

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:	O - 81112
Undernummer:	I
Løpenummer:	1529
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	Dato:
Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Dypvann og sedimenter i perioden juni 1981 - november 1982.	24. juni 1983
Forfatter(e):	Prosjektnummer:
Eva Boman Per Bie Wikander	O - 81112
	Faggruppe:
	Geografisk område:
	Aust-Agder
	Antall sider (inkl. bilag):
	29

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstadregionen.	

Ekstrakt:
I forbindelse med utslippet fra det interkommunale renseanlegget foretas en resipientundersøkelse av sjøområdet utenfor Hisøy. Rapporten presenterer fysisk/kjemiske data fra dypvannet på tre stasjoner og fra sedimentene på seks stasjoner. Foreliggende data tyder på at kloakkutslippets innvirkning på forholdene i området er ubetydelig sammenliknet med kystvann og tilførsler fra Nidelva. Et tilløp til oksygensvikt i dypet på sensommeren 1982 skyldes sannsynligvis en meget stabil fordeling av vannmassene og sterk varme.

4 emneord, norske:
1. Overvåking 1981, 1982
2. Dypvann
3. Hydrografi
4. Hisøy
Arendal-Grimstad-regionen

4 emneord, engelske:
1. Monitoring 1981, 1982
2. Deep water
3. Hydrography
4. Hisøy

Prosjektleder:

Per Bie Wikander

Før administrasjonen:

[Signature]

Divisjonssjef:

Per Bie Wikander

ISBN 82-577-0675-2

[Signature]

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN
GRIMSTAD

OVERVAKNING AV SJØOMRADET UTENFOR
UTNES, HISØY

DELRAPPORT NR. 2:

DYPVANN OG SEDIMENTER I PERIODEN
JUNI 1981 TIL NOVEMBER 1982.

Grimstad, 23. juni 1983

Prosjektleder: Per Bie Wikander

Medarbeider: Eva Boman

Fra administrasjonen:

J.E. Samdal

Lars N. Overrein

INNHALDSFORTEGNELSE	SIDE
INNLEDNING	1
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
OMRÅDEBESKRIVELSE	5
Generelt om utslipp av avløpsvann.	9
SALTHOLDIGHET	11
OKSYGEN	13
FOSFOR OG NITROGEN	16
SEDIMENTENE	20
REFERANSER	24
VEDLEGG: PRIMÆRDATA	26

INNLEDNING

På oppdrag fra Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad-regionen (ITA) pågår en overvåkingsundersøkelse av sjøområdet ved Utnes, Hisøy. Målsettingen for undersøkelsen er dels å påvise eventuelle forurensningsvirkninger av utslippet fra det interkommunale kloakkanlegget på Utnes, dels å gi grunnlag for å bedømme sjøområdets hygieniske tilstand.

Undersøkelsen bygger på et programforslag utarbeidet av fylkesmannen i Aust-Agder i samarbeid med NIVA, datert mars 1981.

Overvåkingsundersøkelsen omfatter følgende delprosjekter:

Vannkvaliteten i overflate- og dypvann, sedimentprøver og bunnprøver (faunaanalyser) på bløtbunn, samt avløpsvannets mengde og sammensetning. Fauna og sedimentanalyser baserer seg på en enkelt prøvetaking.

Foreliggende rapport er en beskrivelse av dypvannets og sedimentenes kvalitet. Hydrografidata er hentet fra en måleperiode på ett og et halvt år (juni 81 - november 82). Det er foretatt månedlige prøveuttak i vinterhalvåret og prøveuttak to ganger i måneden i sommerhalvåret. Undersøkelsen har til nå foregått i relativt kort tid. En har derfor ikke foretatt noen omfattende analyse av datamaterialet. Dette vil måtte utestå til det foreligger et mer fyldig datatilfang.

Analyseresultatene er oppført i tabell 5 - 7. Feltarbeidet er utført av NIVA i samarbeid med ITA. Vannkjemiske analyser er utført ved Aust-Agder fylkeslaboratorium og Næringsmiddelkontrollen i Arendal har foretatt bakterielle analyser.

Statens Bilogiske stasjon, Flødevigen (SBSF) har foretatt en fysisk-kjemisk undersøkelse av resipientområdet ved Hisøy samt kystområdet utenfor i 1974-1979. Resultater fra undersøkelsen er rapportert av Danielsen og Iversen (1976, 1978) og Sand (1978, 1979). I tillegg har NIVA foretatt strømun- dersøkelser ved Utnes i 1975 (Magnusson 1976).

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det er samlet inn fysisk/kjemiske data fra dypvannet på tre stasjoner i Utnes-området. De hydrografiske målingene viser at det er god horisontal kommunikasjon mellom vannmassene i dyplaget. Et bestemt variasjonsmønster i parameterverdier over tid på en stasjon gjenspeiles nesten konsekvent på de to øvrige. Dette gjelder samtlige parametre (saltholdighet, oksygen, fosfor og nitrogen).

Med andre ord, stasjon 5, like over utslippet merker seg ikke ut i vesentlig henseende sammenlignet med de to andre.

Innholdet av fosfor og nitrogen er ikke lavt, men på grunn av et svakt sammenligningsgrunnlag med nivåene før utslippet ble iverksatt er det på det nåværende tidspunkt ikke mulig å si noe sikkert om utslippets betydning for vannkvaliteten i området. Det generelt høye N/P-forhold i vannmassen synes å vise at denne preges av stor ferskvannstilstrømning.

Området er preget av rask vannutskiftning, og egentlig stagnerende dypområder er ikke påvist. Dog inntrådte en markert nedgang i oksygeninnholdet på ettersommeren 1982 som omfattet alle stasjonene. Denne nedgangen har trolig sammenheng med den ekstremt varme sommeren med følgende stabile vannmasser og intensivert biologisk aktivitet (som er oksygenkrevende). En slik tendens er blitt registrert i flere fjordområder i Sør-Norge i samme tidsrom. Det er derfor ikke grunnlag for å hevde at organiske tilførsler fra Utnesutslippet eller Nidelva er årsaker til nedgangen i oksygeninnholdet i dypvannet.

Tre enkeltprøver fra Stasjon 5 (utslippet) viser markert høyere verdier m.h.p. fosfor og nitrogen enn på de andre stasjonene på tilsvarende tidspunkt. Dette er ikke annet enn man må vente like over et utslipp hvor avløpsvannet er dårligere innblandet i resipienten enn ellers i vannmassen.

Undersøkellesprogrammet har ikke tilstrekkelig tette observasjonspunkter i vertikalprofilen på stasjon 5 til å kunne si hvor i vannsøylen innlagring av avløpsvannet finner sted.

I undersøkelsesperioden ble det ikke påvist gjennombrudd av avløpsstrålen til overflaten.

St. 5 (utslippet) og St. 9 (Sømskilen) hadde et bunn-sediment med et forholdsvis høyt organisk innhold, h.h.v. 13.0 og 16.9 %. Med andre ord høyere organisk innhold i Sømskilen enn ved utslippsområdet.

Etter som utslippet er lagt til et dypbasseng er det grunn til å anta at sedimentene her, også før utslippet ble realisert, har hatt et relativt høyt innhold av organisk stoff, men utslippet har sannsynligvis bidradd til å øke dette.

Det organiske innhold er dog stort i Sømskilen hvilket igjen tyder på at det er Nidelva som dominerer miljøet sterkere enn Utneskloakken.

M.h.p. tungmetaller i sedimentene ligger verdiene til dels lavere enn det man kan vente å finne i relevant uforurenset fjordsediment. Et unntak herfra er stasjon U6 som ligger mellom Ærøya og Skjelbergholmene, altså et godt stykke ut for utslippspunktet. Innholdet av tungmetaller er her 2-6 ganger høyere enn på de andre målestasjonene. Ut fra det nåværende kjennskap til området er det ikke mulig å gi noen forklaring på dette forholdet.

Med hensyn til den fremtidige prøvetaking i området bør parametervalget for næringssalter endres fra Tot P og Tot N til $PO_4 - P$ og $NO_3 - N$ for en periode. Dette fordi de eldste data fra området foreligger som NO_3 og $PO_4 -$ målinger. En endring av parametrene vil bedre sammenligningsmulighetene.

OMRÅDEBESKRIVELSE

Det undersøkte området har en utbredelse på 5 km langs kysten utenfor Hisøy, mellom Havsøysund og Sømskilen.

Figur 1 viser en oversikt over området med målestasjonene og ITA's utslippspunkt inntegnet. Prøver for dypvannskjemi er tatt på stasjonene 3, 5 og 9.

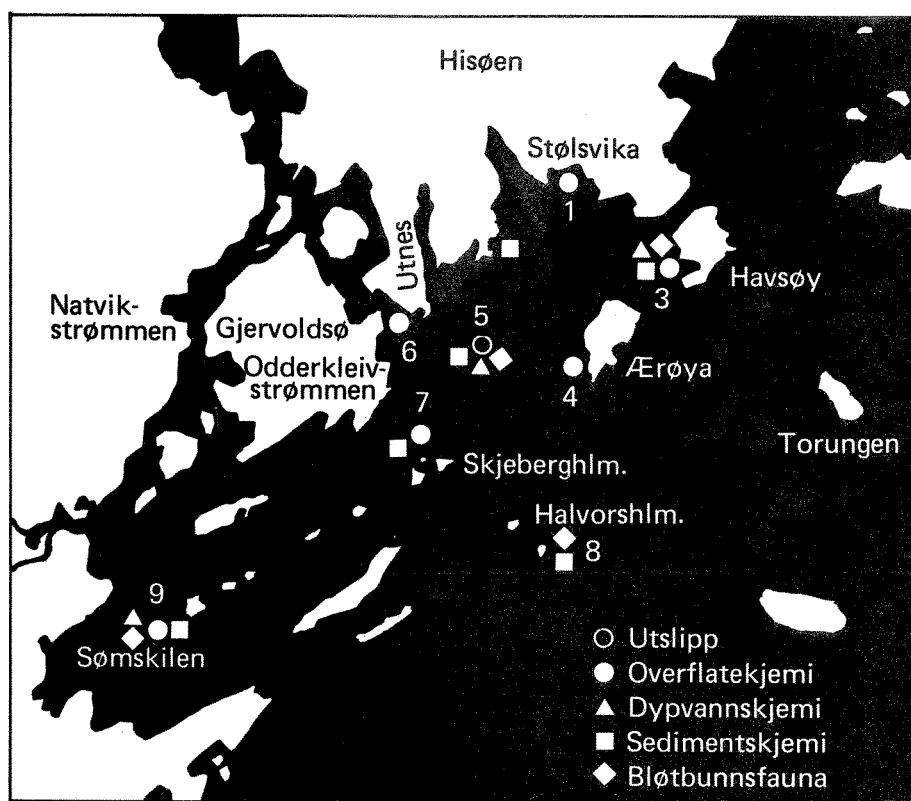
Figur 2 viser dybdeforholdene over en del av området. Største dyp i bassenget er 35 m. Mellom Utnes-området og sjøområdet utenfor (Ærøydypet) er dypeste forbindelse 15 m. Mellom Sømskilen (stasjon 9) og utslippområdet (stasjon 5) er det største dyp på 8 m, mens Sømskilen er avstengt fra sjøområdet utenfor ved en terskel på 3 m. Mellom utslippsområdet (stasjon 5) og målepunktet ved Havsøy (stasjon 3) er sadeldypet mellom 10 og 15 m. I sundet mellom Havsøy og Ærøya går en dyprenne fra 30 m dyp og ned i Ærøydypet.

Kystområdet er under påvirkning av Den norske kyststrømmen som går langs kysten mot sydvest. Hovedstrømmen går utenfor de ytterste øyene, men påvirker også de innenforliggende områdene. Det er foretatt en strømundersøkelse i området (Magnusson 1976) som viser at kyststrømmen kan stues inn mot land ved vinder fra nordøst og sørøst. Ved vinder fra sørvest til vest vil kyststrømmen kunne presses ut fra land eller snus, og dermed kan man få en situasjon hvor vann trenger opp fra Ærøydypet og inn i områdene innenfor. Fremherskende vindretninger i Arendalsområdet er kystparallelle, med overveiende sørvestlig vind om sommeren og nordøstlig vind om vinteren.

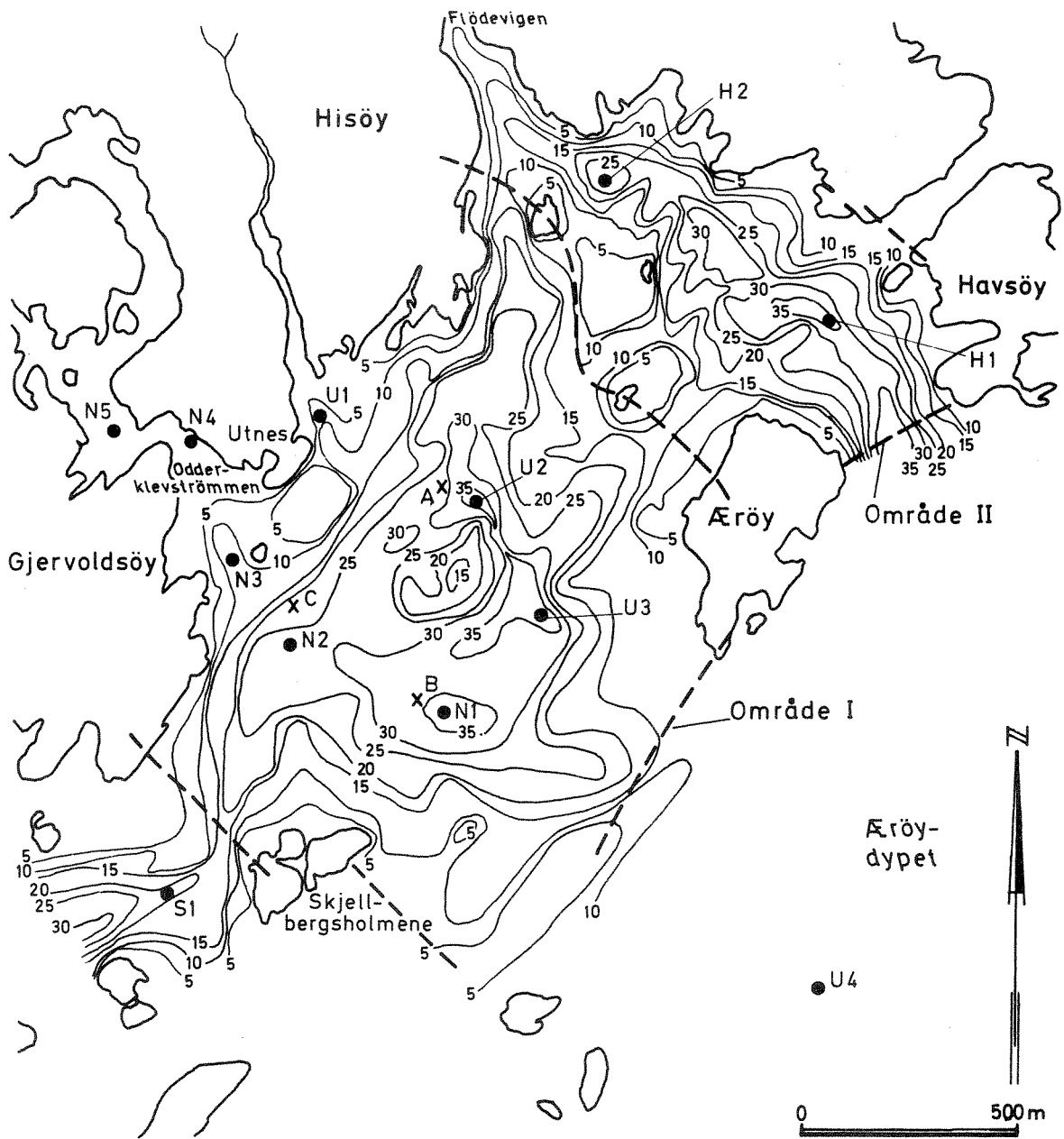
Oppholdstiden for vannmassene innenfor Ærøy er beregnet til hovedsaklig å ligge mellom 7 og 14 døgn (Magnusson 1976).

Hovedmengden av ferskvannstilførsel til undersøkelsesområdet skjer fra Nidelva. Nidelva renner i sjøen gjennom tre forskjellige løp, hvorav det ene munner ut ved Utnes (Odderkleivstrømmen), det andre i Sømskilen (Natvigstrømmen, inn for stasjon 9) og det tredje går til Arendals havneområde.

Det er antatt at omlag 60% av Nidelvas vann går ut via Odderkleivstrømmen og Natvigstrømmen (Magnusson 1976).



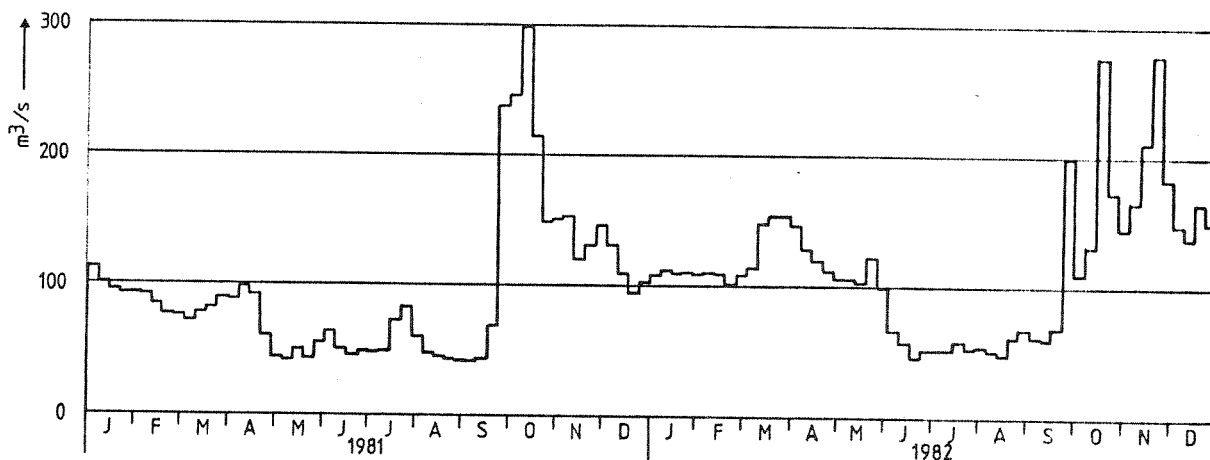
Figur 1. Oversiktskart med målestasjonenes plassering.



Figur 2. Topografi (oppmålt av Utbyggingsavdelingen og ITA sommeren 1975). (Etter Magnusson 1976 med hans opprinnelige stasjonsnett).

Strømundersøkelser som er foretatt i området viser at det utstrømmende ferskvannslaget genererer en inngående kompensasjonsstrøm av sjøvann i dypet (Magnusson 1976).

Nidelva har på årsbasis en middelvannsføring på $123 \text{ m}^3/\text{s}$. Vannføringen i undersøkelsesperioden er vist i figur 3. Figuren viser at den sterkeste flomsituasjonen har oppstått om høsten, med en mindre flom om våren. Forøvrig er tendensen høy vintervannføring og lav sommervannføring.



Figur 3. Vannføring i Nidelva som gjennomsnitt pr. uke i 1981 og 1982.

Det finnes en del bebyggelse i nærheten av det aktuelle sjøområdet. Dette gjelder spesielt Arendal by, hvorav en betydelig andel av bebyggelsen samt en del tettsteder på Hisøy og Tromøy har avløp til havnebassenget.

Nidelva fører også en del avrenning fra bebyggelse og jordbruk. Området er svært attraktivt for hytteliv og båtferdsel i sommermånedene.

Det interkommunale renseanlegget på Utnes startet driften i mai 1978. Avløpet slippes ut på 30 m dyp i bassenget innenfor Ærøya. Utslippspunktet er tegnet inn i figur 1. Renseanlegget er bygget med mikrosil, maskevidde 0,20 mm, som skiller ut partikler fra avløpet.

Utløpsledningen er forsynt med diffusor med hulldiameter 15 cm. I følge opplysninger fra ITA er mengden kloakkvann ut fra anlegget ca. 60 l/s, beregnet som gjennomsnitt over 2 måneder (desember 1982 - januar 1983).

Generelt om utslipp av avløpsvann.

Ved dyputslipp av avløpsvann er det viktig å få best mulig fortykning og spredning av avløpet. Som regel er det også ønskelig å få avløpet lagret omkring et bestemt dyp for å unngå påvirkning av overflatelaget. Det siste er spesielt viktig bl.a. i områder med store friluftssinteresser.

Fordi avløpsvannet er lettere enn vannet i resipienten, vil det alltid stige mot overflaten. Under oppstigningen vil avløpsstrålen gjennomgå en innblanding og en fortykning med de omkringliggende vannmassene.

Det fortyndede avløpsvannet vil etter hvert nærme seg samme tetthet som vannet omkring, og vil til slutt innlagres omkring det dyp hvor tettheten av avløpet er lik tettheten av vannmassene. Den videre spredning av avløpet vil da skje horisontalt.

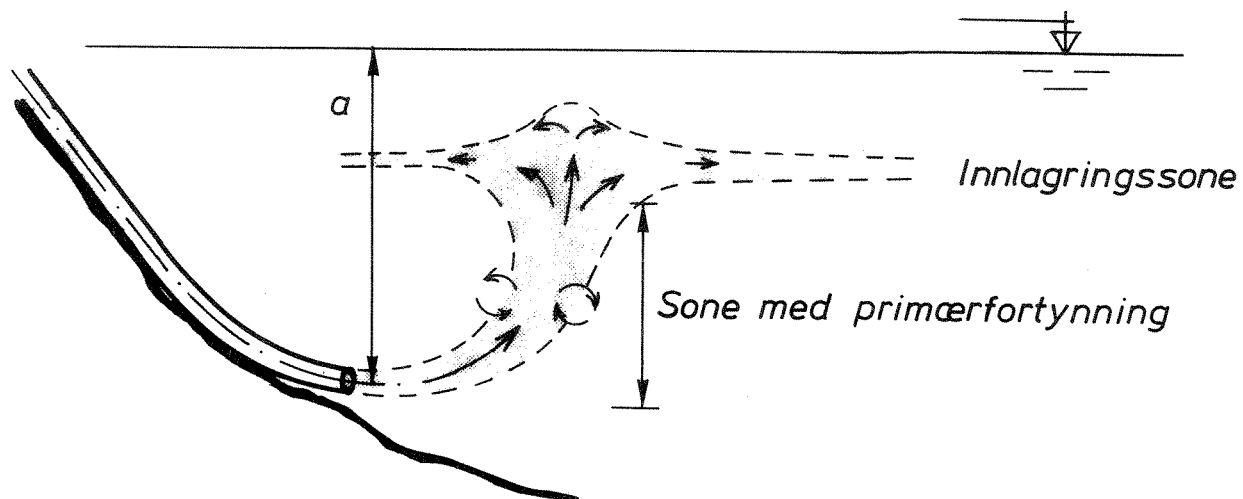
Figur 4 viser i en generell skisse hvordan kloakkvann spres fra et dyputslipp.

Det er en rekke faktorer som bestemmer innlagringsdypet for et dyputledet kloakkutslipp hvorav kan nevnes:

Tetthetsfordelingen i resipientens vannmasser, utslippsdypet, utslippets mengde samt diffusorens hulldiameter.

Dersom forskjellen i saltholdighet mellom overflate- og dypvann er liten vil et gjennombrudd av avløpsstrålen til overflaten ofte finne sted. Særlig lett kan dette skje ved store punktutslipp (altså ikke diffusorutledning).

I følge NIVAs beregninger vil et utslipp til Utnes-bassenget med ITA-anleggets spesifiseringer vanligvis innlagres mellom 10 og 25 m dyp. Sannsynligheten for gjennomslag til overflaten er mindre enn 5% (Magnusson 1976).



Figur 4. Innlagring og spredning av dyputledet avløpsvann i en sjøvannsresipient med sterk tetthetsgradient mot dypet. Dersom avstanden fra overflaten til utløpsrørets munning (a) og tetthetsgradienten mot dypet blir liten, kan avløpsvannet trenge opp mot overflaten. (Etter Boman og Andreassen 1980).

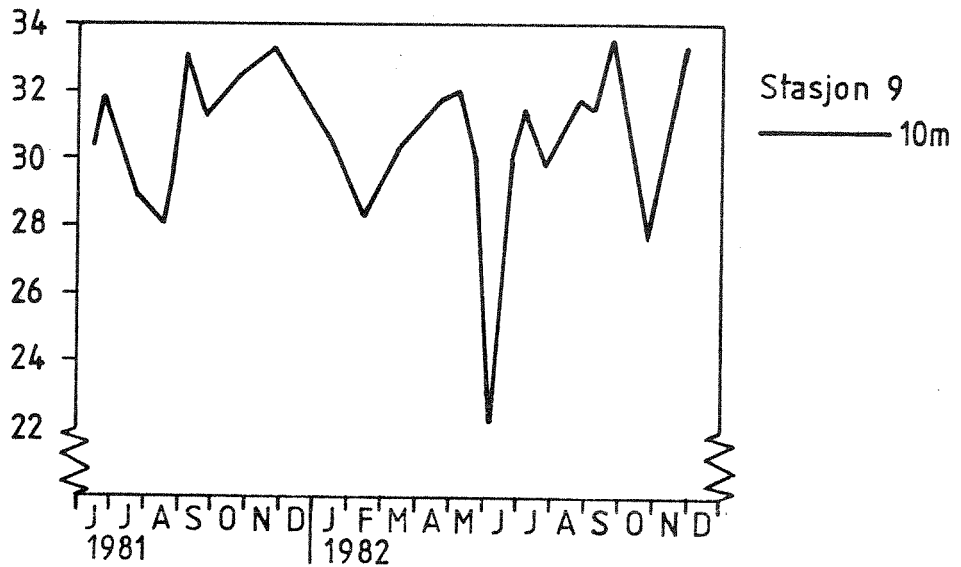
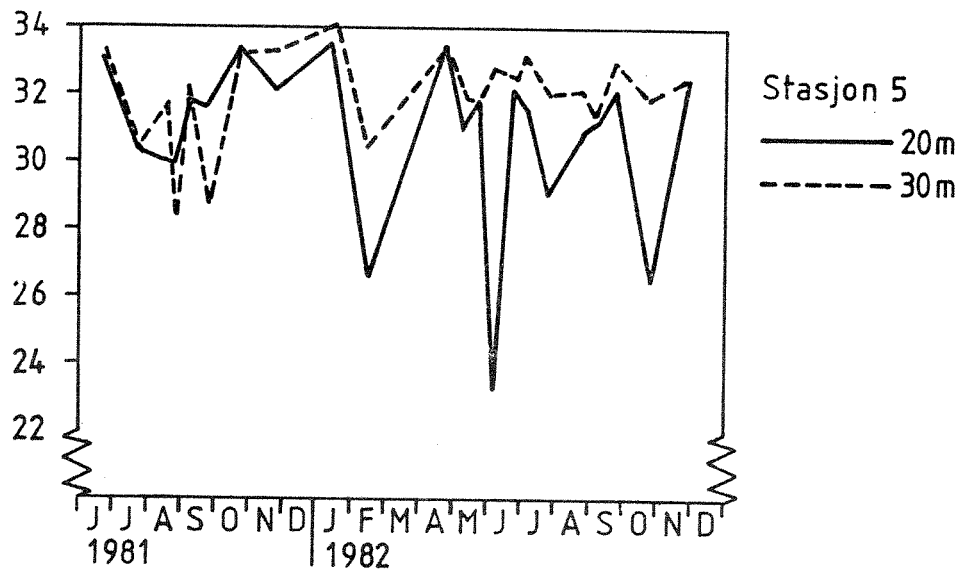
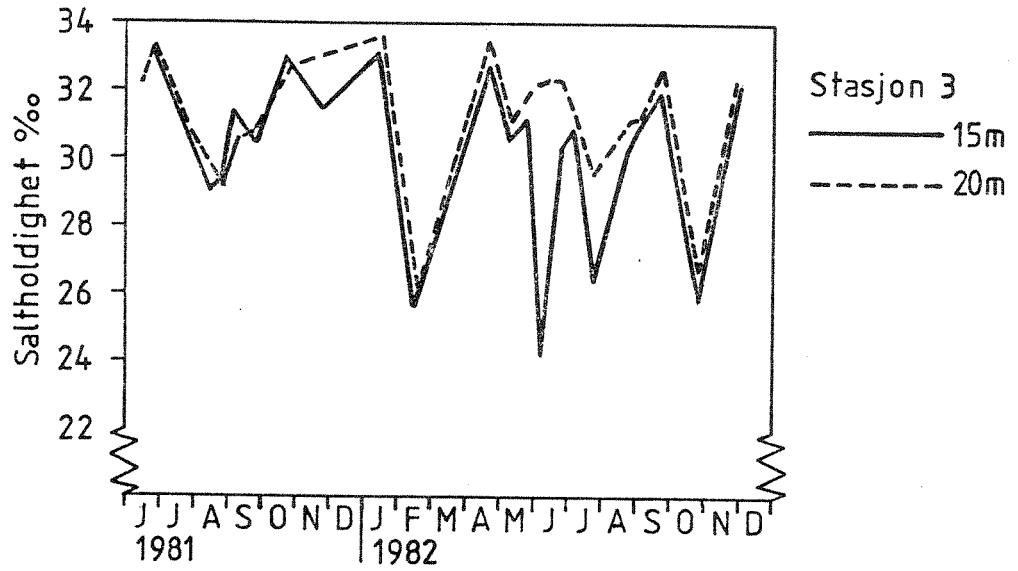
SALTHOLDIGHET

Saltholdigheten i undersøkelsesområdet er vist i figur 5. Kurvene er preget av store variasjoner, noe som viser at vannutskiftingen i området er relativt hyppig eller med andre ord at området ofte preges av ulike vannmasser.

Variasjonsområdet på stasjon 5, 30 m dyp er 28,3 - 34,2^o/oo. På stasjon 9 er variasjonsområdet på 10 m dyp 22,2 - 33,6^o/oo.

Etter Sands (1979) inndeling av kystområdet i regionen i overflatevann, midlere vannlag og dypvann fremgår det at vann med overflatekarakter ofte går dypere enn 30 m i dette området. Overflatelaget vil da kunne ha en saltholdighet opp til 32 - 33^o/oo. Perioder med høy saltholdighet kan tyde på at kystområdet påvirkes av innstrømmende Atlanterhavsvann fra det dype Skagerrak. Disse betraktningene viser at vannkvaliteten i undersøkelsesområdet er under innflytelse av både overflatevann og dypere vannlag i varierende grad.

Med få unntak (30 m) viser figur 5 samme variasjonsmønsteret i saltholdighet på de tre målestasjonene. Dette viser at den horisontale kommunikasjonen i vannmassen er god.



Figur 5. Saltholdighet i dypvannet i Utnes-området.

OKSYGEN

Tilstrekkelig oksygen er en livsbetingelse for planter og dyr i vannmassene. Lave oksygenkonsentrasjoner vil være et alvorlig varsel om at vannmassene er overbelastet med lett nedbrytbart organisk materiale.

I følge FAO (1969) kan oksygenverdier over 5 mg/l ansees tilfredsstillende for de fleste arter av fisk og vekster i saltvann. Ved oksygenverdier lavere enn ca. 1 mg/l vil de fleste marine organismer dø ut.

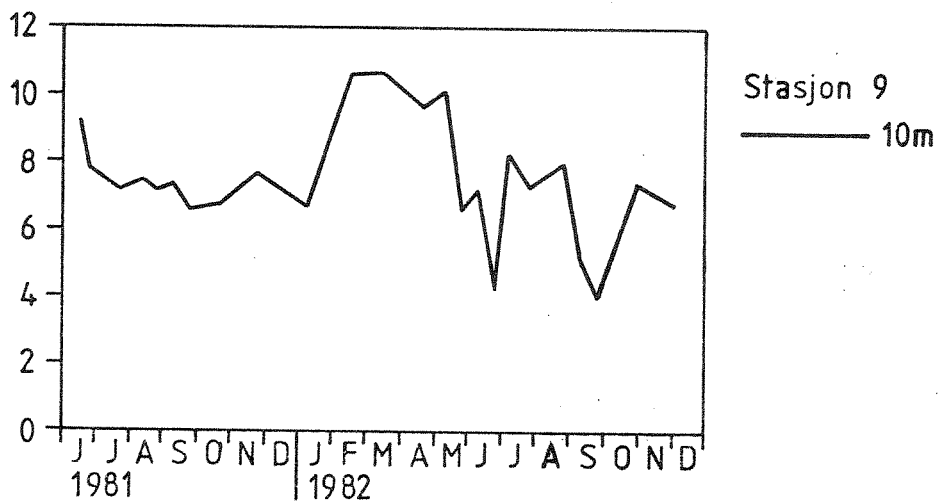
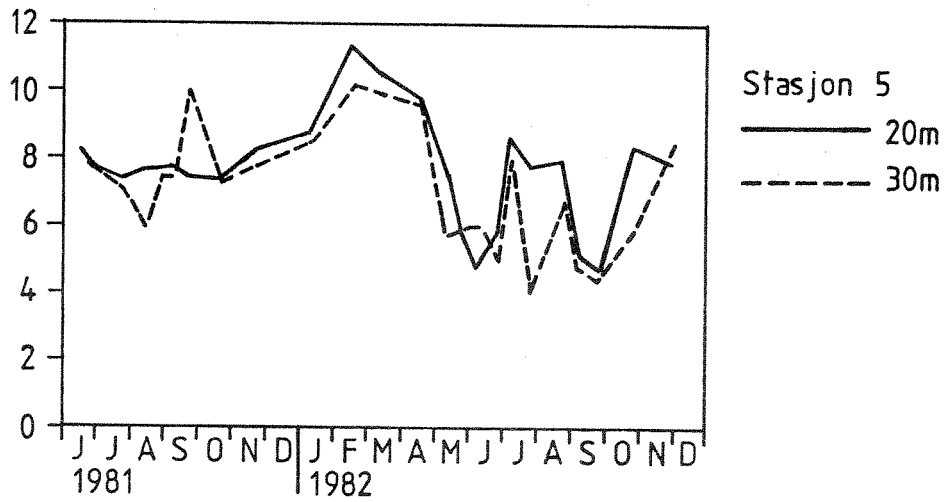
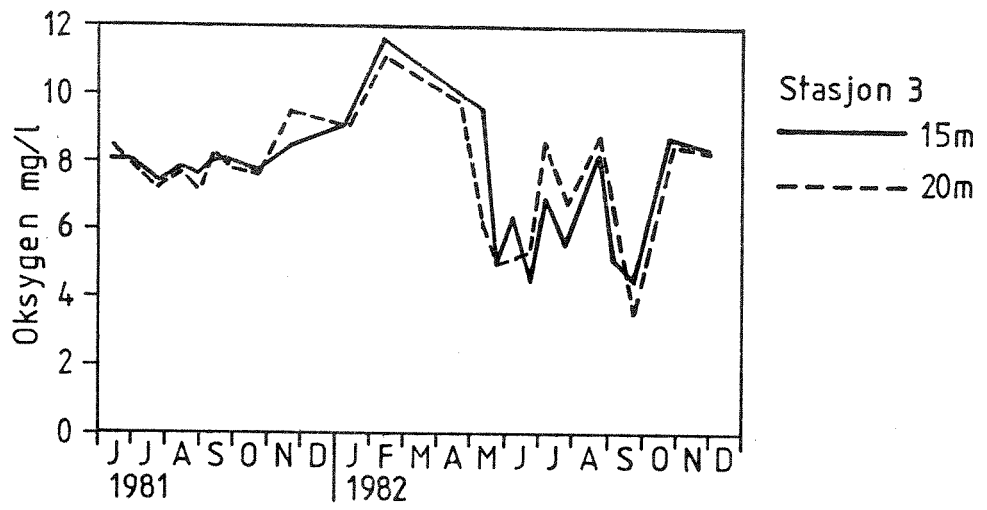
For karakterisering av oksygenforholdene kan følgende enkle skalabenyttas fra Kirkerud og Molvær (1980):

Karakter	Oksygenkonsentrasjon	
	ml/l	mg/l
Råtten	0	0
Kritisk	0-2	0-2,8
Dårlig	2-3,5	2,8-5
Tilfredsstillende	3,5	5

Tilstanden i dypvannet er avhengig av flere faktorer hvorav forurensningstilførslene og vannutskiftingsgraden er de viktigste. I områder med relativt god vannutskifting og lav belastning vil en vanligvis finne oksygenkonsentrasjoner mellom 7 og 11 mg/l.

Figur 6 viser oksygenforholdene i dypvannet i Utnesområdet i undersøkelsesperioden. Figuren viser lik oksygenutvikling på alle tre målestasjonene. Oksygenforholdene var tilfredsstillende i første del av perioden til og med våren 1982.

Prøveseriene sommeren 1982 viste at oksygenverdiene var inne i det dårlige intervallet i juni, juli og september. Det laveste oksygeninnholdet, 3,7 mg/l (44% metning), ble målt på stasjon 3, 20 m dyp den 23. september. Minimumsverdiene for stasjon 5 og stasjon 9 var henholdsvis 4,2 mg/l (49% metning) og 4,0 mg/l (48% metning). En vannutskifting i oktober førte igjen til at oksygenkonsentrasjonene steg til et tilfredsstillende nivå for resten av året.



Figur 6. Oksygenforholdene i dypvannet i Utnes-området.

Sommerverdiene av oksygen er de laveste som hittil er målt i Utnes-bassengets dypvann. En sammenlikning med tidligere målinger viser ingen oksygenverdier lavere enn 5,8 mg/l (69% metning) i dette området. (Danielsen og Iversen 1978, Sand 1979, Dannevig 1970).

Det store oksygenforbruket må sees i sammenheng med den rekordvarme sommeren 1982. Høy temperatur har ført til en rask bakteriell nedbrytning av tilført organisk materiale. De viktigste kildene til organisk materiale til dypvannet antas å være kloakkutslipp, suspendert materiale fra Nidelva samt alger og dyr produsert i selve vannmassen.

Det ser ut til å ha vært en generell tendens langs store deler av Sør-Norge-kysten med spesielt stort oksygenforbruk sommeren 1982. Informasjon fra flere undersøkte lokaliteter på Sørlandet og Vestlandet i det aktuelle tidsrommet kan bekrefte dette (NIVAs notat 129/83 WIK, Molvær, pers-medd.).

FOSFOR OG NITROGEN

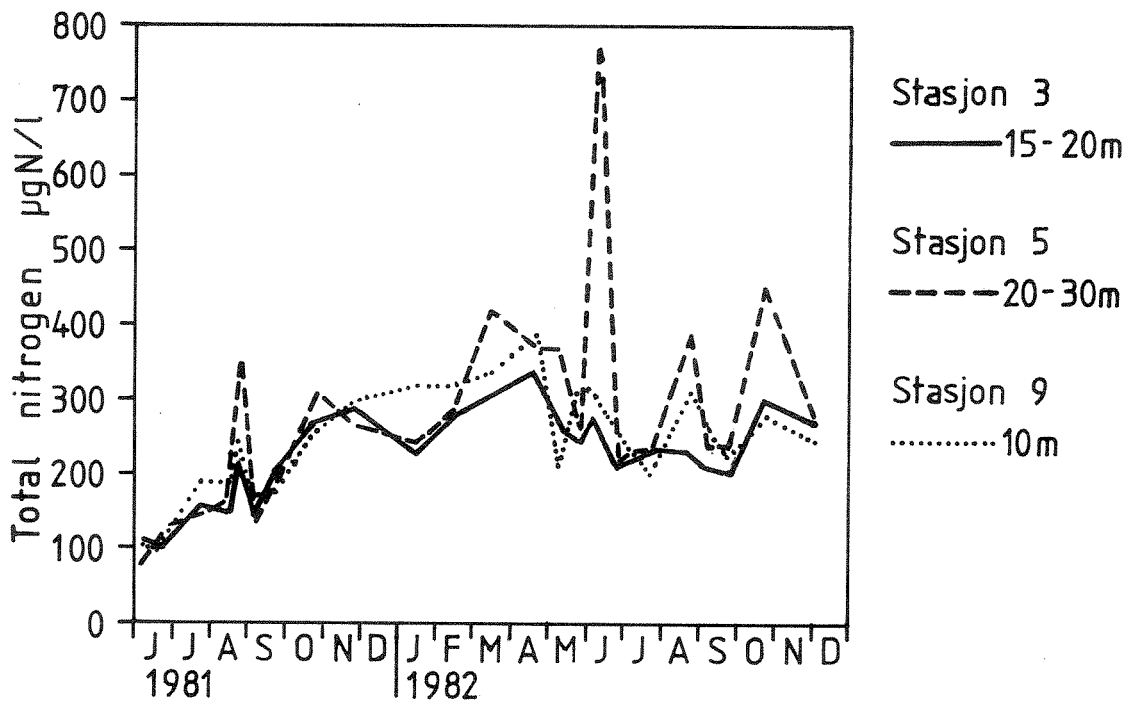
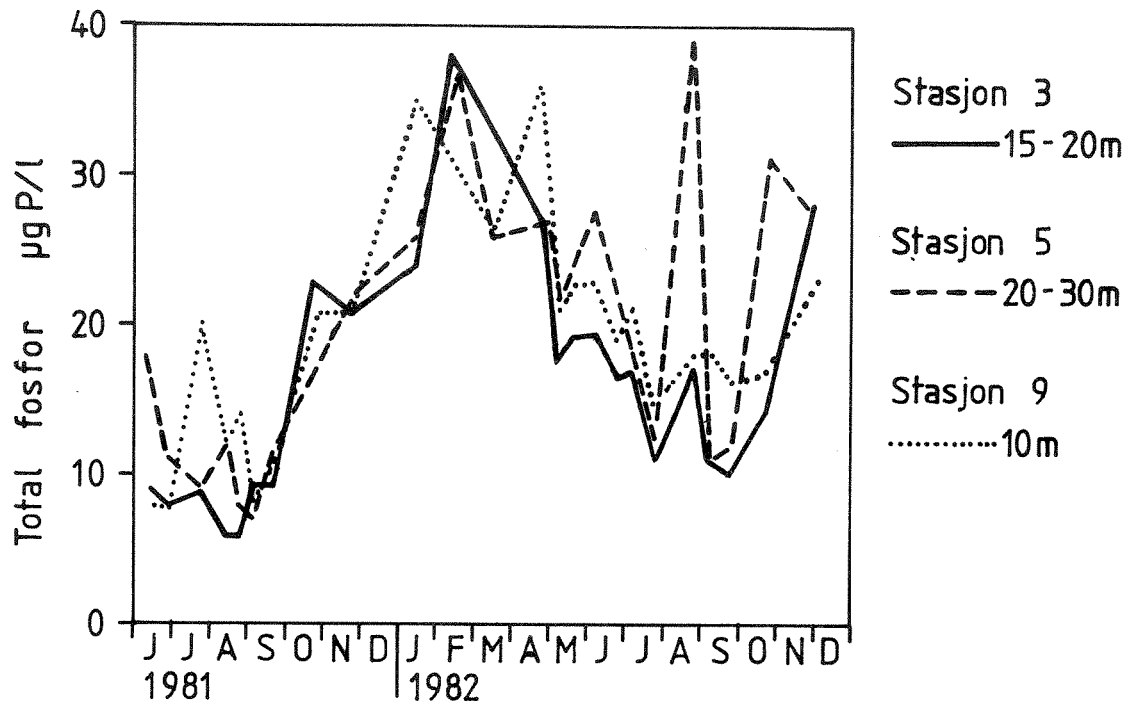
Figur 7 viser forløpet av total fosfor og total nitrogen i dypvannet under sirkulasjonsperioden. Verdiene ligger innenfor variasjonsområdet 6-39 µg fosfor/l og 80-770 µg nitrogen/l.

Med unntak av 3 enkeltprøver fra stasjon 5, hvor verdiene var markert høyere enn på de øvrige stasjonene, var det godt samsvar mellom de tre stasjonene med hensyn på fosfor og nitrogen. De avvikende verdiene på stasjon 5 må sees som en direkte påvirkning fra ITA-anleggets utslipp. Målepunktet på stasjon 5 ligger innenfor samme område som utslippet. Det er derfor stor sannsynlighet til stede for å få en vannprøve herfra med relativt stor andel av avløpsvann. Vannprøver som er tatt innenfor primærfortynningssonen for avløpsstrålen, er ikke representative for vannkvaliteten i hele dypvannsområdet. Enkelte høye verdier av fosfor og nitrogen på stasjon 5 vil alene ikke være nok til å bestemme forurensningssituasjonen i Utnes-bassenget.

Fosforverdiene viser en årstidsvariasjon med de høyeste konsentrasjoner om vinteren og de laveste om sommeren. For nitrogenverdiene er det ikke noen tilsvarende variasjon over året.

Denne tendensen illustreres også i figur 8 som viser atomforholdet mellom total nitrogen og total fosfor. De laveste forholdstallene finnes i vinterhalvåret og de høyeste i sommerhalvåret. Det er ialt vesentlig fosforvariasjonene som bestemmer variasjonsmønsteret i N/P forholdet. De sammenfallende variasjonene i N/P-forholdet på de tre målestasjonene indikerer også at fosfor- og nitrogenkildene er de samme for hele undersøkelsesområdet.

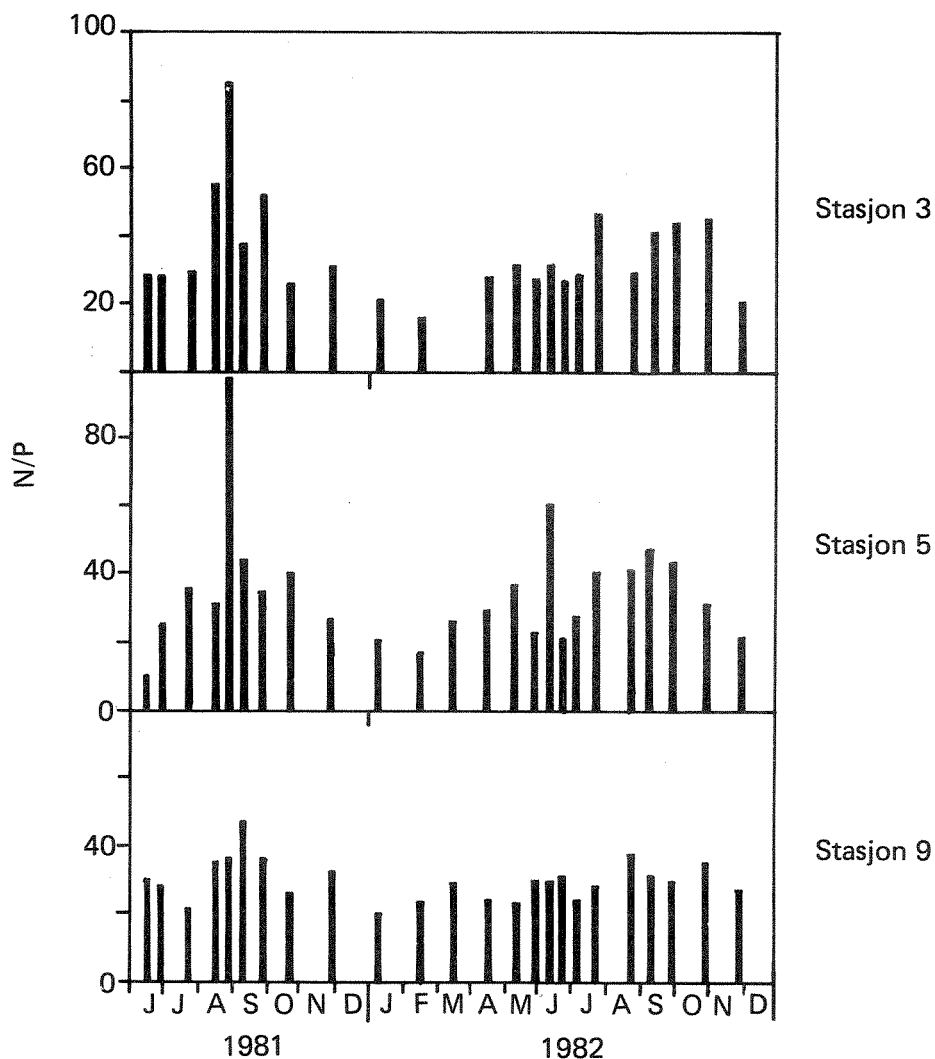
Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i en resipient gir karakteristiske forholdstall som ofte brukes til å identifisere ulike vannmasser. I upåvirket havvann blir det regnet med et N/P-forhold (atomforhold) i området 10-15 (Sakshaug og Brun 1974). Husholdnings- avløpsvann har et N/P-forhold nær 10.



Figur 7. Total fosfor og total nitrogen i dypvannet i Utnes-området.

Forholdstallet i ferskvann kan variere sterkt med forureningsgraden, men er vanligvis langt høyere enn i saltvann og kloakkvann. Nidelva har et N/P-forhold rundt 50, basert på gjennomsnittsverdier (Boman og Andreassen 1981).

I undersøkelsesområdet ligger N/P-forholdstallet i alt vesentlig over 20, middelverdien ligger rundt 30 for samtlige målestasjoner. Dette kan tyde på at ferskvannstilførselen med Nidelva som hovedkilde har en viss innflytelse på vannkvaliteten også i de dypere lag av Utnes-bassenget.



Figur 8. Atomforholdet total fosfor:total nitrogen i dypvannet i Utnes-området.

Undersøkelser som er foretatt i Utnesbassenget i tiden før ITA anlegget ble satt i drift avviker rent metodisk en del fra foreliggende data ved at tidligere analysene ble foretatt på prøver som ble filtrert gjennom mikrofilter med porediameter på 0,45 µm. Alle partikulære fosfor- og nitrogenkilder er således fjernet og viser kun de mengder fosfor og nitrogen som finnes oppløst i vannet. (Sand 1979). Oppstilling av resultatene fra de to undersøkelsene er fremstilt i tabell 1.

Etter som analyser av ufiltrerte prøver gir både det partikulært bundne og det oppløste fosfor og nitrogen, vil slike analyser som oftest gi høyere verdier enn analyser på filtrerte prøver. Dette forhold synes å fremgå av tabell 1 når en betrakter maksimumsverdien innenfor variasjonsområdene. En analyse av rådatatilfanget viser også at verdiene fra Sand 1979 ligger lavere enn foreliggende dataserie.

Det skal forøvrig understrekes at prøvene fra Sand, 1979 gir et lite representativt sammenligningsgrunnlag også fordi dette materialet er lite (kun seks prøver).

De høyere verdier som er målt under den pågående undersøkelse kan derfor ikke tas som bevis for at nærings saltbelastningen i området er blitt større etter at ITA - anlegget ble satt i drift.

Tabell 1 Variasjonsområde for total fosfor og total nitrogen på stasjon 5 og stasjon 9.

	Stasjon 5, 20-30 m		Stasjon 9, 10 m	
	tot. fosfor	tot. nitrogen	tot. fosfor	tot nitrogen
Prøver fra 1977 (Sand, 1979) filtr.	13-24	140-230	11-17	130-190
NIVA 1981-1982 ufiltrerte.	12-39	80-770	8-36	100-340

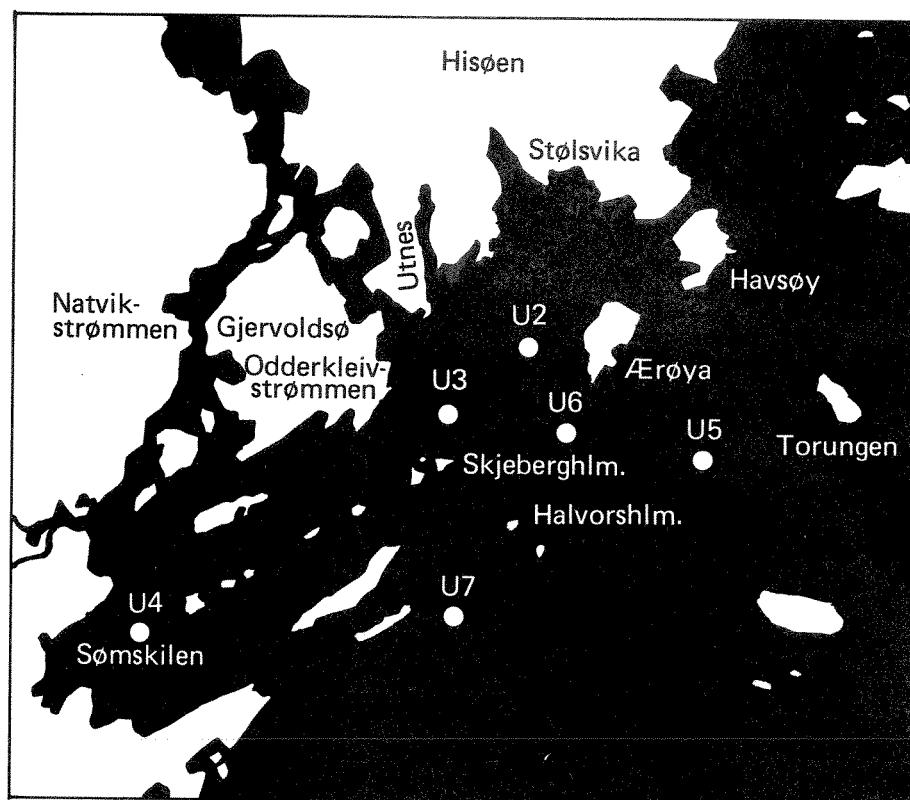
SEDIMENTENE.

Sedimentene er undersøkt med hensyn på organisk innhold, tungmetaller, PCB og DDT.

Prøvene for organisk innhold er samlet ved dykking den 8. juni 1982, med unntak av stasjon 8 som er tatt den 22. juni. Målepunktene følger stasjonsnettets som er tegnet inn i fig. 1.

Prøvene for tungmetaller, PCB og DDT er samlet med corer i siste uke av november 1981, med eget stasjonsnett, se figur 9. Analysene er tatt fra de øverste 2 cm av sedimentet. PCB-analysen er kvantifisert ut fra standarder av Clophen A60.

Figur 9. Stasjonsnett for undersøkelse av tungmetaller, PCB og DDT i sedimenter.



Tabell 2 Organisk innhold i sedimenter.
For stasjonsplassering se figur 1.

Stasjon	Dyp, m	Vanninnhold % av våtvekt	Organisk innhold % av tørrvekt
2	25	41,5	4,5
3	24	20,0	1,0
5	34	66,5	13,0
7	20	21,0	1,2
8	24	26,5	2,0
9	11	72,5	16,9

Tabell 3 Tungmetaller, PCB og DDT i sedimenter
For stasjonsplassering se figur 9 (2 parallell prøver
pr. stasjon).

Stasjon	Dyp m	Kvikk- sølv µg/g	Bly µg/g	Kobber µg/g	Kadmium µg/g	Sink µg/g	Nikkel µg/g	Krom µg/g	PCB ng/g	Σ DDT ng/g
U2	35	0,17	14	9	0,1	57	3	7	3,3	< 0,5
		0,20	17	12	0,13	50	5	10	7,2	< 0,5
U3	35	0,19	55	26	0,36	107	11	19	6,4	< 0,5
		0,22	47	23	0,29	96	11	17	8,7	< 0,5
U4	11	-	-	-	-	-	-	-	7,4	< 0,5
		-	-	-	-	-	-	-	16,7	< 0,5
U5	100	0,14	27	10	0,1	48	9	12	2,2	< 0,5
		0,14	24	12	0,1	49	9	11	4,7	< 0,5
U6	35	0,47	76	41	1,35	180	18	28	-	< 0,5
		0,47	81	40	1,26	180	17	29	-	< 0,5
U7	34	0,14	14	9	0,35	42	4	7	3,3	< 0,5
		0,14	16	9	0,29	41	4	8	2,5	< 0,5

Resultatene av analysene er presentert i tabell 2 og tabell 3. Stasjonsnettene i tabell 2 og 3 h.h.v. fig. 1 og 9 er ikke overlappende, derfor ulik nummerering. Stasjonene på fig. 9 (tabell 3) ble prøvetatt før Sørlandsavdelingen kom inn i prosjektet og under ekstreme værforhold. Under den videre prøvetaking har en vendt tilbake til det stasjonsnett som er presentert i det opprinnelige prosjektforslag. Innholdet av organisk stoff viser at stasjon 5 og 9 skiller seg ut med høye verdier. Begge disse stasjonene ligger utenfor Nidelvas utløp, henholdsvis Odderkleivstrømmen og Natvigstrømmen. Disse lokalitetene virker som sedimenteringsbassenger for partikulært materiale som blir transportert ut med elva. For stasjon 5 må en også regne med en tilførsel av organisk materiale via dyputslippet fra ITA's renseanlegg.

I tabell 4 er det ført opp forventede verdier av en del metaller i upåvirket fjordsediment.

Tabell 4 Forventet variasjonsområde av tungmetaller i upåvirket fjordsediment (fra Johannessen 1982).

Parameter	Konsentrasjon µg/g	
Kvikksølv	0,05	- 0,2
Bly	10	- 50
Kadmium	0,2	- 1,0
Sink	50	- 150
Krom	10	- 40

For de fleste målepunktene ligger metallkonsentrasjonene innenfor det området man forventer i et upåvirket sediment. Unntak er stasjon U6 hvor innholdet av kvikksølv, bly, kadmium og sink er noe høyere. Sammenlignet med sedimenter i Bergensfjordene har imidlertid stasjon U6 lavere innhold av de fleste tungmetaller. (Johannessen 1982.) Innholdet av kadmium er av samme størrelse ved stasjon U6 som i Bergensfjordene.

Analysene av PCB viste lave verdier sammenlignet med en rekke fjorder i Sør-Norge (Skei 1978). Verdiene for DDT lå under grensen for påvisbare konsentrasjoner og må derfor betegnes som meget små.

REFERANSER

Boman, E. og Andreassen, E. 1980.

Hydrografiske undersøkelser i Groosefjorden 1978-1979, Grimstad kommune. Rapport fra Fylkesrådmannen i Aust-Agder, Utbyggingsavdelingen 58 s.

Boman, E og Andreassen, E. 1981.

Nedre Nidelva. Kraftutbygging og forurensningsforhold. Rapport fra Fylkesrådmannen i Aust-Agder, utbyggingsavdelingen. 47 s.

Boman, E. 1982.

Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1981 - april 1982. Rapport fra Norsk Institutt for vannforskning, 0-81112. 24 s.

Danielssen, D.S. og Iversen, S.A. 1976.

Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del 1. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske stasjon, Flødevigen. 77 s.

Dannevig, G. 1970.

Resipientundersøkelser på Skagerakkysten. Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen. 99 s.

FAO 1969.

Fish, other aquatic life, and wildlife.

FAO Fisheries Technical Paper. 94. Rome. p. 70.

Johannessen, P. 1982.

"Byfjordundersøkelsen". Overvåking av fjordene rundt Bergen 1981. Rapport nr. 2. 111 s.

Kirkerud, L. og Molvær, J. 1980.

Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1978. Delrapport nr. 5. Vannkvalitet i overflatelag og dypvann. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning. 0-76129. 24 s.

Magnusson, J. 1976.

Strømundersøkelser ved Utnes, Arendalsområdet.
Rapport fra Norsk institutt for vannforskning.
0-84175. 93 s.

NIVA, SØRLANDSAVDELINGEN 1983.

Overvåking av Groosefjorden og Vikkilen.
Rapport over aktiviteter i 1982. Plan- og budsjettforslag
for 1983. Notat nr. 129/83/WIK, 0-82061.

Skei, J. 1978.

Review of existing data on cadmium and PCB in marine
waters, biota and sediments of Norway.
Rapport fra Norsk institutt for vannforskning 0-46/78.

Sand, N.P. 1979.

En fysisk/kjemisk helårsundersøkelse i Arendalsområdet
(1976-1977). Hovedfagsoppgave i marinbiologi,
Univ. i Oslo. 138 s.

Sakshaug, E. og Brun, P. 1974.

Plantenæringsstoffer og planteplankton i Trondheimsfjorden.
Vann 3.

VEDLEGG

Tabell

Primærdato, Stasjon 3, 15 - 20 m

Dato	Temp. °C		Salt ‰		Oksygen mg/l		Tot. fosfor µg/l blandpr. 15 - 20m	Tot. nitrogen µg/l blandpr. 15 - 20 m
	15 m	20 m	15 m	20 m	15 m	20 m		
16/6-81	-	-	-	32,33	-	8,5	9	115
25/6-81	-	-	33,09	33,33	8,1	8,1	8	100
21/7-81	-	-	30,87	30,87	7,4	7,4	9	160
13/8-81	-	-	29,10	29,83	7,9	7,7	6	150
25/8-81	-	-	29,47	28,36	7,6	7,2	6	230
8/9-81	-	-	31,47	30,63	8,0	8,2	9	150
23/9-81	-	-	30,54	30,67	8,1	7,8	9	210
29/10-81	-	-	33,05	32,74	-	7,6	23	270
23/11-81	-	-	31,46	-	8,6	9,4	21	290
13/1-82	5,3	5,7	33,18	33,60	9,1	9,1	24	230
16/2-82	0,9	1,0	25,68	25,70	11,7	11,1	38	280
16/3-82	-	-	-	-	-	-	-	-
20/4-82	3,8	3,9	32,81	33,41	9,9	9,8	27	340
11/5-82	6,9	6,6	30,58	31,07	9,6	6,1	18	260
25/5-82	6,9	6,8	31,17	31,79	5,1	5,1	20	240
8/6-82	11,8	7,8	24,25	32,33	6,2	5,1	20	280
22/6-82	10,7	9,2	30,36	32,36	4,6	5,5	17	205
5/7-82	12,7	10,7	30,98	31,39	7,0	8,6	17	220
22/7-82	17,5	15,2	26,49	29,65	5,7	6,8	11	240
23/8-82	15,2	14,7	30,31	31,09	8,3	8,7	17	230
7/9-82	15,2	15,2	31,15	31,29	5,1	5,7	11	210
23/9-82	13,6	13,1	32,03	32,62	4,4	3,7	10	200
26/10-82	10,5	10,8	25,93	26,29	8,8	8,4	15	300
29/11-82	9,7	9,7	32,17	32,19	8,4	8,3	28	270

Tabell

Primædata, Stasjon 5, 20 - 30 m

Dato	Temp °C		Salt ‰		Oksygen mg/l		Tot. fosfor µg/l blandpr. 20 - 30 m	Tot. nitrogen µg/l blandpr. 20 - 30 m
	20 m	30 m	20 m	30 m	20 m	30 m		
16/6-81	-	-	-	-	-	-	18	80
25/6-81	-	-	32,98	33,22	7,9	7,9	12	130
21/7-81	-	-	30,45	30,45	7,4	7,2	9	150
13/8-81	-	-	29,98	31,82	7,7	5,9	12	170
25/8-81	-	-	29,85	28,26	7,7	7,4	8	350
8/9-81	-	-	31,85	31,82	7,8	7,4	7	140
23/9-81	-	-	31,61	28,74	7,5	9,8	12	190
20/10-81	-	-	33,41	33,16	7,4	7,3	17	310
23/11-81	-	-	32,12	33,25	8,3	7,9	22	270
13/1-82	5,8	6,5	33,66	34,19	8,8	8,5	26	245
16/2-82	0,8	1,6	26,67	30,54	11,4	10,1	37	290
16/3-82	-	-	-	-	-	-	26	420
20/4-82	3,8	3,9	33,55	33,55	9,7	9,6	27	370
11/5-82	6,6	6,1	31,15	31,89	7,5	5,7	22	370
25/5-82	7,1	6,6	31,82	31,79	5,9	6,0	25	265
8/6-82	7,8	7,5	23,26	32,58	4,8	6,0	28	770
22/6-82	9,2	8,2	32,22	32,42	5,8	5,2	22	210
5/7-82	11,4	7,5	31,59	33,09	8,7	8,0	18	230
22/7-82	15,7	12,3	29,10	32,17	7,8	4,2	13	240
23/8-82	15,0	12,7	30,91	32,24	8,0	6,8	39	390
7/9-82	15,1	15,1	31,21	31,47	5,2	4,9	11	240
23/9-82	13,4	13,1	32,19	33,02	4,7	4,4	12	240
26/10-82	11,0	11,3	26,61	31,89	8,4	5,9	32	450
29/11-82	9,7	9,9	32,49	32,54	7,9	8,5	28	280

Tabell

Primerdata, stasjon 9, 10 m

Dato	Temp. °C	Salt ‰	Oksygen mg/l	Tot. fosfor µg/l	tot. nitrogen µg/l
16/6-81		30,44	9,3	8	110
25/6-81		31,85	7,8	8	100
21/7-81		28,90	7,2	20	190
13/8-81		27,99	7,5	12	190
25/8-81		29,62	7,2	14	230
8/9-81		33,20	7,4	8	170
23/9-81		31,28	6,6	11	180
20/10-81		32,52	6,8	21	250
23/11-81		33,25	7,7	21	300
13/1-82	4,1	30,67	6,5	35	320
16/2-82	1,3	28,29	10,6	31	320
16/3-82		30,45	10,7	26	340
20/4-82	4,0	31,82	9,7	36	390
11/5-82	5,9	32,05	10,1	21	215
25/5-82	7,4	29,96	6,5	23	310
8/6-82	10,1	22,22	7,2	23	315
22/6-82	10,6	30,15	4,7	19	265
5/7-82	11,3	31,39	8,3	21	230
22/7-82	15,2	29,85	7,3	15	200
23/8-82	14,0	31,82	8,0	18	310
7/9-82	15,0	31,56	5,6	18	260
23/9-82	13,5	33,62	4,0	16	220
26/10-82	11,5	27,70	7,4	17	280
29/11-82	10,5	33,41	6,8	23	290