 cm
UL 1	98	4	100%	0	Ja	Totalt 1 boks fra fin sil og 1 fra grov
UL 2	26	1	90%	0	Ja	Fin leire, ingen lukt. Grå
UL 2	26	2	90%	2	Ja	"
UL 2	26	3	90%	0	Ja	2 små bokser, øverste 2 cm
UL 2	26	4	90%	0	Ja	Totalt 1 boks fra fin sil og 1 fra grov.
UL 3	33	1	70%	2	Nei	Prøven var full av blader, grabar og greiner
UL 3	33	2	70%	0	"	Stasjon flyttet
UL 3, ny	43	1	100%	2	Ja	Fint sediment (grått), ingen lukt
UL 3, ny	43	2	100%	0	Ja	2 små bokser, øverste 2 cm
UL 3, ny	43	3	100%	0	Ja	mye sagflis
UL 3, ny	43	4	100%	0	Ja	Totalt 7 bokser fra fin og 1 fra grov
UL 4	46	1	60%	2	Nei	Mye skjell, både levende og døde, fint sed., grått
UL 4	46	2	60%	0	"	
UL 4	46	3	80%	0	"	
UL 4	46	4	80%	0	"	Stasjonen ble tatt for ørunt derfor flyttet
UL 4, ny	54	1	100%	2	Ja	Fint sediment, grått
UL 4, ny	54	2	100%	0	Ja	Mye skjell, levende og døde
UL 4, ny	54	3	100%	0	Ja	2 små bokser, øverste 2 cm
UL 4, ny	54	4	100%	0	Ja	Total 6 bokser fra fin sil og 3 fra grov

2.3.2 Analysemetoder

Sedimentprøvene ble analysert for innhold av finmateriale (partikler < 0,063 mm) (Intern metode), tørrstoff (TTS) (Norsk Standard 4664), karbon (TC) (Intern metode), nitrogen (TN) (Intern metode) og fosfor (Tot-P) (Intern metode). Finmaterialet ble bestemt ved våtsikting. Tørrstoffet ble bestemt ved tørking på 105°C, mens TC, TN og Tot-P ble analysert ved en elementanalysator. Analysene er utført ved NIVAs laboratorier i Oslo.

Ved opparbeidelse av bunnfauna ble de parallelle grabbhuggene slått sammen og videre behandlet som en prøve. I laboratoriet ble alle bunndyrene sortert fra siktematerialet, identifisert og talt. Prøvene er bearbeidet og identifisert ved NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad.

2.3.3 Tallbehandling

Bunnfaunaen på hver av stasjonene er karakterisert ved totalt antall arter, individtall for artene, artsmangfold (= diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er uttrykt ved Shannon-Wieners indeks (H') og Hurlberts indeks $E(S_{100})$ som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Det ble også beregnet en indeks (AI) som uttrykker bunnfaunaens ømfintlighet overfor forurensninger. Indeksene er veiledende for karakterisering av miljøtilstanden sammen med kunnskap om de enkelte artenes biologi.

Shannon-Wiener indeksen (H') har et verdiområde som varierer fra null til ca. 5. Tallverdien øker ved økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold, mens verdiområdet 3-5 indikerer normale til gode forhold. I SFTs veiledning for klassifisering av miljøkvalitet er 'god tilstand' representert ved verdier > 3.1 (SFT 1993).

Hurlberts indeks $E(S_{100})$ er en indeks som gir forventet antall arter i prøver med et individtall standardisert til 100 individer. Indeksen beregnes fra en funksjon som relaterer artstall og individtall i prøvene. I SFTs veiledning er 'god tilstand' representert ved indeksverdi (antall arter) > 18.5 (SFT 1993).

Artsindeksen (AI), som uttrykker bunnfaunaens ømfintlighet overfor forurensninger, beregnes ut fra forekomsten av forurensningstolerante og ømfintlige arter i prøvene. Hver av artene er karakterisert på grunnlag av hvordan de opptrer i norske kyst- og fjordområder (Rygg 1995). Indeksverdier høyere enn ca. 6 representerer gode forhold.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Resultatene fra saltholdighets- og temperaturprofilene er gitt i **Figur 3-6**. Figurene inneholder også profiler for oksygen i vannsøylen. Disse profilene gir en ide om oksygenfordelingen nedover i vannsøylen, men verdiene bør ikke betraktes som eksakte. I tillegg gir er det gitt profiler for tetthet som er en funksjon av saltholdighet og temperatur.

Vertikalprofilene viser at på innsamlingstidspunktet besto vannmassene i Ulvikfjorden av tre adskilte vannmasser. De øvre 4-5 meterene besto av et brakt overflatelag med relativt høy temperatur, mens mellomsjiktet fra 5-50 meter besto av noe saltere og oksygenrikt vann med temperaturer rundt 7-8°C. Under dette sjiktet lå et relativt homogent vannlag med høy saltholdighet, men noe redusert oksygeninnhold.

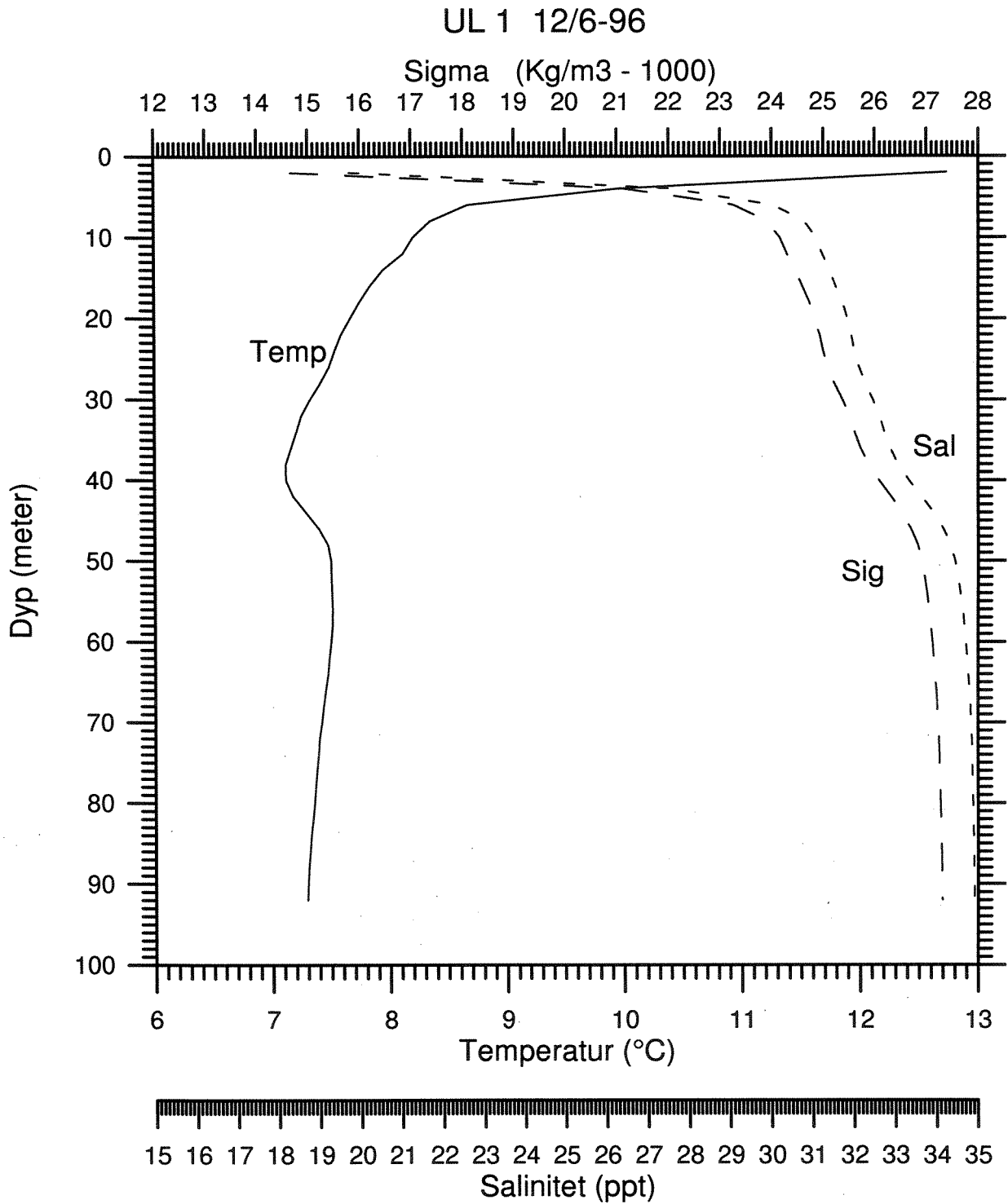
I Ulvikpodlen var vannsjiktningen den samme som i fjorden utenfor, men med et litt tykkere brakkvannslag. Vannets tetthet nær bunnen i pollens dypområde var den samme som på tilsvarende dyp i fjorden utenfor terskelen.

I dypvannet i Ulvikpodlen (UL4) var det antydning til stagnerende vann med redusert oksygeninnhold. På 50 meters dyp var oksygenkonsentrasjonen 5,3 mg O₂/l, mens oksygeninnholdet i terskelhøyde var 7,4 mg/l (Tabell 3). Dette viser at det foregår en oksygenkrevende aktivitet i Ulvikpodlens dypområde, men at oksygenkonsentrasjonen ikke er så lav at den truer bunndyrenes eksistens.

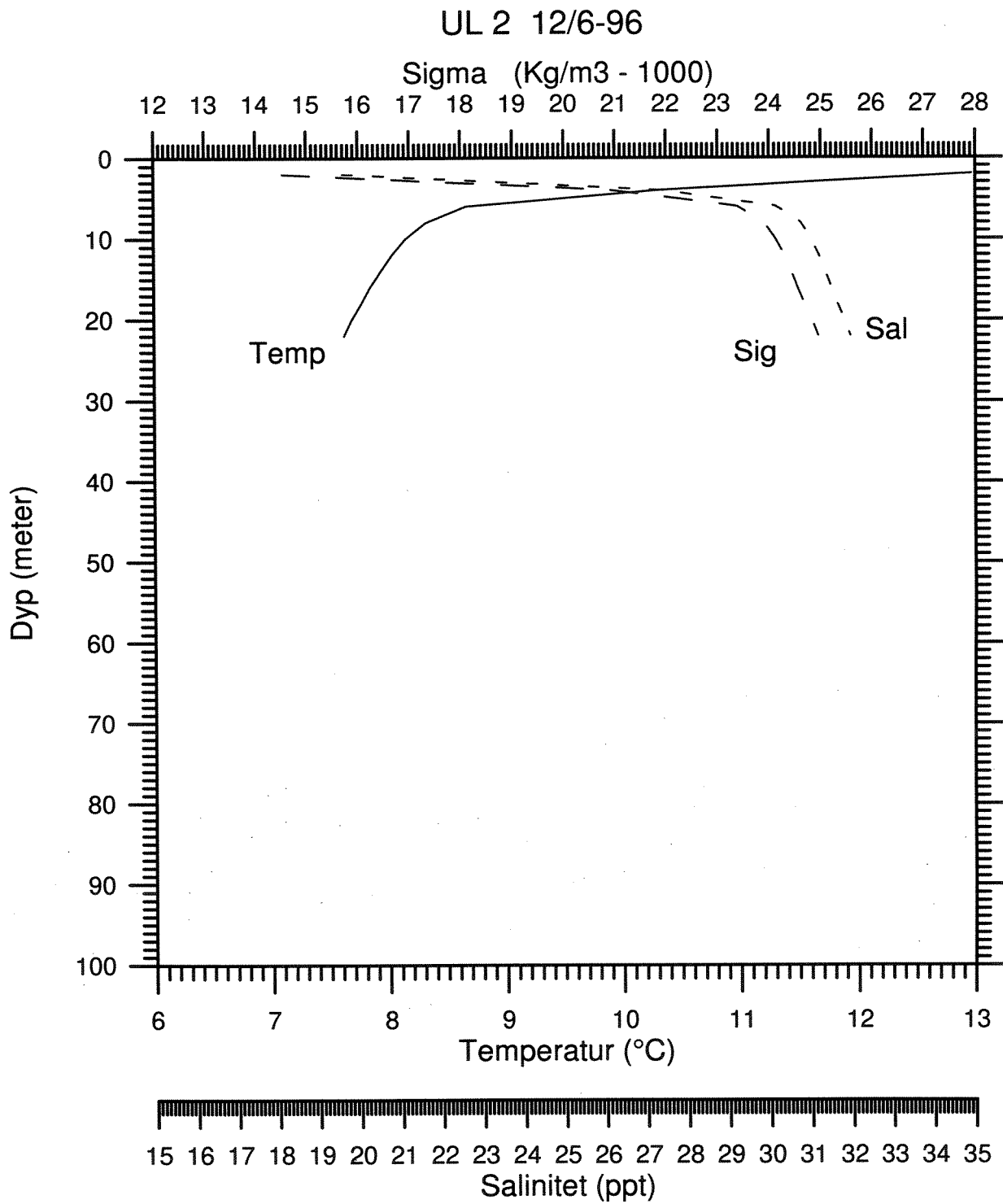
Siktedypmålingene viser at det var liten forskjell i vannets gjennomsjinnelighet for de ulike stasjonene. Best sikt var det imidlertid på ytterste stasjon.

Tabell 3. Siktedyp, vannfarge og oksygen i dypvannet på de ulike stasjonene.

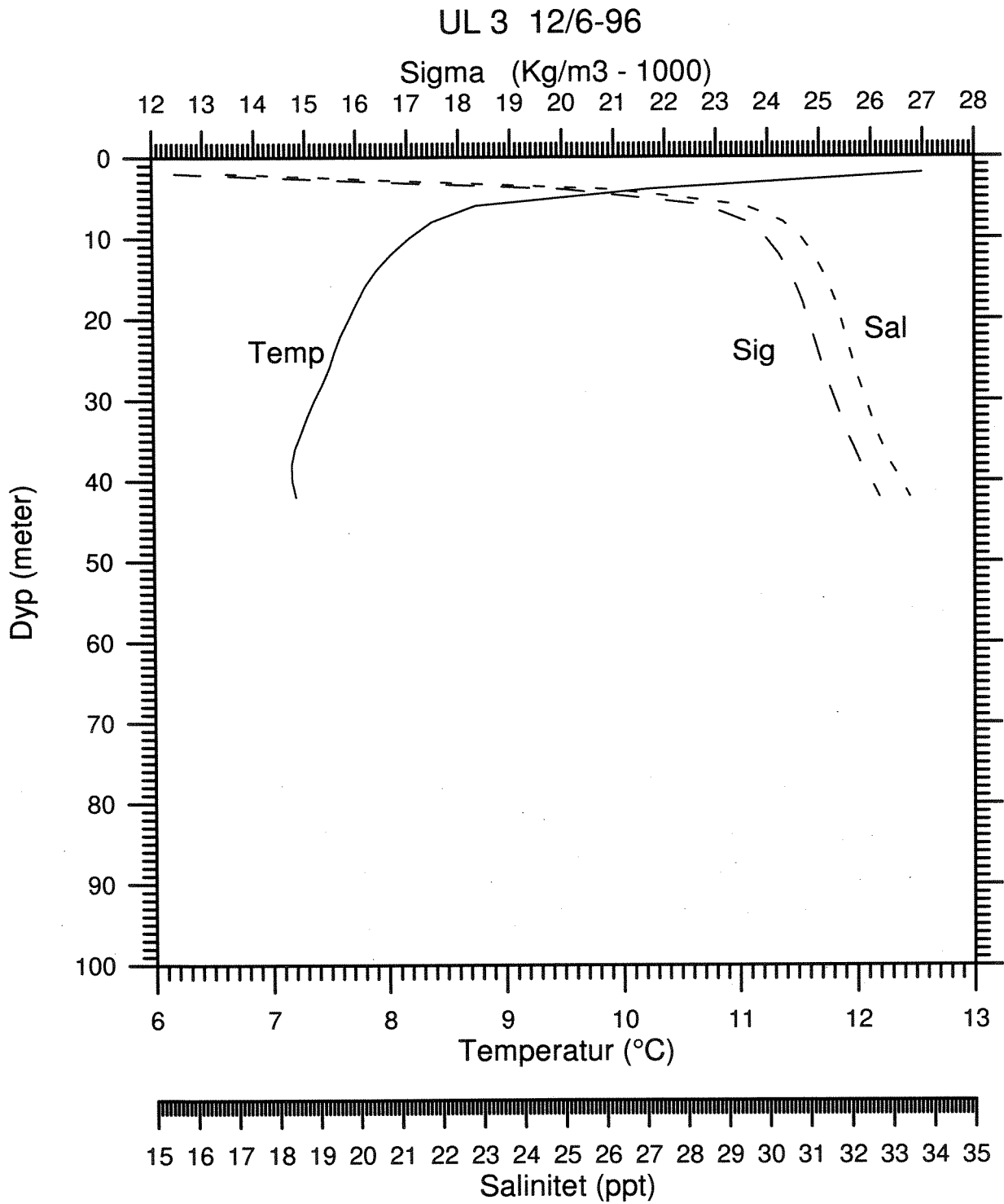
Stasjon	Dyp (m)	Oksygen (mg/l)	Oksygenmetning (%)	Siktedyp (m)	Vannfarge
UL1	96	5,90	61,5	4,6 m	Grønn/gul
UL2	23	9,30	96,0	4,1 m	Grønn/gul
UL3	43	7,40	76,3	4,3 m	Grønn/gul
UL4	50	5,30	55,2	4,1 m	Grønn/gul



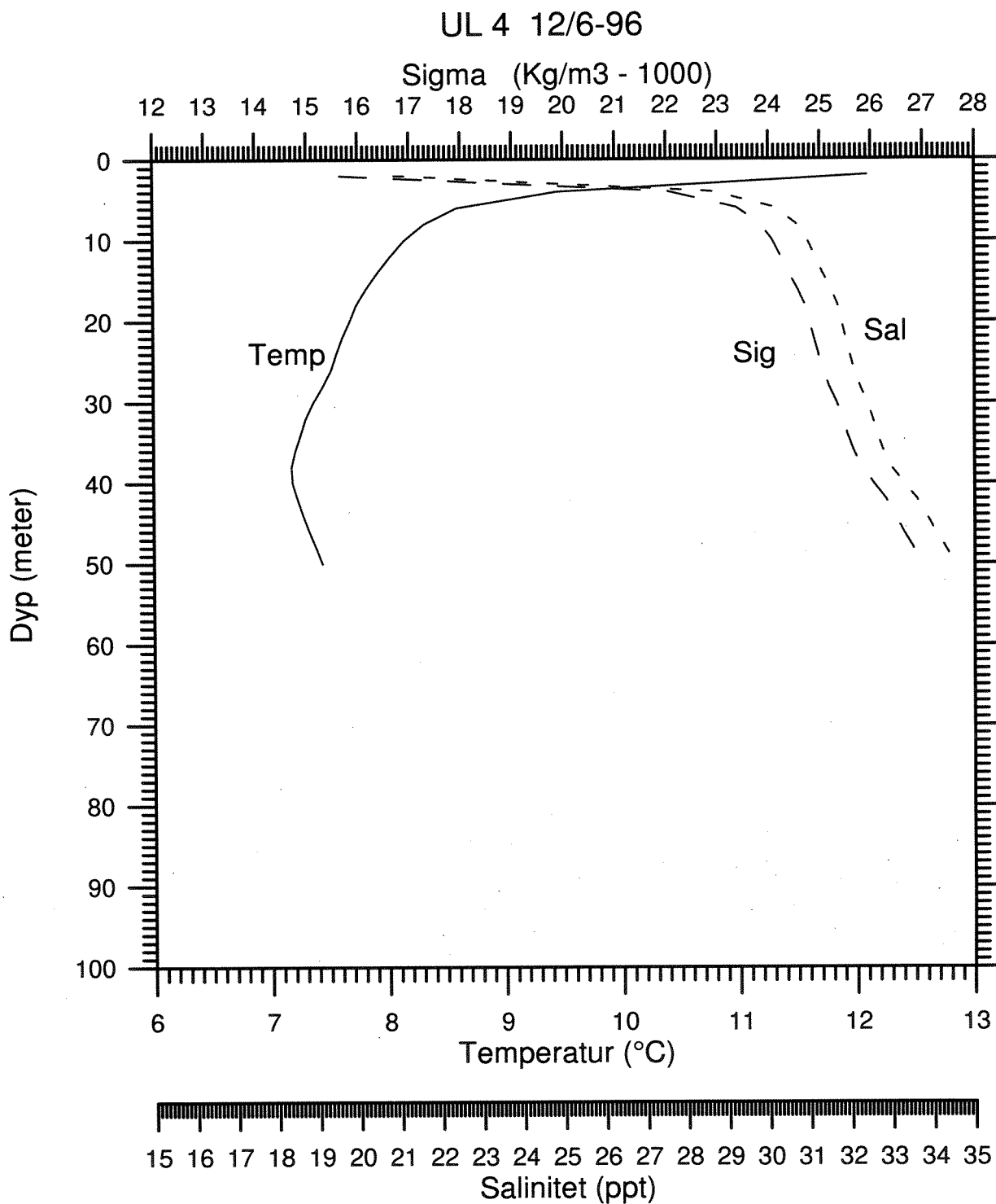
Figur 3. Resultater av hydrografiske målinger på stasjon UL1.



Figur 4. Resultater av hydrografiske målinger på stasjon UL2.



Figur 5. Resultater av hydrografiske målinger på stasjon UL3.



Figur 6. Resultater av hydrografiske målinger på stasjon UL4.

3.2 Sediment

3.2.1 Prøvetakning

På stasjonen ytterst i Ulvikfjorden (UL1) var det finkornet normalt fjordsediment. Det var relativt mye slagg og koksbitar i prøvene som kan stamme fra skipsfart i tidligere år (Tabell 4).

I Ulvikpodlen var det planterester fra land i alle prøvene. På den innerste stasjonen (UL2) var det nokså lite, mens det var svært mye på de to dypeste stasjonene (UL3, UL4). I disse prøvene (UL3, UL4) var det i tillegg mye sagflis. Rør av bunnlevende organismer var infiltrert i planterester og sagflis.

Tabell 4. Bunnprøvetakning i Ulvikfjorden 12. juni 1996: Stasjoner, dyp, visuelle observasjoner og karakteristik av grovmaterialet i prøvene. På hver stasjon ble det tatt fire prøver med 0.1 m² van Veen bunngrabb. Oksygeninnhold i bunnvannet målt 2-3 m over bunnen er også vist.

St.	Dyp (m)	Visuelle observasjoner	Karakteristikk av sikterest	Oksygen (mg/l)
UL1	98	Finkornet grått sediment. Ingen lukt.	Mye slagg og endel koksbitar (ca. 1 liter). Litt småpinner og bladrester. Skallrester av større skjell (<i>Astarte</i> , <i>Isocardia</i>). Litt grus.	5,9
UL2	26	Finkornet grått sediment. Ingen lukt.	Litt slagg, noen trebiter og litt rester av blad og mose. Rør av <i>Spiochaetopterus</i> og rester av skjell (kuskjell, syvstripet kamskjell). Mudder-rør av børstemark og amphipoder.	9,3
UL3	43	Grått sediment, men med mye sagflis. Ingen lukt. Sikterest ca. 10 liter.	Mye planterester, fiber, strenger av mose og sagflis. Rør av <i>Spiochaetopterus</i> , sandrør av <i>Pectinaria</i> og filtaktige slimrør.	7,4
UL 4	54	Grått sediment. Endel sagflis, mye levende og døde skjell. Sikterest ca. 10 liter.	Mye skallrester av kuskjell. Filtaktige slimrør med infiltrerte planterester og flis, rør av <i>Spiochaetopterus</i> . Knuter av trådformede mark. Noe grus.	5,3

Det var ikke lukt av hydrogensulfid i noen av prøvene. Vannprøvene viste at det var tilfredsstillende oksygenforhold på alle stasjonene, men det var litt nedsatt oksygeninnhold i dypområdene.

3.2.2 Bunnsedimenter

I ytre Ulvikfjorden (UL1) og innerst i Ulvikpodlen (UL2) var det svært finkornede sedimenter med mer enn 95 % silt og leir (Tabell 5). Ved Ulvik og i bassenget ved Frysteneseet var det noe grovere sedimenter. Grovpartiklene kan utgjøres av fiber, flis, skjellrester og sandkorn.

Med unntak for stasjon UL3 ved Ulvik hadde sedimentene et moderat innhold av organisk materiale. I henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet faller verdiene for karbon og nitrogen innenfor tilstandsklasse I 'god tilstand' eller II 'mindre god tilstand' på alle stasjonene. Grenseverdiene for klasse I er satt til henholdsvis 30 mg/g for organisk karbon (TOC) og 2,7 mg/g for nitrogen (TN) (SFT 1993). Grensene for karbon er gitt med hensyn på organisk karbon (TOC), men verdiene for TOC vil normalt være noe lavere enn TC, som derfor vil kunne overskride grenseverdiene noe. Det er ikke gitt referanseverdier for fosfor, men de målte verdiene må betraktes som normale.

På stasjon UL3 hadde sedimentet høyere organisk innhold. Etter SFTs system tilsvarer verdiene klasse II-III, men verdiene er allikevel innenfor et nivå som ofte observeres i indre fjordområder.

De relative mengdene av karbon, nitrogen og fosfor i organisk materiale vil variere ettersom hva materialet består av. Forholdstall mellom karbon, nitrogen og fosfor kan derfor indikere noe om materialets art og opprinnelse. I sedimenter hvor det organiske materialet hovedsakelig stammer fra naturlig produksjon i sjøen (f.eks. plankton) vil forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N) være 6-8. Tilsvarende vil normale forholdstall for P/C og N/P være henholdsvis

Tabell 5. Bunnsedimenter i Ulvikfjorden 12. juni 1996: totalt tørrstoff (TTS), innhold av finpartikulært materiale (% < 0.063 mm) og innhold av karbon (TC), nitrogen (TN) og fosfor (TotP). Forholdstall mellom karbon, nitrogen og fosfor er også vist.

Stasjon	TTS (g/kg)	Finmaterial e (%)	TC (mg/g)	TN (mg/g)	TotP (mg/g)	C/N	P/C	N/P
UL 1	402	95,3	29,8	2,8	0,41	10,6	0,014	6,83
UL 2	387	95,1	33,8	3,2	0,75	10,6	0,022	4,27
UL 3	358	69,9	50,5	3,7	0,62	13,6	0,012	5,97
UL 4	358	80,5	33,4	2,8	0,35	11,9	0,010	8,00

ca. 0,025 og ca. 7. I områder hvor det tilføres mye plantemateriale fra land, som inneholder lite nitrogen, vil C/N-forholdet stige over 10. Ved utslipp av nitrogenrikt eller fosforholdig materiale vil C/N-forholdet falle og P/C-forholdet øke. Dette er for eksempel kjent fra bunnsedimenter nær ved oppdrettsanlegg (Lømsland & Oug 1995).

Resultatene viser at det var forhøyde C/N-forhold på alle stasjonene, mens det var normale til noe nedsatte verdier for P/C og N/P. Dette innebærer at området tilføres karbonrikt materiale.

Relativt sett synes tilførslene størst til stasjon UL3 utenfor Ulvik. Resultatene er ikke unormale for et indre fjordområde som naturlig påvirkes av tilført plantemateriale fra land (forholdstallet blir også noe forhøyd fordi karbon er målt som TC).

3.2.3 Bunnfauna

Tabell 6 gir en oversikt over artstall, individtettheter og beregnede verdier for artsmangfold for stasjonene. De viktigste artene er gitt i Tabell 7. Fullstendige artslistene er gitt i Vedleggstabell 1.

Bunnfaunaprøvene indikerte at det var generelt gode forhold i Ulvikfjorden. På alle stasjonene ble det funnet et normalt antall arter, med unntak for dypområdet ved Frysteneset (UL4) hvor artstallet var noe nedsatt. Det var normale individtall i prøvene.

Artsmangfoldet var høyt, unntatt på stasjon UL4 hvor artsmangfoldet var noe nedsatt og faller i klasse II 'mindre god' etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Tabell 6). Det var ganske like verdier for artsindeksen (AI) på alle stasjonene. Indeksverdiene var normale og indikerer at det ikke var noen spesielle forekomster av forurensningstolerante eller ømfintlige arter på stasjonene. Det nedsatte artsmangfoldet på UL4 skyldes markert dominans av børstemarken *Myriochele oculata*. Dette er en tynn trådformet rørbyggende art som opptrer vanlig i bløte fjordsedimenter. Arten er tolerant for forurensninger (Rygg 1995), men er ikke spesielt vanlig å finne i organisk belastede områder.

Generelt sett var alle stasjonene karakterisert av typiske bløtbunnsformer. Det var imidlertid visse funksjonelle forskjeller i bunndyrsamfunnets sammensetning mellom stasjon UL1 ved Kvitaneset og stasjonene i Ulvikpodlen. På stasjon UL1 var det et betydelig innslag av partikkelspisende børstemark (f.eks. *Prionospio*, *Caulleriella*, *Heteromastus*), mens på de to grunneste stasjonene i Ulvikpodlen (UL2, UL3) var et relativt høyt innslag av rovlevende former (f.eks. *Typosyllis*, *Ceratocephale*, *Goniada*, *Lumbrineris*). En økt relativ andel av rovlevende former er kjent fra områder som utsettes for fysiske forstyrrelser, f.eks ved tilførsler av partikulært materiale. Stasjon UL3 var også særpreget ved spesielt høyt innslag av muslinger og 'pogonophorer'. Det er naturlig å se dette i sammenheng med det store innslaget av planterester og sagflis i området. Kanskje kan dette betegnes mer som en forstyrrelse enn som en belastning på organismsamfunnet.

Tabell 6. Antall arter, individtall, individtetheter og arts mangfold på stasjonene i Ulvikfjorden 1996. Arts mangfoldet er gitt ved Shannon-Wiener indeksen (H'), og indeksen $ES_{(100)}$ som gir forventet antall arter ved en prøve på 100 individer. Arts indeksen (AI) er et samlet mål for artenes ømfindtlighet for forurensninger. Tilstandsklasse i henhold til SFTs kriterier for vurdering av miljøkvalitet er også vist: I 'god', II 'mindre god' (SFT 1993).

St.	Lokalitet	Artstall	Ind	Ind/m ²	H'	ES ₍₁₀₀₎	AI	Klasse
UL 1	Kvitaneset	56	481	1203	4,35	28,0	6,99	I
UL 2	Indre Ulvikpodlen	58	294	735	4,82	34,8	6,71	I
UL 3	Ulvik	52	342	855	4,43	30,4	6,51	I
UL 4	Frystenese	34	560	1400	2,30	16,2	6,30	II

Tabell 7. Bunnfauna i Ulvikfjorden 12. juni 1996. Individtettheter (ind/m²) for de viktigste artene. Alle arter som er funnet med et samlet individtall > 10 i prøvene (tilsvarende 25 ind/m² på en stasjon) er vist.

	UL 1	UL 2	UL 3	UL 4
NEMERTINEA (båndmark) indet	5	10	8	5
POLYCHAETA (mangebørstemark)				
<i>Harmothoe</i> sp	35	-	-	10
<i>Typosyllis cornuta</i> (Rathke)	-	3	33	-
<i>Ceratocephale loveni</i> Malmgren	83	48	10	-
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny	-	28	5	-
<i>Glycera alba</i> (O.F.Mueller)	5	3	5	13
<i>Glycera lapidum</i> (Eliason)	23	-	5	-
<i>Goniada maculata</i> Oersted	8	28	43	-
<i>Lumbrineris scopa</i> Fauchald	8	113	35	3
<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren	70	10	8	20
<i>Prionospio fallax</i> Soederstroem	5	30	15	8
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> Czerniaavsky	55	5	-	-
<i>Caulleriella</i> sp	120	5	23	20
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke	-	15	18	23
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede)	228	18	3	-
<i>Praxillella</i> sp	20	13	-	-
<i>Myriochele oculata</i> Zaks	8	13	30	930
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje	-	5	13	80
<i>Sabellides octocirrata</i> (M.Sars)	3	23	48	-
<i>Trichobranchus roseus</i> (Malm)	-	75	3	-
BIVALVIA (muslinger)				
<i>Thyasira</i> cf. <i>equalis</i> (Verrill & Bush)	-	60	-	-
<i>Thyasira equalis</i> (Verrill & Bush)	120	-	-	-
<i>Thyasira</i> sp	-	-	143	23
<i>Astarte elliptica</i> Brown	8	-	15	33
<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi)	-	23	5	-
<i>Abra nitida</i> (Mueller)	33	35	100	18
<i>Arctica islandica</i> (Linne)	-	3	3	18
<i>Corbula gibba</i> (Olivi)	-	13	3	63
CRUSTACEA (krepser)				
<i>Eudorella emarginata</i> Kroeyer	30	-	-	-
<i>Eudorella truncatula</i> Sp.Bate	15	13	3	-
<i>Leucon nasica</i> (Kroeyer)	135	18	5	5
OPHIUROIDEA (slangestjerner)				
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes	15	13	13	-
POGONOPHORA				
<i>Siboglinum fiordicum</i> Webb	-	3	138	70

3.2.4 Sammenligning med tidligere prøvetakninger

I 1976 og 1986 ble det bestemt organisk innhold i bunnsedimentene ved måling av glødetap. Verdiene på stasjonene UL2 og UL4 var henholdsvis 6,5 og 10,1% i 1976 og 7,8 og 9,2% i 1986. Dette vil teoretisk tilsvare verdier for organisk karboen (TOC) på 26-40 mg/g ved å forutsette at organisk karbon utgjør ca. 40 % av det organiske materialet. På UL1 var glødetapet i 1986 5,4% tilsvarende 21 mg/g TOC. De tidligere målingene faller etter dette på nivå med resultatene i foreliggende undersøkelse. Omregninger fra glødetap til organisk karbon er imidlertid usikre, og i flere tilfeller har det blitt funnet at karbon-verdiene skal settes lavere enn de teoretiske verdiene (Moy et al. 1996). På den annen side vil verdiene for TOC være lavere enn verdiene for TC. I 1976 ble det også målt for nitrogen og fosfor i sedimentene, som ga henholdsvis litt lavere og litt høyere verdier enn ved foreliggende undersøkelse.

Ved undersøkelsene av bunnfauna i 1986 fant Johannessen & Stensvold (1986) lignende artstall og individtettheter på stasjonene som ved denne undersøkelsen. Det var særlig god overensstemmelse for stasjonene UL1 ved Kvitaneset og UL2 i indre Ulvikpodlen. I bassenget ved Frysteneset (UL4) var det også i 1986 nedsatt artstall. Generelt var det lik artssammen-setning på stasjonene. Johannessen & Stensvold (op. cit.) rapporterte imidlertid høye tettheter for børstemarkene *Polydora* og *Tharyx* på stasjon UL1. Disse ble ikke funnet i denne undersøkelsen, men det kan muligens være de samme artene som her er benevnt *Pseudopolydora* og *Caulleriella*. På stasjon UL4 registrerte de børstemarkene *Capitella* og *Chaetozone* som gjerne opptrer i organisk anrikede sedimenter, og under prøvetakningen kjente de svak lukt av hydrogensulfid fra sedimentet.

I 1976 ble det bare foretatt noen enkle observasjoner av bunnfauna som er lite sammenlignbare med foreliggende resultater, men det kan være verd å merke seg at det ble registrert relativt stor forekomst av børstemarken *Capitella capitata* på stasjon UL3 (benevnt B3) (Kvalvågnæs & Knutzen 1976). Dette er en meget tolerant art som dominerer ved høy organisk belastning. Johannessen & Stensvold (1986) observerte muslingen *Thyasira* og børstemarken *Scalibregma* på denne lokaliteten, men nevner ikke *Capitella*. I begge tilfeller var det lukt av hydrogensulfid i sedimentet. I foreliggende undersøkelse, hvor prøvene ble tatt litt lenger ut fra land enn tidligere, ble *Thyasira* og *Scalibregma* funnet, men ikke *Capitella*. Sedimentet var luktfritt. Resultatene må tolkes som at det kan være gradienter over korte avstander i området, eller at det har funnet sted en gradvis forbedring av tilstanden siden den første undersøkelsen ble foretatt.

3.3 Vurdering av resultatene

Generelt sett viser undersøkelsene av sedimenter og bunnfauna at det var gode forhold i dypområdene av Ulvikfjorden. Bunnsedimentene var preget av tilførsler av plantemateriale fra land, spesielt deler av det indre fjordområdet (Ulvikpodlen). Enkelte lokale områder nær land var så fulle av plantemateriale at de ikke var egnet for prøvetakning, og er følgelig ikke karakterisert nærmere i undersøkelsen. Det var sagflis på flere av stasjonene. Sagflis har også vært påvist ved tidligere undersøkelser i fjorden.

Det kunne ikke påvises noen vesentlige negative virkninger av plantematerialet på de undersøkte lokalitetene. I ytre Ulvikfjorden var bunnfaunaen normal og dominert av arter som forventes å forekomme på en dyp fjordlokalitet. I Ulvikpodlen var det imidlertid visse forskyvninger i det relative forholdet mellom ulike ernæringsformer i faunaen som kan tyde på forstyrrelser. Dessuten var det noe nedsatt arts mangfold i det dypeste området. Dette er tegn på en påvirkning, men den var ikke alvorlig for faunaen. Det var ikke noe spesielt innslag av arter som erfaringsmessig øker i mengde ved forhøyde organiske tilførsler. Johannessen & Stensvold (1986) registrerte også en viss grad av belastning på faunaen ved sine undersøkelser i 1986, men ikke av et omfang som var til skade for faunaen.

Resultatene av denne undersøkelsen synes å samsvare godt med tidligere undersøkelser. Det kan ikke påvises noen vesentlige forandringer i tilstanden siden undersøkelsene i 1986, men det er muligens tegn til visse forbedringer utenfor Ulvik (stasjon UL3) og i de dypeste delene av Ulvikpodlen (stasjon UL4). Selv om tilstanden må betraktes som god, indikerer prøvene at området vil være sårbart overfor økte tilførsler av organisk materiale. Oksygenmålingene i bunnvannet viste også at det er et merkbart oksygenforbruk i dypområdene.

4. LITTERATUR

- Garmann, J-J. 1978. Strømningsundersøkelser i Ulvikpollen, Ulvik kommune 1977-78. A/S Hjellnes & Høstmark. Rådgivende ingeniører i kommunalteknikk 17 s.
- Johannessen, P.J., & A.M. Stensvold. 1986. Resipientundersøkelser i Ulvik kommune. Institutt for marinbiologi, Univ. i Bergen. Rapport nr. 45-1986. 32 s.
- Kvalvågnæs, K., & J. Knutzen. 1976. Orienterende resipientundersøkelse av Ulvikpollen, Hardanger 22-23/6 1976. NIVA-rapport nr.O-55/76. Oslo. 33 s.
- Lømsland, E.R. & E. Oug 1995. Resipientundersøkelse i Ytre Melvørsund. NIVA-rapport l.nr. 3274. Bergen/Oslo. 19 s.
- Moy, F.E., S. Fredriksen, J. Gjøsæter, S. Hjøhlman, T. Jacobsen, T. Johannessen, T.E. Lein, E. Oug & Ø.F. Tvedten. 1996. Utredning om benthossamfunn på kyststrekningen Fulehuk-Stad. NIVA-rapport l.nr. 3551-96. 84 s.
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA-rapport l.nr. 3347. 68 s.
- SFT 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT Veiledning 93:05. SFT. Oslo. 16 s.

Vedleggstabell 1. Fullstendige resultater for bløtbunnsfauna fra prøvetakning 12. juni 1996.

Individtall pr 0,4 m2

		UL1	UL2	UL3	UL4
ANTHOZOA	Cnidaria indet	5			
NEMERTINEA	Nemertinea indet	2	4	3	2
POLYCHAETA	Aphrodita aculeata Linne 1758	1			
	Harmothoe sp	14			4
	Leanira tetragona (Oersted 1844)	1			1
	Pholoe cf. minuta (Fabricius 1780)	1			
	Pholoe pallida Chambers 1985	4			1
	Pholoe sp		3	4	
	Sthenelais sp	1			
	Phyllodoce sp	1			
	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	3			
	Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)		1		
	Synelmis klatti (Friedrich 1950)				1
	Typosyllis cornuta (Rathke 1843)		1	13	
	Ceratocephale loveni Malmgren 1867	33	19	4	
	Nephtys hombergii Savigny 1818		11	2	
	Nephtys paradoxa Malm 1874	1	1		
	Sphaerodorum gracilis (Rathke 1843)		1	3	
	Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	2	1	2	5
	Glycera capitata Oersted 1843			1	
	Glycera lapidum (Eliason 1920)	9		2	
	Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833		4		
	Goniada maculata Oersted 1843	3	11	17	
	Lumbrineris cf. aniara Fauchald 1974	6			
	Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)			2	
	Lumbrineris fragilis (O.F.Mueller 1766)		1	1	
	Lumbrineris scopa Fauchald 1974	3	45	14	1
	Paraonis gracilis (Tauber 1879)	7	1		
	Laonice sarsi	1	1		
	Polydora sp		1		
	Prionospio cirrifera Wiren 1883	28	4	3	8
	Prionospio fallax Soederstroem 1920	2	12	6	3
	Pseudopolydora paucibranchiata Czerniaavsky	22	2		
	Spiophanes kroeyeri Grube 1860	1			
	Spiochaetopterus typicus M.Sars 1856	1		1	
	Caulleriella sp	48	2	9	8
	Cirratulus sp		7		
	Tharyx sp			7	

	Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887	4	1		1
	Flabelligeridae indet			1	
	Polyphysia crassa (Oersted 1843)			1	
	Scalibregma inflatum Rathke 1843		6	7	9
	Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	91	7	1	
	Mediomastus fragilis Rasmussen 1973				3
	Euclymene sp			3	
	Nicomache sp				1
	Praxillella sp	8	5		
	Rhodine gracilior Tauber 1879		1		
	Myriochele oculata Zaks 1922	3	5	12	372
	Owenia fusiformis Delle Chiaje 1841		2	5	32
	Ampharete lindstroemi Malmgren 1867		3	1	
	Ampharetidae indet		3		
	Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)		1		
	Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)	1	1		1
	Sabellides octocirrata (M.Sars 1835)	1	9	19	
	Neoamphitrite grayi (Malmgren 1865)		1		
	Polycirrus sp	1	1	2	4
	Streblosoma bairdi (Malmgren 1865)			1	
	Streblosoma intestinalis M.Sars 1872	1		3	
	Thelepus cincinnatus (Fabricius 1780)		1		
	Terebellides stroemi M.Sars 1835		1		1
	Trichobranchus roseus (Malm 1874)		30	1	
	Chone cf. collaris Langerhans			1	
	Chone sp		1	2	
	Sabellidae indet				1
OPISTHOBANCHIA	Philine cf. scabra (O.F.Mueller 1776)		1		
	Philine scabra (O.F.Mueller 1776)	1			
	Philine sp			2	
	Cylichna alba (Brown)			1	2
CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	2			1
BIVALVIA	Bivalvia indet				1
	Bathyarca pectunculoides (Scacchi 1836)	1			
	Chlamys septemradiatus (Mueller)		1		
	Delectopecten vitreus (Gmelin 1789)	1			
	Lucinoma borealis (Linne 1767)			2	2
	Thyasira cf. equalis (Verrill & Bush)		24		
	Thyasira equalis (Verrill & Bush)	48			
	Thyasira ferruginea (Forbes)	2			
	Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)			1	
	Thyasira sarsi (Philippi 1845)			8	
	Thyasira sp			57	9
	Astarte elliptica Brown 1827	3		6	13
	Parvicardium minimum (Philippi 1836)		9	2	
	Abra nitida (Mueller 1789)	13	14	40	7
	Arctica islandica (Linne 1767)		1	1	7

	Corbula gibba (Olivi 1792)		5	1	25
	Cuspidaria cuspidata (Olivi)	2	1	1	
CUMACEA	Eudorella emarginata Kroeyer	12			
	Eudorella truncatula Sp.Bate	6	5	1	
	Leucon nasica (Kroeyer)	54	7	2	2
	Campylaspis rubicunda Lilljeborg	1	1		
	Diastylidae indet		1		2
	Diastylodes serrata (Sars 1865)	1			
TANAIDACEA	Tanaidacea indet	5			
AMPHIPODA	Tryphosites longipes (Bate & Westwood 1861)	1			
	Ampelisca tenuicornis Lilljeborg		1	1	
	Arrhis phyllonx (M.Sars)	5			
	Westwoodilla caecula (Sp.Bate)		2		1
SIPUNCULIDA	Golfingia cf. minuta (Keferstein)		1		
	Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen 1876	3			
	Phascolion strombi (Montagu 1804)		1		1
HIRUDINEA	Ichthyobdellidae indet	1			
ASTEROIDEA	Asteroidea indet			1	
OPHIUROIDEA	Ophiuroidea indet		1		
	Amphiura chiajei Forbes	6	5	5	
	Amphiura filiformis (O.F.Mueller)	1		1	
	Amphilepis norvegica Ljungman	1			
ECHINOIDEA	Spatangus purpureus O.F.Mueller	1			
POGONOPHORA	Siboglinum fiordicum		1	55	28
	Artstall	56	58	52	34
	Individttall	481	294	342	560

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00

Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3698-97

ISBN 82-577-3264-8