



O-90122

Utslipp fra Odderøya renseanlegg, Kristiansand

Vurdering av innlagring,
spredning og miljøeffekter

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

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

Prosjektnummer:
90122

Undernummer:

Løpenummer:
2530

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: <i>Utslipp fra Odderøya renseanlegg. Vurdering av innlagring, spredning og miljøeffekter</i>	Dato: 10.1 1991
	Prosjektnummer: 90122
Forfatter(e): <i>Jarle Molvær</i>	Faggruppe: <i>Marinøkologi</i>
	Geografisk område: <i>Vest-Agder</i>
	Antall sider: 26

Oppdragsgiver: <i>Kristiansand ingeniørvesen, Kristiansand</i>	Oppdragsg.ref.:
--	------------------------

Ekstrakt:
*Beregninger av innlagring ved ulike utslippsdyp tyder på at utslippsdypet bør være 50 m eller mer om man skal sikre et tilfredsstillende innlagringsdyp. Avløpsvannet bør derfor ikke slippes til Vesterhavn. Strømmålinger viser at vanninntaket til Fiskebrygga sannsynligvis blir sjelden berørt av avløpsvannet, men muligheten er klart tilstede. Aktuelle tiltak er flytting av vanninntaket nærmere land og desinfisering.
Rensing og dyputslipp av avløpsvannet vil redusere den totale belastningen på fjordområdet. For selve Vesterhavn og Fiskåbukta vil endringene bli forholdsvis små fordi utslippene av kommunalt avløps-tidligere er overført til andre områder.*

4 emneord, norske:
<i>1. Kristiansand 2. Kommunalt avløpsvann 3. Dyputslipp 4. Miljøeffekter</i>

4 emneord, engelske:
<i>1. Kristiansand 2. Municipal wastewater 3. Deep water discharge 4. Environmental effects</i>

Prosjektleder:

Jarle Molvær

Jarle Molvær

For administrasjonen:

Torgeir Bakke

Torgeir Bakke

ISBN 82-577-1841-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

O-90122

UTSLIPP FRA ODDERØYA RENSEANLEGG, KRISTIANSAND
VURDERING AV INNLAGRING, SPREDNING OG MILJØEFFEKTER

Oslo, 10. januar 1991
Prosjektleder: Jarle Molvær
Medarbeider: Frank Kjellberg

FORORD

Foreliggende rapport er utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning, Oslo, på oppdrag for Kristiansand Ingeniørvesen. Rapporten vurderer hvordan avløpsvann fra det planlagte Odderøya renseanlegg vil innlagres og spres i Vesterhavnområdet, samt hvilke effekter (positive eller negative) utslippet vil få.

Vi takker laboratorieleder Tom Pedersen, Vannlaboratoriet ved Agder Distriktshøgskole, for godt samarbeid.

Ved NIVA har fagassistent Frank Kjellberg hatt hovedansvar for utsetting og innhenting av strømmålere. Jarle Molvær har vært prosjektleder.

INNHOOLD

	Side:
FORORD	2
KONKLUSJONER	4
1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN	5
2. DATAINNSAMLING.	6
2.1 Vindmålinger	6
2.2 Strømmålinger	6
2.3 Hydrografi	6
3. RESULTATER.	9
3.1 Vindforhold	9
3.2 Lagdeling	11
3.3 Innlagring og primærfortynning	13
3.4 Strømforhold	15
4. SAMLET VURDERING AV MILJØEFFEKTER	23
4.1 Hygieniske forhold	23
4.2 Algevekst i vannmassene	25
5. LITTERATUR	26

KONKLUSJONER

Det er utført vurderinger av forventede miljøeffekter av utslipp fra Kristiansand kommunes planlagte renseanlegg på Odderøya. Som basis for vurderingene er det utført undersøkelser av strømforhold i Vesterhavn, samt målinger av lagdeling av vannmassene. Videre er det utført beregninger av innlagringsdyp og fortynning for aktuelle utslippsdyp og diffusorutforming.

Hovedkonklusjonene er følgende:

1. Innlagringsdypet vil variere mye med skiftende hydrografiske forhold i området. Valg av utslippsdyp må sees i sammenheng med utforming av diffusor, men de utførte beregningene tyder på at utslippsdypet bør være 50 m eller dypere. I praksis betyr det at avløpsvannet ikke kan slippes ut i selve Vesterhavn.
2. Strømmålingene i søndre del av Vesterhavn viste svært varierende forhold, i alt vesentlig pga. regelmessig varierende tidevann og skiftende vindforhold på kysten og lokalt. Volumtransporten i de mest aktuelle innlagringsdyp var noenlunde jevnt fordelt mellom inngående og utgående strøm.

I området ved vanninntaket til Fiskebrygga dominerte sydgående strømmer. Dette betyr at sannsynligheten for at fortynnet avløpsvann skal tas inn i vanninntaket er mindre enn man på forhånd kunne frykte. Men muligheten for dette er klart tilstede.
3. Dyputslipp med innlagring av rensset avløpsvann vil klart forbedre den hygieniske vannkvaliteten i Vesterhavn og Fiskåbuktas overflatelag. Likeledes bør den store reduksjonen i lokal belastning av næringssalter medføre redusert algevekst i strandsonen og vannmassene (bedre siktedyp).

Faren for å få rensset og fortynnet avløpsvann inn i Fiskebryggas vanninntak kan sannsynligvis reduseres ved å flytte vanninntaket noe nærmere land, på grunnere vann. Men full sikkerhet for god hygienisk vannkvalitet vil man bare få ved å rense inntaksvannet.

1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN

I forbindelse med prosjektering av renseanlegg på vestsiden av Odderøya, har Kristiansand Ingeniørvesen bedt NIVA vurdere sannsynligheten for at strømmene i utslippsområdet vil føre avløpsvannet innover i Vesterhavn.

I notat av 25.6.90 har NIVA oversendt innledende beregninger av innlagringsdyp og primærfortynning. Beregningene tydet på at med utslipp i ca. 60 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret i 30-50 m dyp.

I situasjoner med innlagring grunnere enn ca. 40 m dyp er der en reell mulighet for at vanninntaket til Fiskebrygga (35 m dyp) kan bli berørt.

Formålet med denne undersøkelsen er dermed å:

1. registrere strømforholdene omkring de forventede innlagringsdyp, med sikte på en reell vurdering av hvor ofte avløpsvannet bringes innover i Vesterhavn, hvilke innlagringsdyp som da er sannsynlig og dermed hvilken risiko det er for av skyen av fortynnet avløpsvann kommer i kontakt med Fiskebryggas vanninntak.
2. kort vurdere hvilke effekter på eutrofisituasjonen i Vesterhavn utslippet kan ventes å få. Dette gjøres på bakgrunn av opplysninger om innlagringsdyp, fortynning, strømforhold og generell kunnskap om miljøforhold i Vesterhavn.

2. DATAINNSAMLING.

Måleprogrammet fulgte i alt vesentlig NIVAs forslag av 25.9.90 (Molvær 1990b). Vi skal her bare kort redegjøre for det praktiske opplegget. For bakgrunnsinformasjon henvises til programforslaget.

2.1 Vindmålinger

Fra Det norske meteorologisk institutt (MI), Oslo, er innhentet observasjoner av vindhastighet og vindretning på Kjevik og Oksøy fyr for tidsrommet oktober - november. Observasjonene er gjort daglig kl. 01, 07, 13 og kl. 19. Fra Oksøy mangler imidlertid observasjoner fra kl. 01 i november.

2.2 Strømmålinger.

For å undersøke strømforholdene i de vannlag hvor avløpsvannet fra renseanlegget vil bli innlagret, ble selvregistrerende strømmålere den 16.10.90 utplassert i 4 målepunkt i Vesterhavn (fig. 2.1). Måledypene var som følger:

Stasjon:	Måledyp:
1	25
2	30 og 40 m
3	30 og 40 m
4	30 m

Målerne registrerte strømretning, strømhastighet, temperatur og saltholdighet hvert 10 minutt til de ble tatt opp den 22.11.90.

2.3 Hydrografi

Vindforholdene i Kristiansandsfjordområdet og i kystvannet utenfor vil ha stor innvirkning på strømforhold og lagdeling i Vesterhavn. Det er av betydning å registrere hvordan lagdelingen i Vesterhavn varierer under skiftende strømretninger (er det vanlig med sterk inngående strøm og samtidig en lagdeling der avløpsvannet innlagres høyt oppe i vannmassen?).

Variasjonene i vindforholdene langs kysten er store. De største - og sterkeste - skiftningene vil imidlertid skje i forbindelse med passerende lavtrykk og høytrykk. Disse variasjonene vil normalt ha "perioder" ned til 2-3 dager.

Mens strømmålingene foregikk ble derfor temperatur og saltholdighet målt to ganger pr. uke fra overflaten og til bunn - eller 60 m dyp - på en stasjon i Vesterhavn (V1) og en stasjon i Kristiansandsfjorden se fig. 2.1. Målingene ble utført av Vannlaboratoriet ved ADH, med utstyr utlånt fra NIVA.

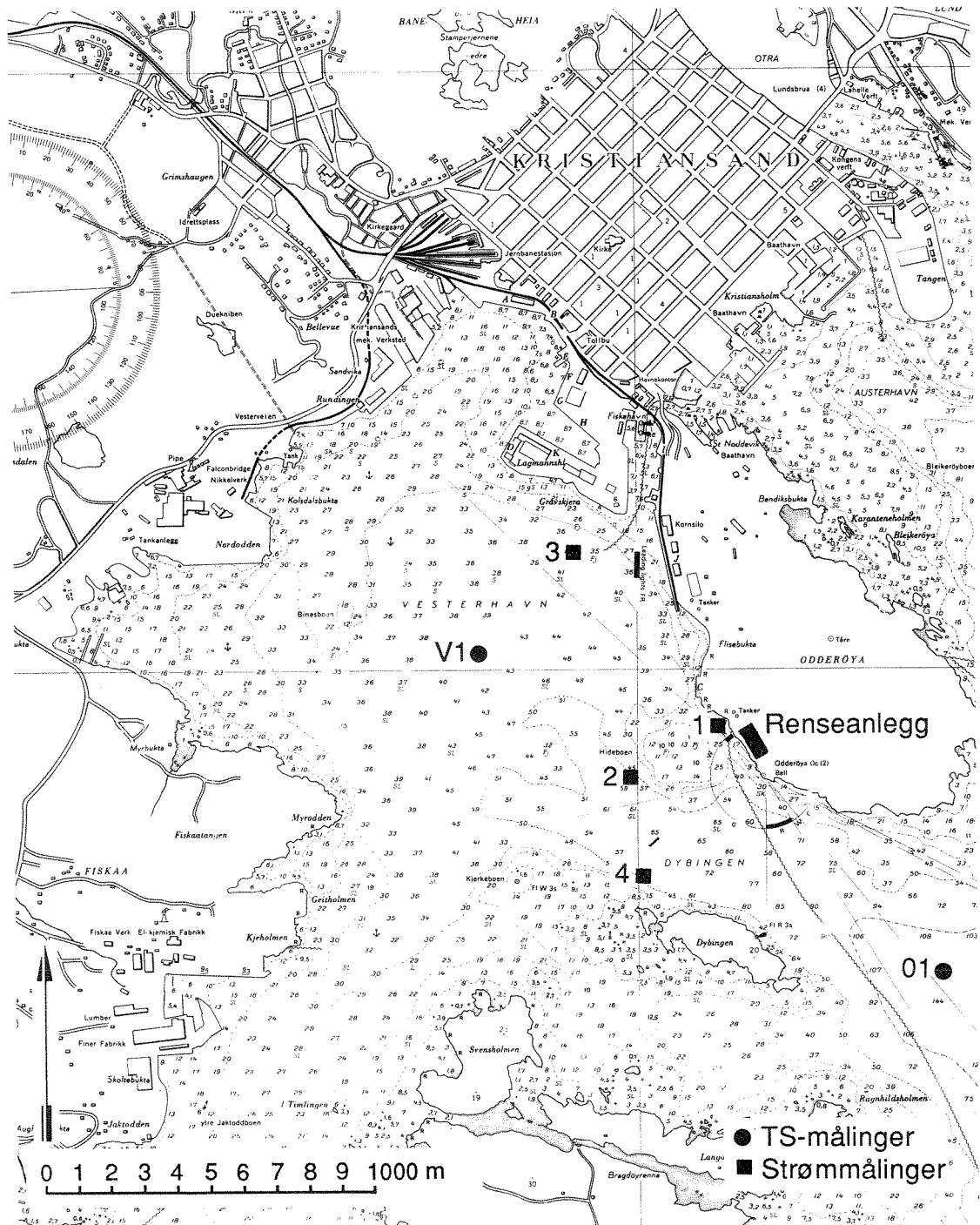


Fig. 2.1 Målestasjoner i Vesterhavnen og Dybingen.

3. RESULTATER.

3.1 Vindforhold.

I fig. 3.1 er den observerte vindretning oppsummert for sektorer på 30 grader. Vi ser at måleperioden var preget av vind fra nordøst - sørøst, med endel vind fra nordvest (330-360 grader).

Figurene 3.2-3.3 viser vindkomponentene langs nord-sør akse og langs øst-vest akse. Vi legger merke til perioden med sterk sør-østlig vind i slutten av oktober. Resultatene vil vi forøvring komme tilbake til i forbindelse med diskusjonen av strømmålingene.

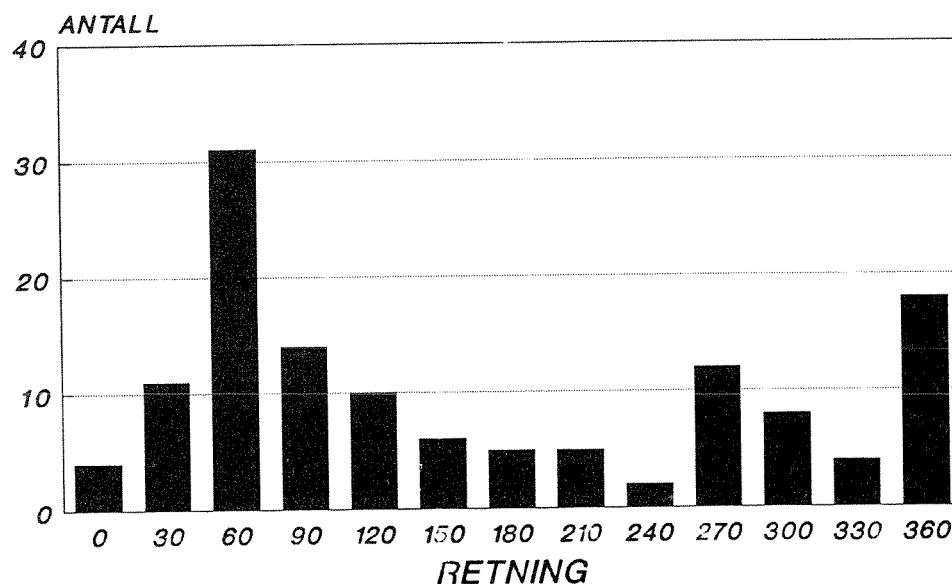


Fig. 3.1. Frekvensfordeling av observert vindretning på Oksøy fyr i tidsrommet 16.10 - 22.11 1990. Antall observasjoner er summert for 30 graders sektorer.

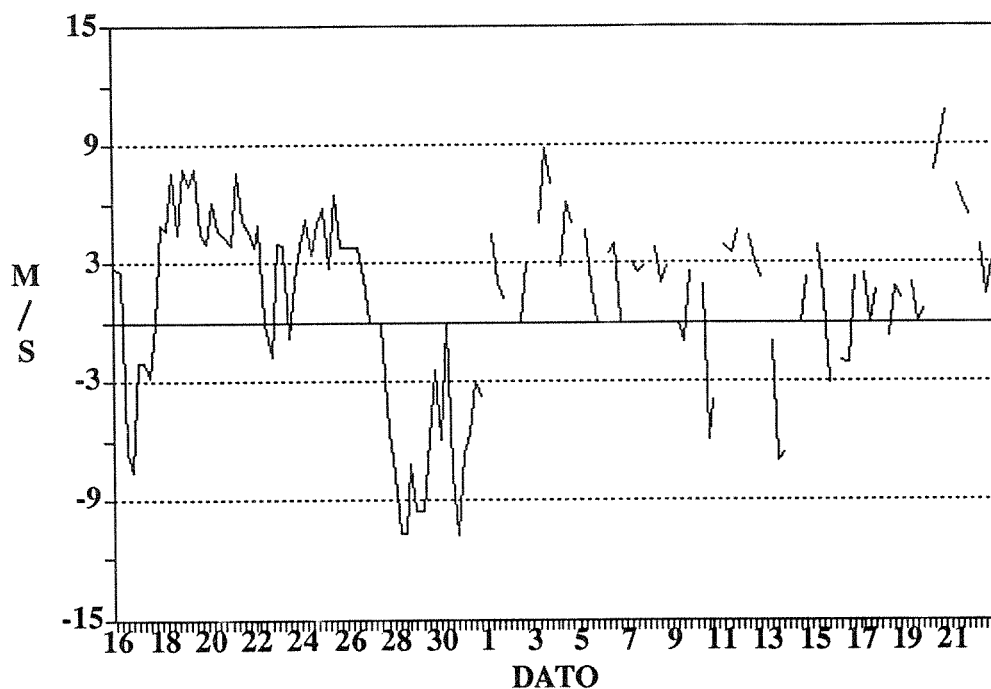


Fig. 3.2 Observert vindhastighet på Oksøy i tidsrommet 16.10 - 22.11 1990. Figuren viser nord-sør komponenten, der vind fra nord regnes som positiv på y-aksen. I november mangler data fra kl. 01.

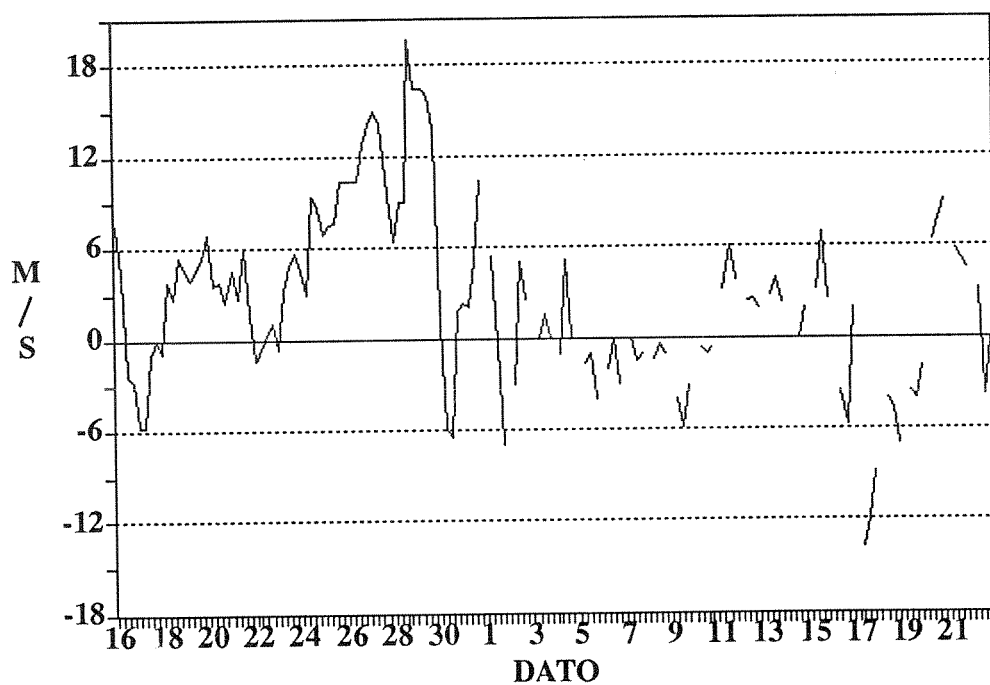


Fig. 3.3 Observert vindhastighet på Oksøy i tidsrommet 16.10 - 22.11 1990. Figuren viser øst-vest komponenten, der vind fra øst regnes som positiv på y-aksen. I november mangler data fra kl. 01.

3.2 Lagdeling

Det ble i alt utført 12 målinger av lagdeling i fjorden. Variasjonene var store, som fig. 3.4 illustrerer. Resultatet betyr at innlagringsdyp og primærfortynning for utslippet fra renseanlegget vil variere mye. Dette behandles nærmere i neste kapittel.

Skiftningene i overflaten, 20 m dyp og 40 m dyp blir også vist gjennom fig. 3.5. Saltholdigheten kan betraktes som en konservativ parameter¹, og resultatene tyder dermed på en oppholdstid i størrelsesorden 2-6 dager.

Fig. 3.6 viser samvariasjonen mellom saltholdighet i 20 m dyp i Vesterhavn og på st. O1 i Kristiansandsfjorden. Målingene ligger på en rett linje (korrelasjonskoeffisient $r^2=0.997$), som viser at vannmassene i Vesterhavn varierer helt i takt med vannmassene på tilsvarende dyp i Kristiansandsfjorden. Dette er også påvist tidligere (Molvær et al., 1988), bekrefter at god utskiftning i Vesterhavns vannmasser.

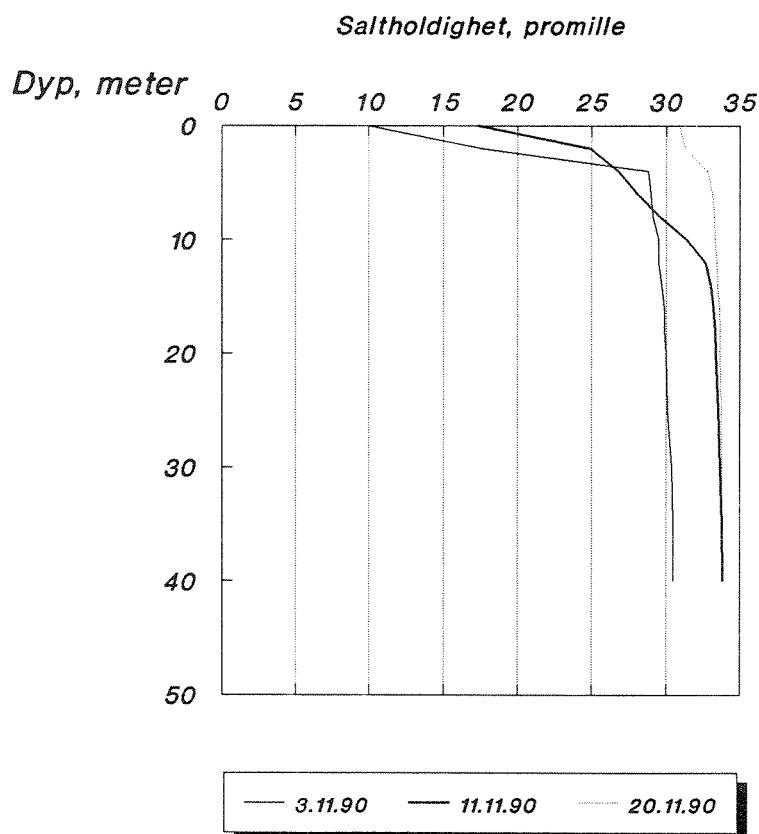


Fig. 3.4 Vertikale saltholdighetsprofiler i Vesterhavn.

¹Størrelse som er konstant for en gitt vannmasse. Endres bare ved tilførsel av nytt vann.

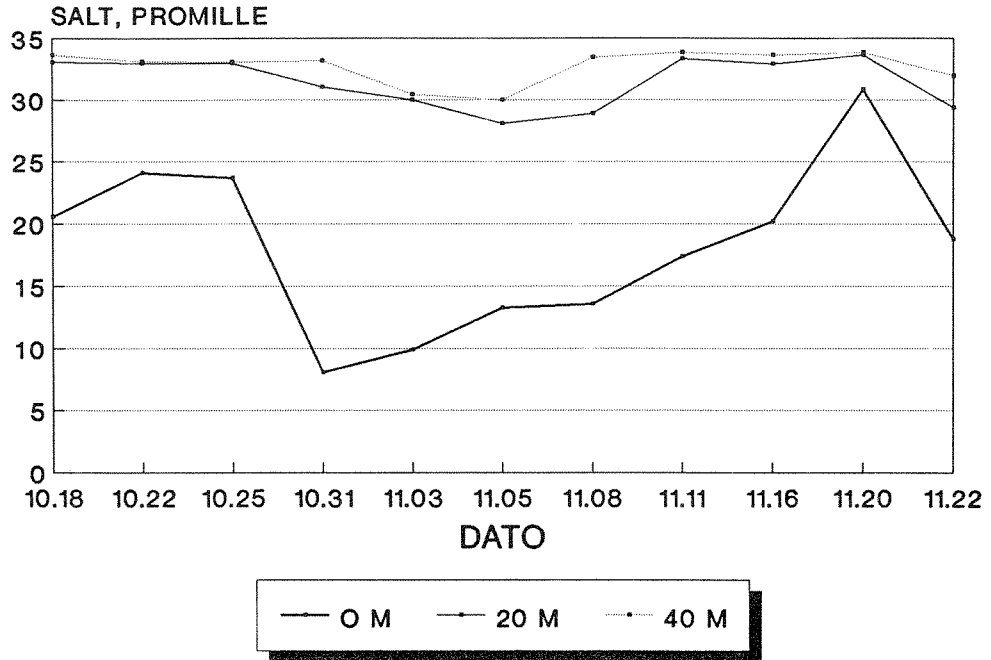


Fig. 3.5 Variasjoner i saltholdighet i overflaten, 20 m og 40 m dyp på st. V1 i Vesterhavn.

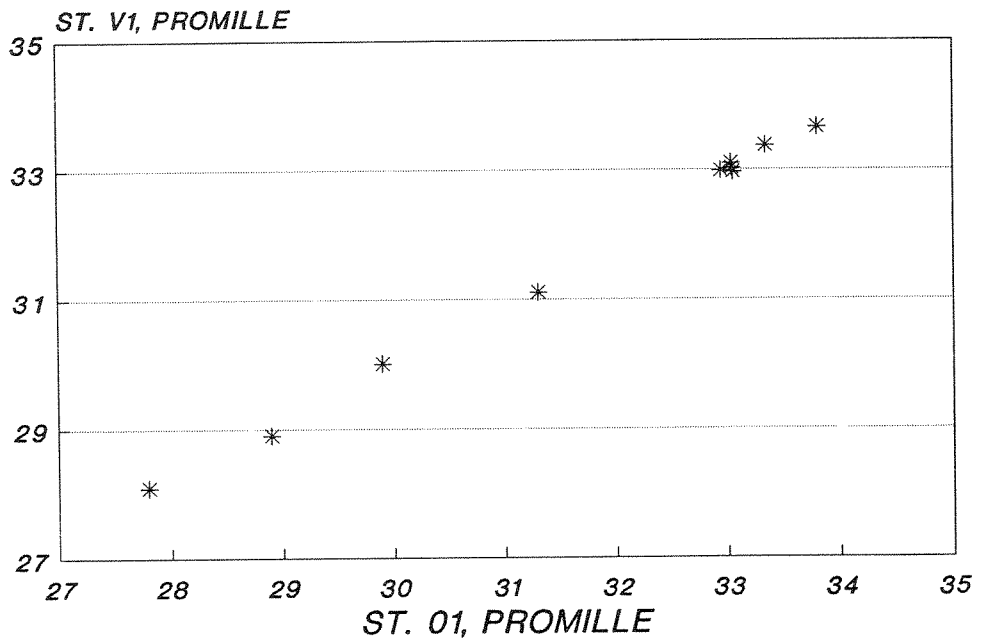


Fig. 3.6 Saltholdighet i 20 m dyp i Vesterhavn og i Kristiansandsfjorden. Variasjoner skjer fullstendig i takt.

3.3 Innlagring og primærfortynning.

Avløpsvann har i praksis samme egenvekt som ferskvann, og er dermed betydelig lettere enn sjøvann. Når avløpsvannet slippes ut på dypt vann i sjøen, vil det derfor begynne å stige mot overflaten mens det raskt blander seg med sjøvann. I et gitt dyp (likevektsdypet) vil egenvekten til det fortynnede avløpsvannet være lik det omkringliggende sjøvannets egenvekt. Strålen av avløpsvann har imidlertid fortsatt en oppadrettet bevegelse, og vil derfor stige noe høyere enn likevektsdypet før det synker tilbake for å innlagres. Innlagringsdypet vil ofte ligge litt høyere enn likevektsdypet. Fortynningen idet avløpsvannet innlagres kalles primærfortynning.

Det er tidligere blitt utført innledende beregninger av innlagringsdyp og primærfortynning for det planlagte utslippet. Man tok utgangspunkt i en vannmengde på 150 l/s og diffusorhull med diameter 15 cm. Beregningene ble utført for 58 tetthetsprofiler fra st. V1 og selve Kristiansandsfjorden fra tidsrommet 1981-84, ved bruk av dataprogrammet NIVA*JETMIX (Bjerkeng og Lesjø 1973, Molvær 1990a). Resultatene er vist i fig.3.7. Dypet som vises er likevektsdypet, og det reelle innlagringsdypet vil som nevnt vanligvis ligge litt høyere i vannsøylen. Variasjonene er store, og man vil i regel få innlagring mellom 30 m og 50 m dyp. Gjennombrudd til overflaten forekom ikke.

Figuren viser også fortynningen i avløpsvannet sentrum. Fortynningen varierer mye takt med innlagringsdypet (høyt innlagringsdyp betyr lang fortynningsdistanse som igjen medfører stor fortynning). Midlere fortynning er 1.5-2 ganger større enn senterfortynningen. Ved innlagring i 30-50 m dyp vil midlere fortynning typisk være ca. 70-250 ganger.

Resultatet av tilsvarende beregninger av innlagringsdyp for de 12 vertikallprofilene som ble målt i oktober-november 1990 er vist i fig. 3.8. Beregningene er utført for utslippsdypene 40 m, 50 m og 60 m. Beregningen for utslipp i 60 m dyp viser samme hovedtrekk som vist i fig. 3.7. Innlagringen for utslipp i 40 m og 50 m dyp ligger oftest betydelig høyere. Tar man i betraktning at avløpsvannet stiger forbi likevektsdypet, før det synker tilbake og innlagres i overkant av dette, er utslipp i 40 m dyp ikke å anbefale av hensyn til algevekst i 0-10 m dyp og hygieniske forhold. Utslipp i 50 m og 60 m dyp gir bedre innlagring.

Utforming av diffusor og valg av utslippsdyp er ikke bestemt ennå. Men de foranstående beregningene tyder på at utslippet må ligge på 50 m dyp - eller dypere. Det vil sikre en innlagring av avløpsvannet som gir de ønskede gunstige effekter mht. redusert algevekst og forbedrede hygieniske forhold i overflatelaget.

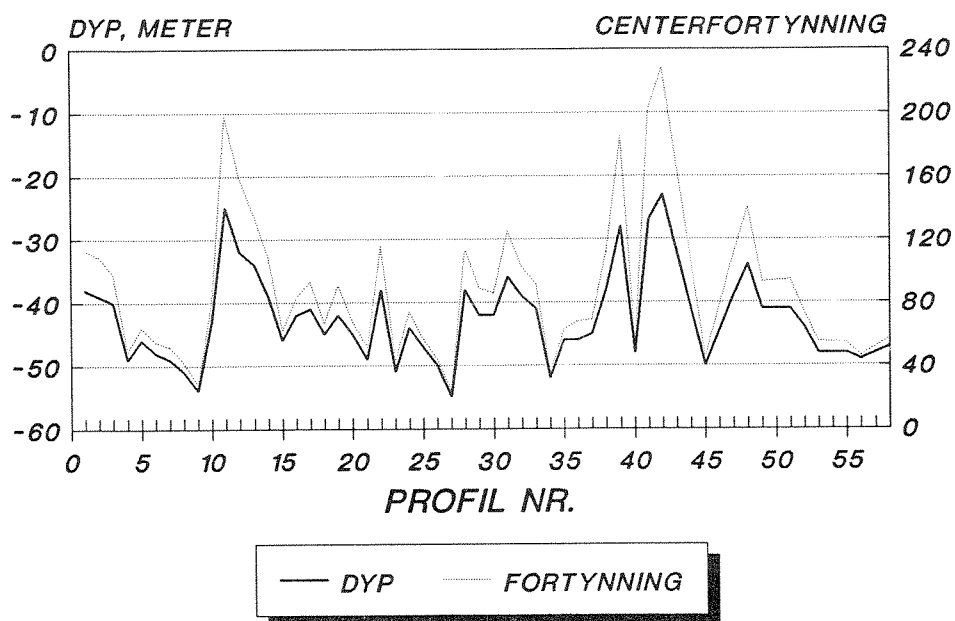


Fig. 3.7 Beregninger av innlagring og primærfortynning for utslipp i 60 m dyp, diffusorhull med diameter 0.15 m og vannmengde 150 l/s. (etter Molvær 1990a).

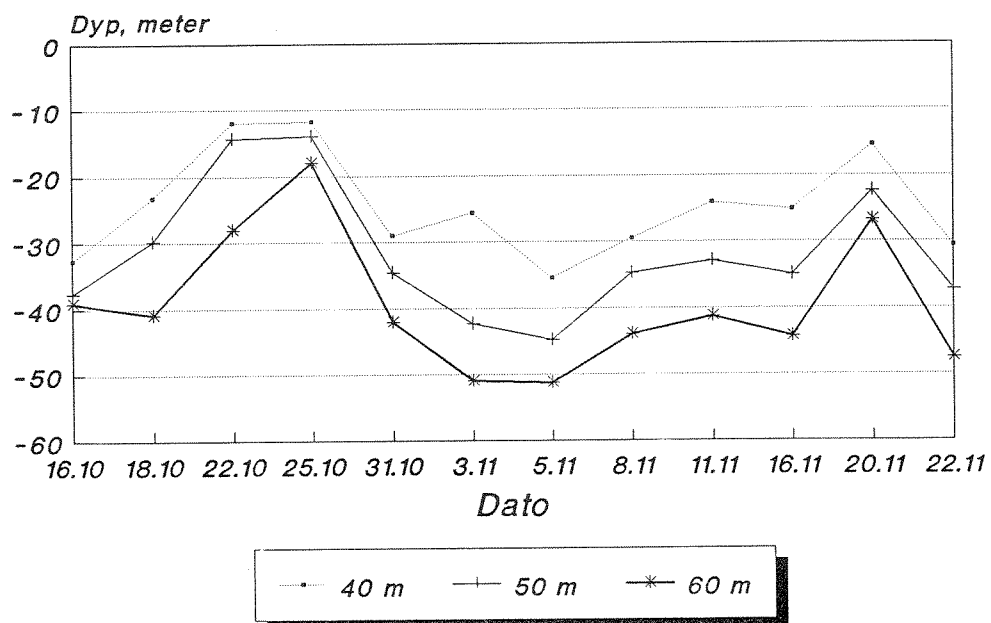


Fig. 3.8 Beregninger av innlagring for utslipp i 40, 50 og 60 m dyp, diffusorhull med diameter 0.15 m og vannmengde 150 l/s. Data fra oktober - november 1990.

3.4 Strømforhold

I foranstående kapittel har vi sett at avløpsvannet oftest vil bli innlagret i ca. 25-50 m dyp. Hensikten med strømmålingene var å få informasjon om hvordan skyen av fortynnet avløpsvann deretter vil spre seg i Vesterhavn.

Resultatene fra de fire målestasjonene utgjør et omfattende materiale, med ca. 5300 registreringer av strømretning, strømhastighet, saltholdighet og temperatur for hver av de seks strømmålerne. Vi vil her presentere resultatene i form av

1. statistiske oppsummeringer av strømretning, strømhastighet og volumtransport.
2. utvalgte tidsserier med sikte på å illustrere spesielle forhold i strømbildet.

De fire stasjonene behandles etter tur (jfr. stasjonskart fig. 2.1).

Stasjon 1, nord for renseanlegg.

Hensikten med målingene her var å undersøke om det på denne siden av Vesterhavn finnes en dominerende strømretning (innover eller utover), eller om strømmens retning og hastighet varierer i takt med det halvdaglige tidevann og mer tilfeldige vindpåvirkning. Fig. 3.9 viser en statistisk oppsummering av resultatene.

Strømbildet er forholdsvis klart. På grunn av topografiene i området, og innvirkning fra tidevann og vind, fordelte strømretningen seg noenlunde jevnt mellom nordvest og sørøst. Midlere strømhastighet fordelte seg noenlunde på samme vis. Av dette følger at vanntransporten viste samme mønster.

Største målte hastighet var ca. 20 cm/s, og for ca. 35% av registreringene var hastigheten større enn 5 cm/s.

Det var altså ingen netto strøm i nordlig retning under de fem ukene målingene foregikk.

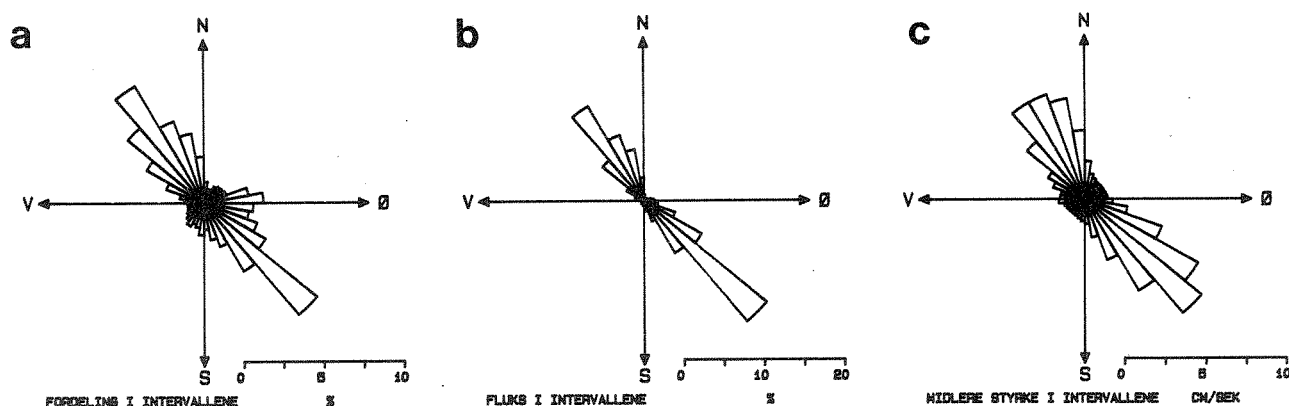


Fig. 3.9 Statistisk oppsummering av målinger i 25 m dyp på st. 1, fordelt på 15 grader sektorer.

- a: Strømretning. Hovedsaklig nordvestlig - sørøstlig.
- b: Fluks eller volumtransport. Som for strømretning.
- c: Midlere hastighet. Litt større hastighet i sørøstlig retning.

Stasjon 2, nordsiden av Dybingen.

Her ble det målt i 30 m dyp og i 40 m dyp. Hensikten var den samme som for st. 1. Den statistiske oppsummeringen er vist i fig. 3.10A,B.

I 30 m dyp viste resultatene noenlunde samme strømbildet som tidligere vist for st. 1. Også her var det en viss dominans av sørøstlig strøm. Største hastighet var 20 cm/s, og ca. 38% av registreringene viste hastigheter over 5 cm/s.

I 40 m dyp var forholdene preget av sørøstlig strøm (fig. 3.10B). Ca. 40% av registreringene viste hastigheter over 5 cm/s. Hastigheten var således jevnt over litt større enn i 30 m dyp, med 38 cm/s som høyeste verdi.

Målingene i 30 m dyp kan også illustrere variasjonene i strømhastighet og vannkvalitet som foregår i Vesterhavn. Vi ser store og raske variasjonene i strømhastighet og retning (fig. 3.11) ofte sammen med tilsvarende variasjoner i saltholdighet. Strømforholdene preges av en kombinasjon av tidevann og vindeffekt. Hva saltholdighet angår, kan denne som tidligere nevnt betraktes som en konservativ parameter, og dermed ofte gi et mål på omfanget av vannutskiftningen. For tidsrommet 5-8.11 er det således klart at vannmassene i Vesterhavn ble skiftet ut med 1-2 døgns mellomrom. Hvilken oppholdstid det var i resten av måleperioden sier ikke dataene noe sikkert om, til det er variasjonene i saltholdigheten for liten. Den anslåtte oppholdstiden samsvarer med konklusjonen fra undersøkelsene i 1981-84 (Molvær et al. 1986).

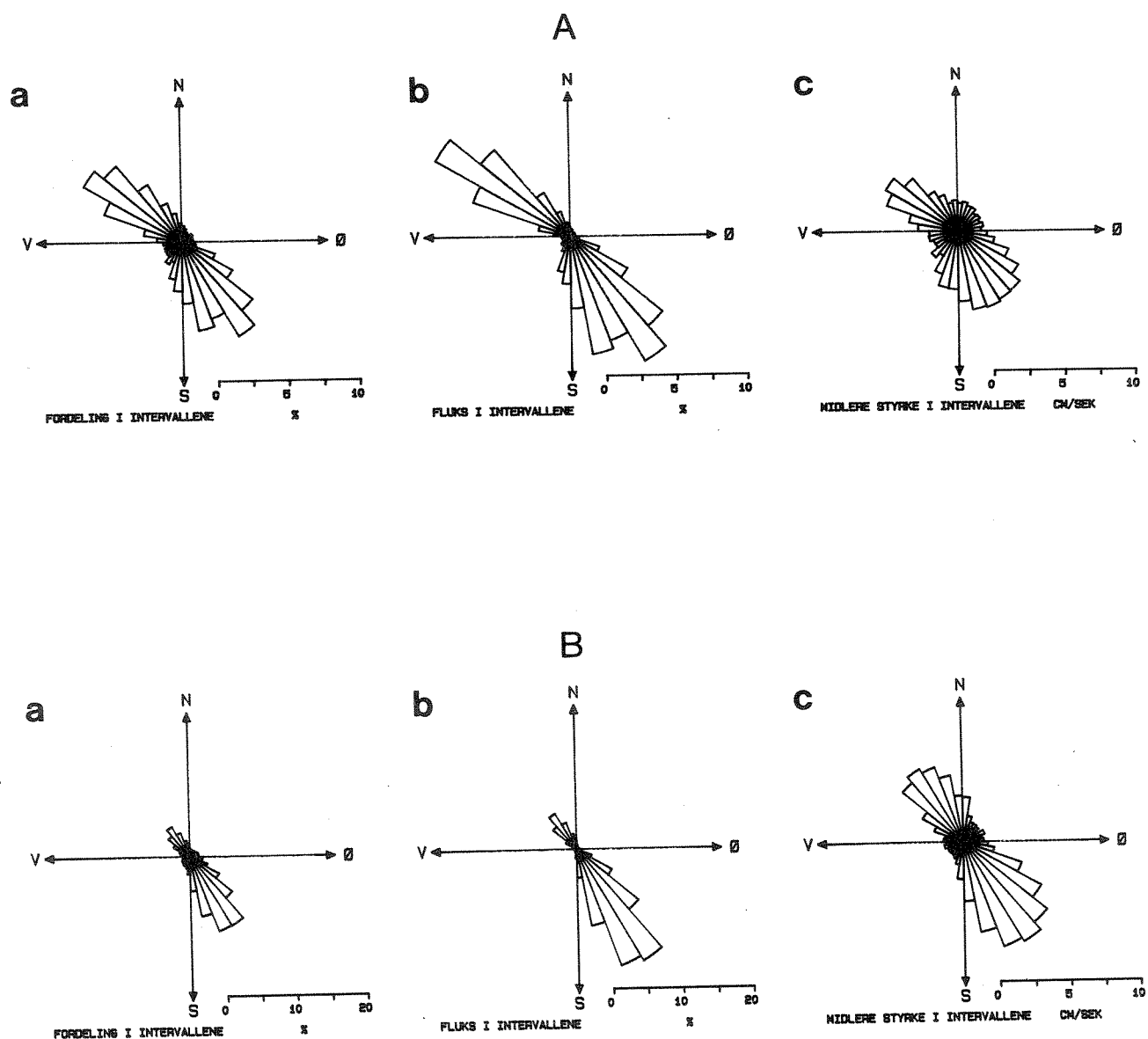


Fig. 3.10 Statistisk oppsummering av strømmålinger på st. 2, fordelt på 15 grader sektorer.

- a: Strømretning.
- b: Fluks eller volumtransport.
- c: Midlere hastighet.

- A: Målinger i 30 m dyp.
- B: Målinger i 40 m dyp.

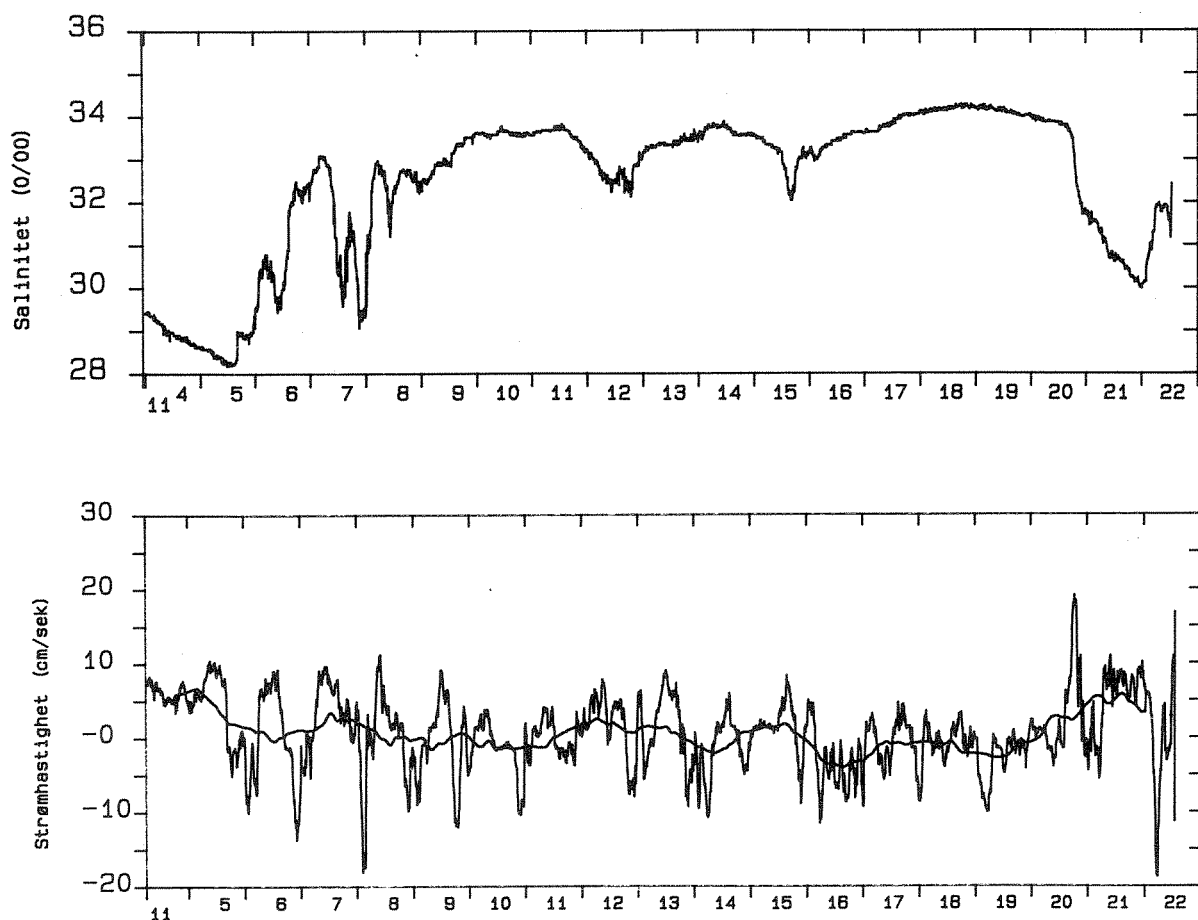


Fig. 3.11. Stasjon 2, 30 m dyp. Målinger av saltholdighet samt strømhastighet i nordvest-sørøstlig retning i tidsrommet 4.-22.11 1990. Halvdaglig tidevann vises tydelig i strømmålingene, som også har med 25-timers glidende middel, der tidevannet er filtrert bort.

Stasjon 3, ved Fiskebryggas vanninntak

Her ble det målt i 30 m dyp og i 40 m dyp. Hensikten var den samme som for st. 1. Den statistiske oppsummeringen er vist i fig. 3.12A,B.

I 30 m dyp viste resultatene helt dominerende strøm i sørøstlig retning under hele måleperioden. Denne "ensrettingen" er et litt overraskende resultat, og må skyldes at den skrånende bunnen lenger nord blokerer for nordgående strøm.

Strømmen var forholdsvis svak. Største hastighet var 19 cm/s, og bare ca. 18% av registreringene viste mer enn 5 cm/s.

I 40 m dyp var det en viss overvekt av sørvestlig strøm, men også ofte strøm i sørøstlig retning. De høyeste hastigheter ble målt med strøm i retningen sørøst - nordvest, og samlet gav dette en viss overvekt av volumtransport mot sørøst.

Man må imidlertid ta i betraktning at strømhastigheten jevnt over var meget liten, og bare ca. 5% av registreringene var over 5 cm/s. Dette tilsvarer en relativt langsom og liten volumtransport - forøvrig i begge måledyp.

Stasjon 4, sørsiden av Dybingen.

Her ble det målt i 30 m dyp. Den statistiske oppsummeringen framgår av fig. 3.13.

Strømbildet er meget likt det som tidligere er vist for st. 2, 30 m dyp (fig. 3.10A). Dominerende strøm- og transportretninger er nordvest - sørøst. Største hastighet var 26 cm/s, og ca. 40% av registreringene viste hastigheter over 5 cm/s.

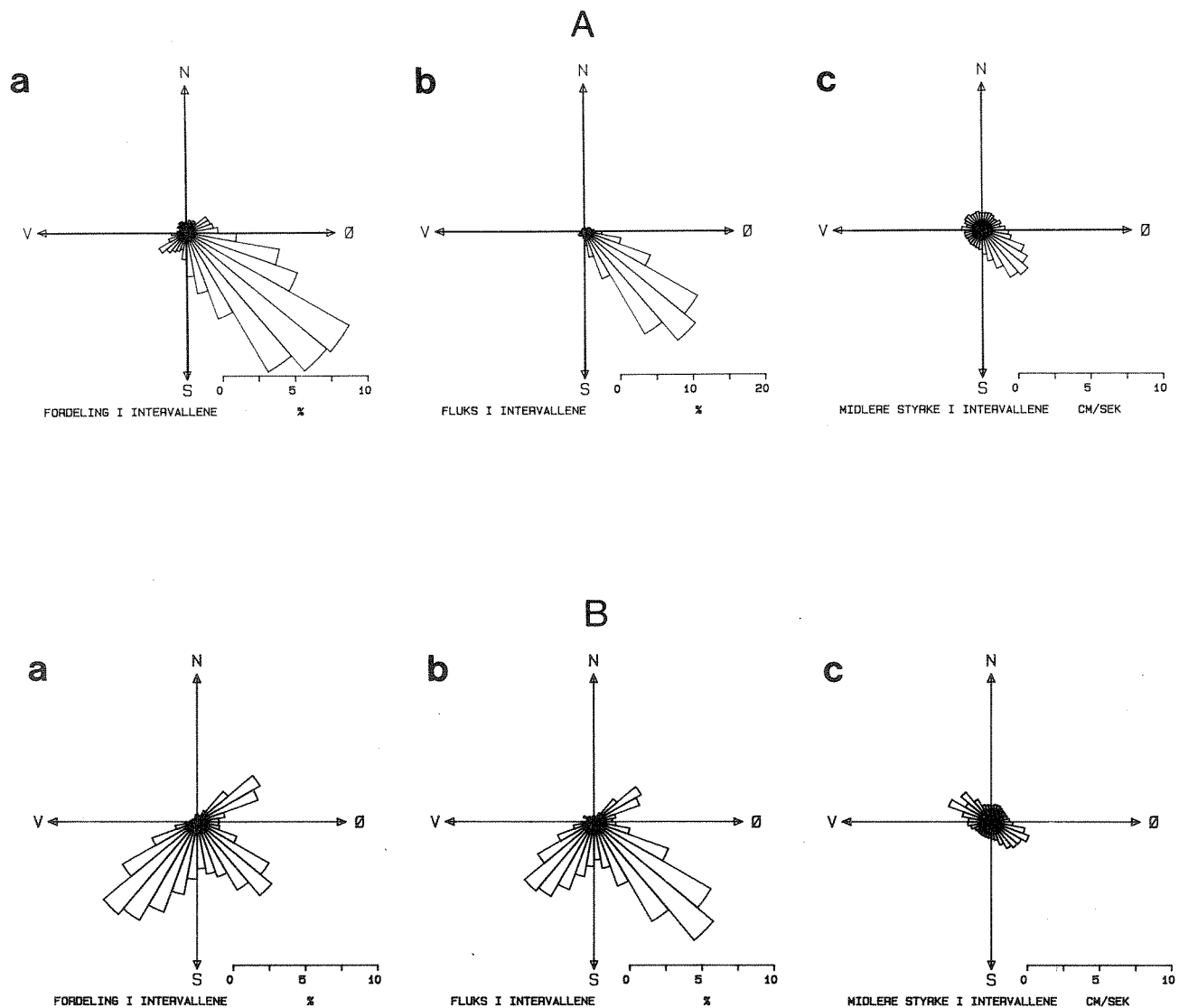


Fig. 3.12 Statistisk oppsummering av strømmålinger på st. 3, fordelt på 15 grader sektorer.

- a: Strømretning.
- b: Fluks eller volumtransport.
- c: Midlere hastighet.

A: Målinger i 30 m dyp.

B: Målinger i 40 m dyp.

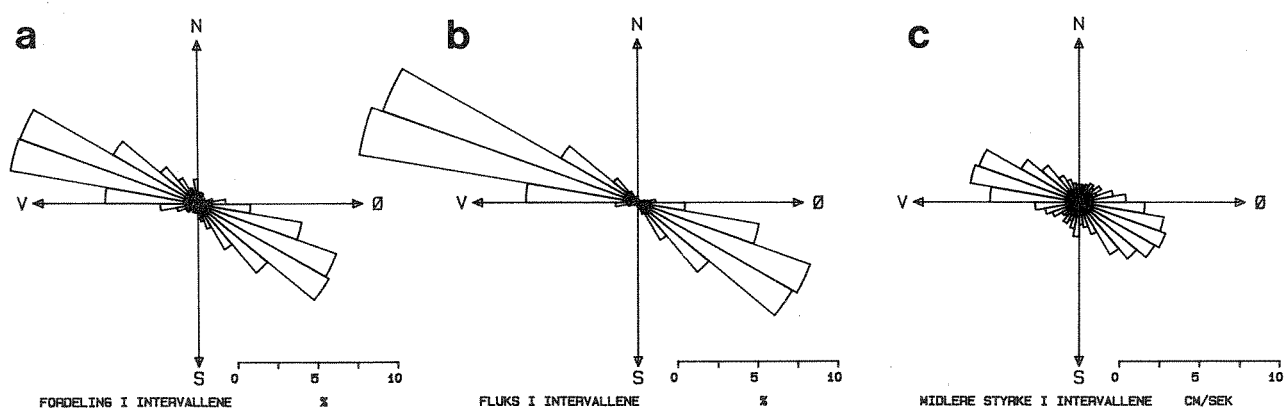


Fig. 3.13 Statistisk oppsummering av strømmålinger i 30 m dyp på st. 4, fordelt på 15 grader sektorer.

- a: Strømretning.
- b: Fluks eller volumtransport.
- c: Midlere hastighet.

4. SAMLET VURDERING AV MILJØEFFEKTER.

4.1 Hygieniske forhold.

Kommunalt avløpsvann inneholder tarmbakterier og virus som kan medføre en hygienisk risiko for mennesker, selv etter at avløpsvannet er kjemisk renset og sterkt fortynnet. I dette kapitlet vil vi kort redegjøre for problemets omfang og vurdere hvordan utslippet vil innvirke på de hygieniske forholdene i området.

Urenset kommunalt avløpsvann vil inneholde størrelsesorden 5 mill. termotabile koliforme bakterier (TKB)/100 ml. Vi vil anta at rensegraden blir 90%, dvs. en konsentrasjon på 500 000 TKB/100 ml etter rensing (Ormerod og Molvær 1983).

I det avløpsvannet kommer i kontakt med sjøvann og fortynnes, vil bakteriekonsentrasjonen raskt avta. De viktigste årsakene til det er:

- fortynning
- sedimentering
- sollyss
- temperatur
- saltholdighet
- beiting fra vannets naturlige mikroflora
- tilgangen på organisk stoff

For en nærmere omtale av de enkelte faktorene henvises til Mitchell and Chamberlain (1975), Ormerod og Molvær (1983) og Lund (1983).

Den samlede effekten av disse faktorene er beregnet etter modellen:

$$C = (C_0/F) * e^{-kT}$$

der: C = konsentrasjon av TKB etter tiden T

C₀ = konsentrasjonen i avløpsvannet ved utslipp

F = fortynningen

k = en konstant som uttrykker den samlede desimering, utenom fortynningen.

Nøkkeltørrelsene er altså tiden T, fortynningen F og desimeringen k. Fortynningen ved forskjellige tidspunkt etter innlagring må vi anslå. Som desimeringskonstant velger vi k=0.22 og k=0.55. Nærmere diskusjon av denne størrelsen er gitt av Molvær (1987). Til sammenligning nevnes at Miljøstyrelsen i Danmark foreslår k=0.42 som generelt retningsgivende (Miljøstyrelsen 1983).

Vi antar følgende fortynning:

Timer:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Fortynn.:	100	150	200	250	300	400	450	500	600	700	800

og sammenfatter resultatene i fig. 4.1. Vi må understreke at beregningene må oppfattes som orienterende, men de illustrere at i skyen av fortynnet avløpsvann vil det være relativt høye konsentrasjoner av TKB selv etter 6-8 timer.

Rent praktisk betyr dette følgende:

1. Avløpsvannet må innlagres på dypt vann.
2. Som følge av rensing og innlagring må man vente at den hygieniske vannkvaliteten i Vesterhavn's overflatelag opprettholdes eller forbedres etter at renseanlegget kommer i drift.
3. Selv om strømmålingene tyder på at skyen av innlagret avløpsvann sjelden vil bli ført direkte helt nord til Fiskebryggas vanninntak, må man regne med kombinasjoner av strømforhold og innlagringsdyp som gjør at det vil iblant vil skje. I slike tilfeller kan konsentrasjonene av TKB bli relativt høye.

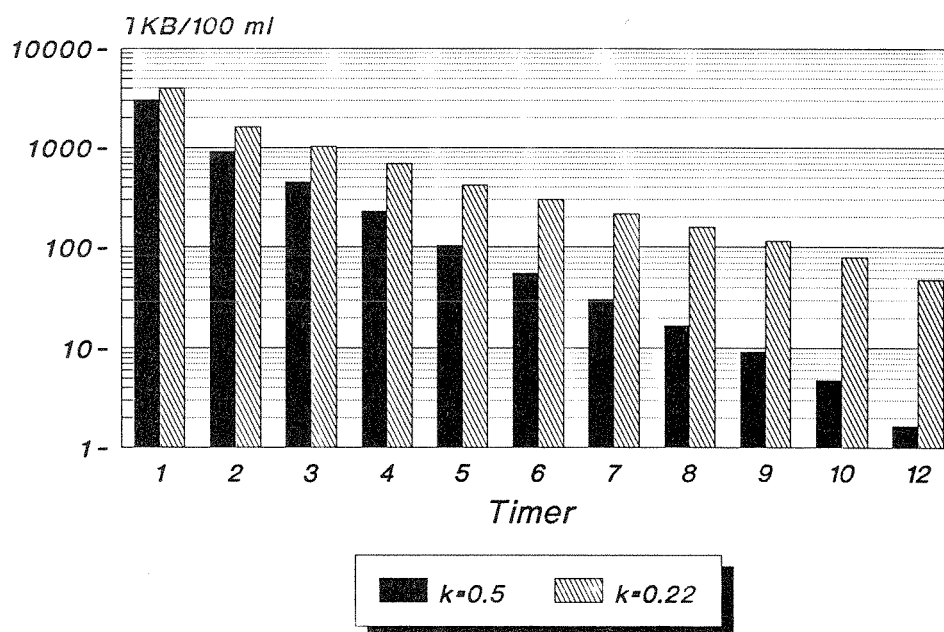


Fig. 4.1 Konsentrasjon av TKB i sentrum av skyen av avløpsvann ved ulike tidspunkt, ulike desimeringskonstanter og ved antatt fortynning.

4.2. Algevekst i vannmassene.

Belastningen av kommunalt avløpsvann til 0-10 m dyp i Vesterhavn og Fiskåbukta ble for 1983-84 beregnet til ca. 70 kgP/døgn og ca. 400 kgN/døgn (Molvær et al. 1986). Siden har belastningen avtall pga. av overføringer til Bredalsholmen renseanlegg og til utslippet ved Tangen. Odderøya renseanlegg vil bli tilført avløpsvann fra ca. 60.000 pe, som urensset utgjør ca. 120 kg P og ca. 720 kg N pr. døgn. Vi antar ca. 90% renseeffekt for fosfor og ca. 20% for nitrogen. Etter rensing vil døgnutslippet da utgjøre ca. 12 kg P og ca. 570 kg N.

Dette avløpsvannet vil normalt bli innlagret dypere enn 20 m. I forhold til situasjonen i første halvdel av 80-tallet betyr dette en meget stor reduksjon av den lokale belastningen på Vesterhavn og Fiskåbukta overflatelag. I forhold til nåværende situasjon vil belastningsendringen bli liten. Man kan videre merke seg at i en så dyptliggende vannmasse vil avløpsvannets innhold av næringsalter dessuten bare i liten grad bli utnyttet av planteplankton og fastsittende alger i Vesterhavn og Fiskåbukta.

Området vil fortsatt bli tilført store mengder næringsalter gjennom vannutskiftningen med utenforliggende vannmasser. I forhold til nåværende situasjon må man imidlertid kunne vente at renseanlegget generelt vil bidra til noe lavere algevekst og dermed bl.a. noe bedre sikt i vannmassene sommerstid - samt en viss forbedring av hygieniske forhold i overflatelaget.

5. LITTERATUR

- Bjerkeng, B. og Lesjø, A., 1973: Mixing of a jet into a stratified environment. PRA 5.7. NIVA-rapport O-126/72. Oslo
- Lund, V., 1983: Overlevelse i vann av mikroorganismer med relasjon til menneskelig helse - et litteraturstudium. Rapport nr. Sk. 10/83. Statens institutt for folkehelse. Oslo.
- Mitchell, R. and Chamberlain, 1975: Factors influencing the survival of enteric microorganisms in the sea: an overview. In: Discharge of Sewage from Sea Outfalls. Ed: A.L.H. Gameson. Pergamon Press. London.
- Miljøstyrelsen, 1983: Vejledning fra Miljøstyrelsen. Vejledning i recipientkvalitetsplanlægning. Del II. Kystvande. København.
- Molvær, J., 1990a: Innledende beregninger av dyputslipp fra Odderøya renseanlegg. Notat. Norsk institutt for vannforskning. 2 sider.
- Molvær, J., 1987: Håsteinfjorden som resipient. Vurdering av vannkvalitet. NIVA-rapport nr. 1973. Oslo. 39 sider.
- Molvær, J., 1990b: Utslipp fra Odderøya renseanlegg, Kristiansand. Vurdering av innlagring, spredning og miljøeffekter. Notat. Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 6 sider.
- Molvær, J., Solheim, H.I. og Kallqvist, T., 1986: Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport V. Vannutskiftning og vannkvalitet. NIVA-rapport nr. 1993. Oslo. 78 sider.
- Ormerod, K. og Molvær, J., 1983: Vurdering av rensekrav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøresipienter. Rapport 6. Hygieniske effekter. NIVA-rapport O-81006-V. Oslo.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1841-6