



O-95078

Miljøforholdene ved utslipp av kommunalt avløpsvann på Østhasselneset, Farsund

Framdriftsrapport

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-95078	Undernr.:
Løpenr.: 3325	Begr. distrib.:

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 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Miljøforholdene ved utslippet av kommunalt avløpsvann på Østhasselneset, Farsund. Framdriftsrapport.	Dato: 2/10-95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Marinøkologisk	
Forfatter(e): Jarle Molvær Tone Jacobsen	Geografisk område: Farsund	
	Antall sider: 21	Opplag:

Oppdragsgiver: Farsund kommune, Teknisk etat.	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

Ekstrakt:

Det er gjort en foreløpig vurdering av miljøforholdene ved utslippet av kommunalt avløpsvann på Østhasselneset. Strømmålinger tyder på en hovedsakelig østlig strøm nær land. Observasjonene i de biologiske undersøkelsene viser at hele strekningen fra utslippspunktet og østover til selve tuppen av Østhasselneset er påvirket av utslippet. Vestover er effektene mer begrenset. Målingene av termotolerante koliforme bakterier i strandsonen viser iblant tydelige kloakkvannspåvirkning, med en vannkvalitet klassifisert som "Mindre Eget" eller "Ikke Eget" til bading. Ved økning til ca. 16400 pe. kan man vente at vannkvaliteten mht. bading og friluftsliv i strandsonen forringes ytterligere i en avstand på 2 - 3 km fra utslippet, oftest i østlig retning. Uten noen form for rensing vil også utbredelsen av farget/grumset vann, nedslamming med partikler, samt biologiske effekter øke tilsvarende.

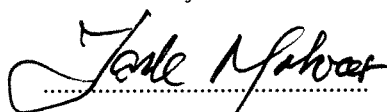
4 emneord, norske

1. Farsund
2. Badevannskvalitet
3. Gruntvannssamfunn
4. Spredningsmodell

4 emneord, engelske

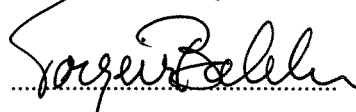
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder



Jarle Molvær

For administrasjonen



Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2858-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO/GRIMSTAD

O-95078

MILJØFORHOLDENE VED UTSLIPPET AV

KOMMUNALT AVLØPSVANN PÅ ØSTHASSELNESET, FARSUND

FRAMDRIFTSRAPPORT

Oslo/Grimstad, 2.10 1995

Jarle Molvær

Tone Jacobsen

FORORD

Den foreliggende framdriftsrapport fra undersøkelser av miljøforholdene omkring utslippet av kommunalt avløpsvann utenfor Østhasselneset på Lista er utarbeidet for Farsund kommune, Teknisk etat, i henhold i kommunens brev av 20.1 1995, NIVAs tilbud av 14.2 1995 samt senere samtaler. Undersøkelsen ble avsluttet i august/september 1995 og avsluttende rapport skal foreligge vinteren 1996.

Utslippet på Østhasselneset ligger i strandsonen. Spesiell vekt legges derfor på betydningen av utslippet mht. vannhygieniske forhold samt flora og fauna i strandsonen.

Den biologiske undersøkelsen ble utført i begynnelsen av juli 1995, og resultatene er ikke ferdig bearbeidet. Det som framlegges i denne rapporten er derfor hovedinntrykkene og foreløpige vurderinger. I tilknytning til den biologiske undersøkelsen, ble også 4 stasjoner i Byfjorden utenfor Farsund by undersøkt. Etter avtale med kommunen er også førsteinntrykket fra disse stasjonene inkludert i denne rapporten.

Ved Farsund kommune har tekniker Stanley Larsen bidratt til planleggingen av feltarbeidet, og har dertil hatt ansvaret for innsamling av prøver til de vannhygieniske undersøkelsene. Dette er utført på en førsteklasses måte, og han takkes for godt samarbeid.

Tone Jacobsen ved NIVAs avdeling i Grimstad har utført undersøkelsen av flora og fauna i strandsonen, mens Jarle Molvær ved NIVA, Oslo, har hatt ansvaret for undersøkelsen av hydrofysiske og vannhygieniske forhold samt ivaretatt prosjektledelsen.

Oslo, 2. oktober 1995

Jarle Molvær

INNHOOLD

	Side:
FORORD	1
SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	4
1.1 Beskrivelse av utslippet ved Østhasselneset	4
1.2 Formål med undersøkelsen	4
2. STRØMMÅLINGER UTENFOR ØSTHASSELNESET	5
2.1 Metodikk	5
2.2 Resultater	5
3. MÅLINGER AV TERMOTOLERANTE BAKTERIER UTENFOR ØSTHASSELNESET	11
3.1 Metodikk	11
3.2 Resultater	11
4. STRANDSONEUNDERSØKELSE VED BYFJORDEN OG ØSTHASSELNESET	13
4.1 Metodikk	13
4.2 Resultater	13
4.3 Utvikling i Byfjorden fra 1990-1995	16
4.4 Foreløpige konklusjoner	18
5. VURDERING AV FRAMTIDIGE UTSLIPPSØKNINGER	18
5.1 Metodikk og data	18
5.2 Resultater	18
6. LITTERATUR	21

SAMMENDRAG

Det er gjort en foreløpig vurdering av miljøforholdene ved utslippet av kommunalt avløpsvann på Østhasselneset. Ferdig rapport skal foreligge vinteren 1996.

Vurderingene er basert på undersøkelser av strømforholdene utenfor Østhasselneset, målinger av termotolerante koliforme bakterier nær utslippet og henholdsvis øst og vest for dette, samt en undersøkelse av flora og fauna i strandsonen. Videre er gjort teoretiske beregninger og vurderinger av vannkvaliteten i strandsonen ved utslipp av 6500 pe og 16400 pe. Beregningene forutsetter utslipp i strandsonen og at evt. behandling av avløpsvannet (rister, sil) ikke merkbart reduserer konsentrasjonen av bakterier.

De biologiske undersøkelsene omfattet også 4 stasjoner i Byfjorden, som også omtales i denne rapporten. Med forbehold om at dette ikke er den endelige rapporten, er hovedkonklusjonene som følger:

1. *Strømmen i ca. 300 m avstand fra land utenfor utslippet var i hovedsak rettet sør-sørøstover, men i perioder var retningen vestlig. Årsaken kan være at sterk vestgående strøm (Den Norske Kyststrømmen) lenger fra land setter opp en bakevje med overveiende østgående strøm nær land ved Østhasselneset og noe videre vestover.*
2. *En foreløpig gjennomgang av observasjonene ved de biologiske undersøkelsene tyder på at strekningen fra utslippspunktet og østover til selve tuppen av Østhasselneset er påvirket av utslippet. Vestover var effektene mer begrenset.*

I Byfjorden kan resultatene tyde på en svak negativ utvikling for stasjonene på Fisholmen og Florida, men dette vil bli nærmere vurdert i sluttrapporten fra undersøkelsen.

3. *Målingene av termotolerante koliforme bakterier i strandsonen på Østhasselneset tyder på svært varierende tilstand. Til tider kan kloakkvannspåvirkningen være markert, med en vannkvalitet som er Mindre Egnert eller Ikke Egnert til bading.*
4. *Utbredelsen av bakterier ved ulike størrelser av kloakkutslippet og ulike strømforhold er simulert ved bruk av en modell. Beregningene bygger på usikre antakelser om blanding og strømhastighet helt nær land, men illustrerer likevel at slike utslippøkninger vil markert forverre vannkvaliteten i området. Særlig gjelder dette ved økning til ca. 16400 pe. Med realistiske strømhastigheter kan man vente at vannkvaliteten mht. bading og friluftsliv i strandsonen til tider forringes sterkt i en avstand på 2-3 km fra utslippet, oftest i østlig retning.*

Uten noen form for rensing vil også utbredelsen av farget/grumset vann, nedslamming med partikler samt biologiske effekter øke tilsvarende.

1. INNLEDNING

1.1 Beskrivelse av utslippet ved Østhasselneset

Utslippet på Østhasselneset er på 2600 pe, som ledes ut i strandsonen uten noen form for rensing. Utslippspunktet er vist på fig. 1.1. Innen 30.6.97 vil utslippet øke til ca. 6500 pe ved at Vestbygda rensedistrikt kobles til.

I tillegg vurderer kommunen overføring av alt avløpsvann fra Farsund-Lista området (ca. 16400 pe) til Østhasselneset. Også for dette alternativet vil utslippet foregå i strandsonen.

1.2 Formål med undersøkelsen

Denne undersøkelsen skal omfatte følgende:

- Registrering av virkninger av dagens utslipp (2400 pe).
- Vurdering av forventet miljøtilstand ved utslipp av henholdsvis 6500 pe og 16400 pe.

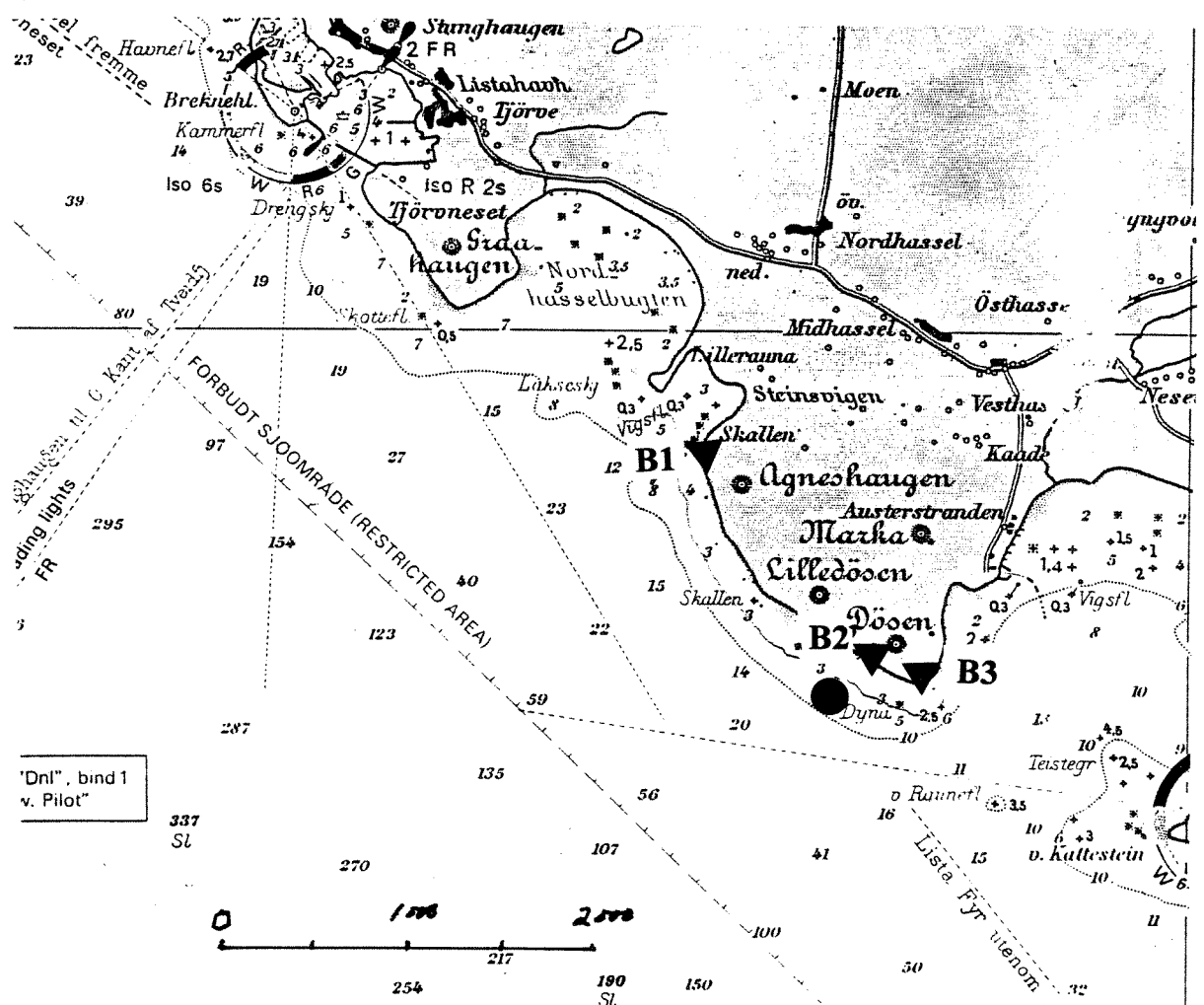


Fig. 1.1 Østhasselneset og prøvetakingsstasjoner (fra sjøkart nr. 11)

- : strømmåler
- ▼ : målinger av bakterier

2. STRØMMÅLINGER UTENFOR ØSTHASSELNESET

2.1 Metodikk

For å beskrive strømforholdene (retning og hastighet) nær land ved Østhasselneset ble det 4.5 1995 plassert en selvregistrerende strømmåler av typen Aanderaa RCM4 i ca. 2 m dyp litt vest for stedet hvor det kommunale avløpsvannet slippes ut (fig. 1.1). Med 10 minutters intervall registrerte måleren strømretning, strømhastighet, temperatur og saltholdighet. Målingene ble avsluttet 22.5 1995, etter 2586 registreringer.

Bunddypet var 8 m og avstanden til land ca. 300 m. Dette er lang avstand for bedømmelse av spredning ut fra et utslipp i strandsonen, men man anså det uforsvarlig å gå lenger inn av hensyn til manøvrering av båten i nærheten av store steiner og risiko for tap av instrument hvis dette havnet i området der bølgene brøt på grunt vann.

Ved utplassering og innhenting av denne strømmåleren ble det satt ut tre strømkors på linje ut fra land. Midtre kors ble satt ut ved strømmåleren. Korsene ble plassert i 1 m dyp, og fikk drive med strømmen i ca. 1 time før de ble tatt opp.

2.2 Resultater

Strømmåler

Fig. 2.1 viser målingene av strømhastigheten. Gjennomsnittlig hastighet var 17.3 cm/s, med 56.3 cm/s som største hastighet. Fig. 2.2 sammenfatter målingene, og vi ser at for ca. 1/3 av målingene var hastigheten over 20 cm/s.

Fig. 2.3 kombinerer målinger av strømretning og strømhastighet hvert 10 minutt i et såkalt progressivt vektordiagram som viser strømbanen i mot akser i nord- syd og øst-vest. I hovedsak har vannmassen i 2 m dyp beveget seg i sør-sørøstlig retning, med unntak for en tredagers periode omkring 8. mai. Det samme sees av figur 2.4, som sammenfatter målingene og fordeler fluksen i sektorer på 15°.

På bakgrunn av at den norske kyststrømmen vanligvis går vestover utenfor Lista, er det noe overraskende at sør-sørvest var den dominerende strømretningen der målingene foregikk. Vi har så langt ikke grunnlag for å avgjøre om måleperioden var unormal hva vind- og strømforhold angår. Dette vil bli nærmere vurdert i sluttrapporten. Men foreløpig kan det se ut til at den overveiende vest-nordvestgående kyststrømmen utenfor Lista, medfører at det ved Østhasselneset ofte dannes en bakevje nær land.

Strømkors

Fig. 2.5a,b skisserer hvordan strømkorsene beveget seg den 4.5.95 (kl. 1050-1220) og 22.5.95 (kl.0830-0930). Begge dager var det nærmest vindstille med smul sjø. Retningen er i samsvar med resultatene fra den selvregistrerende strømmåleren (jfr. fig. 2.3). Den 4.5 var gjennomsnittlig hastighet 30-35 cm/s, mens strømhastigheten den 22.5 var ca. ca. 3-10 cm/s, svakest nærmest land.

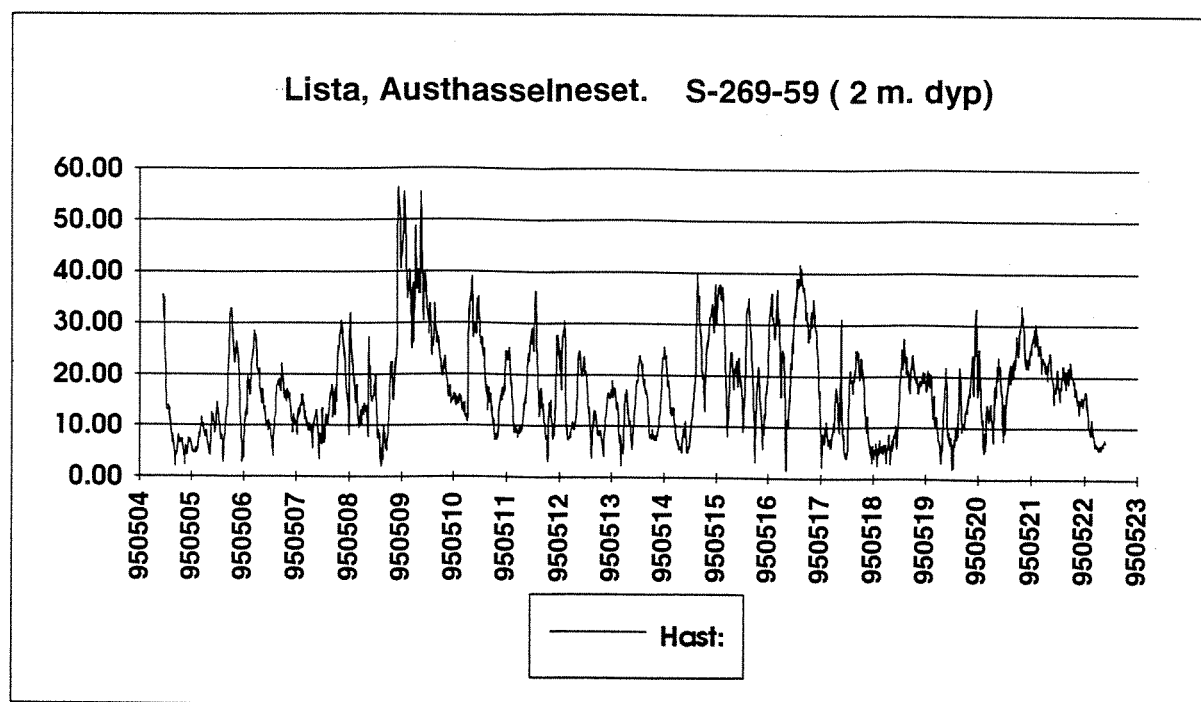


Fig. 2.1 Målinger av strømhastighet (cm/s) i 2 m dyp utenfor Østhasselneset.

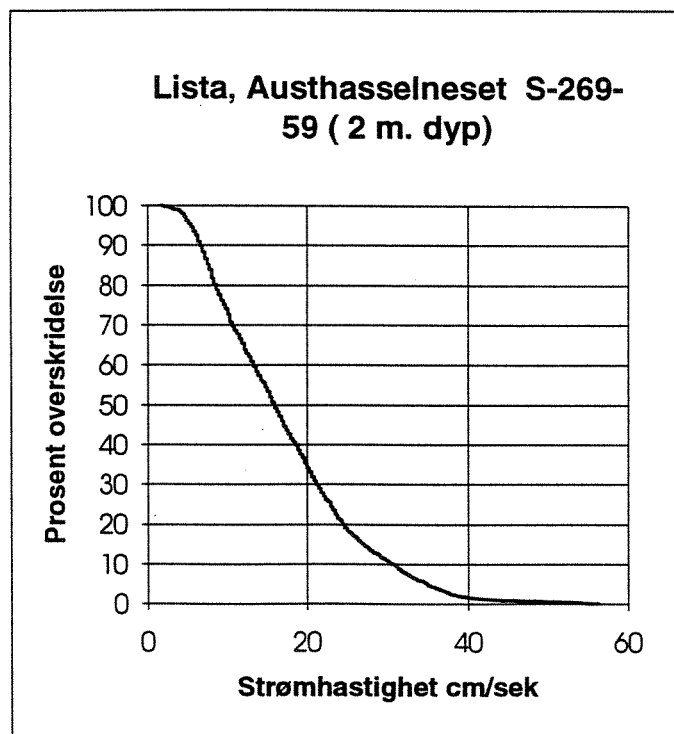


Fig. 2.2 Statistisk fordeling av strømhastigheten i 2 m dyp.

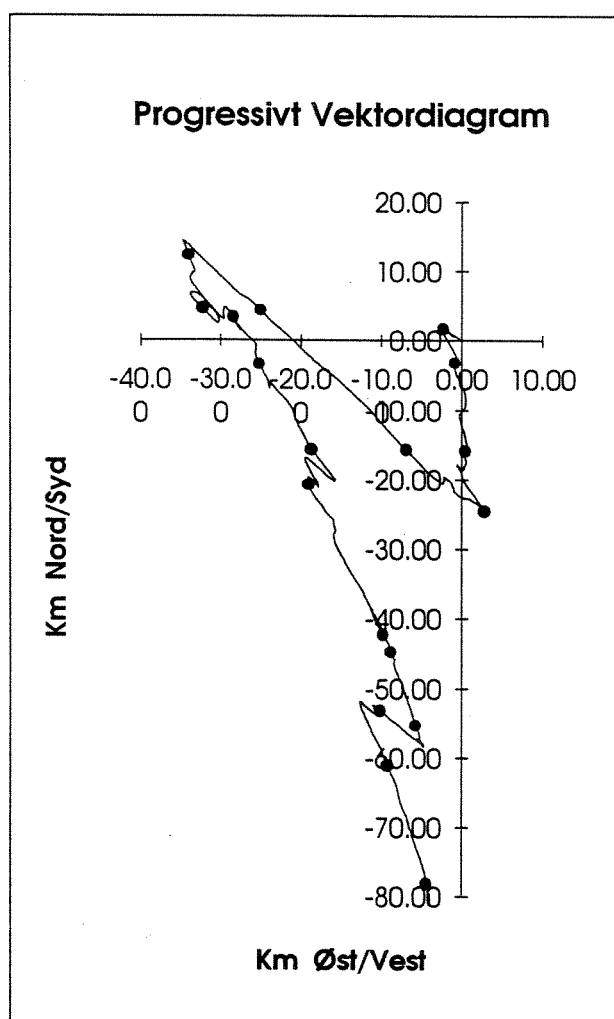


Fig. 2.3 Retning og hastighet for strømmen i 2 m dyp utenfor Østhasselneset, framstilt som progressivt vektordiagram. Målingene startet i koordinatene 0,0 og posisjonen for hvert døgn er markert med svart prikk.

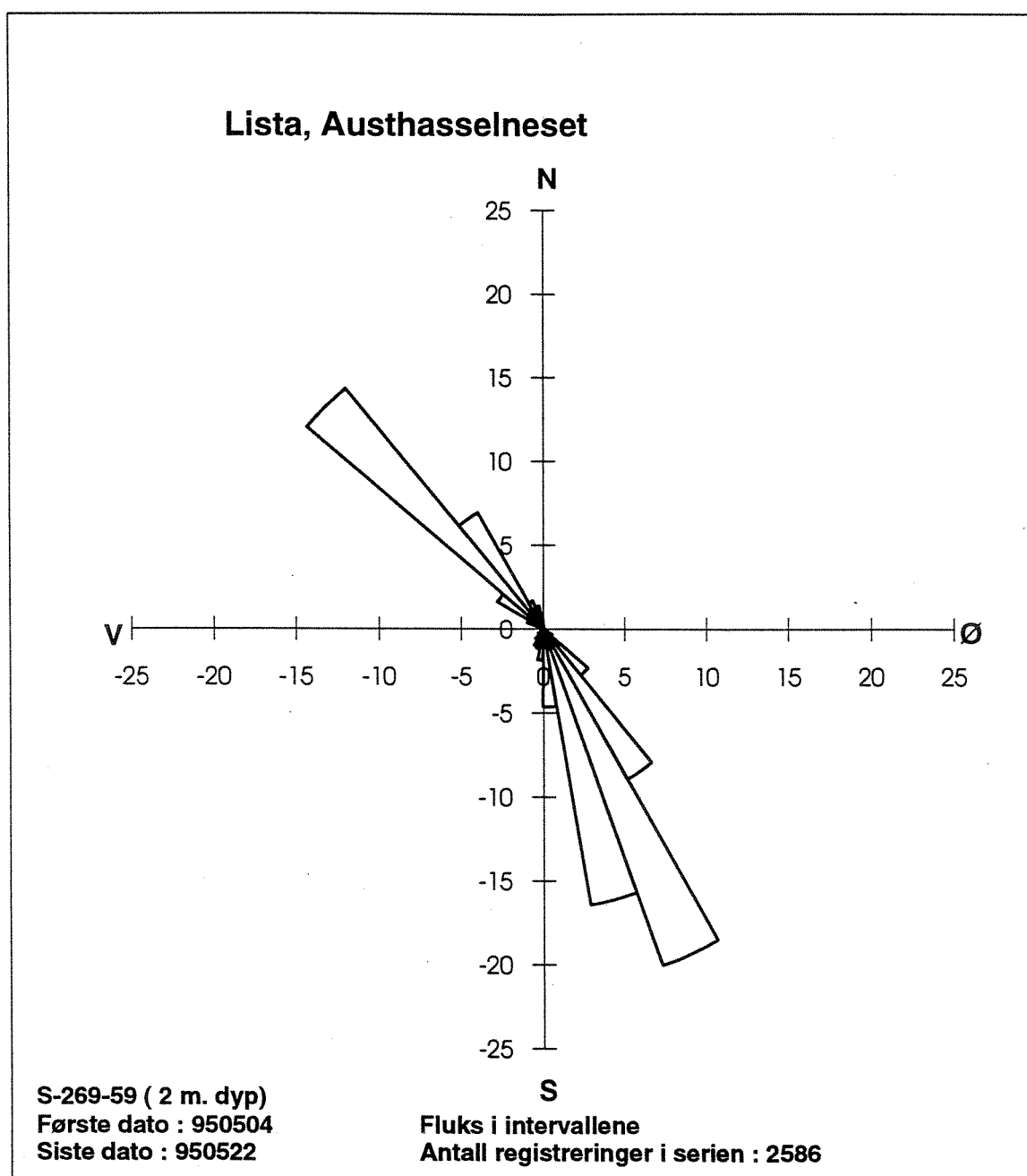


Fig. 2.4 Vannfluks i 2 m dyp utenfor Østhasselneset fordelt på 15° sektorer.

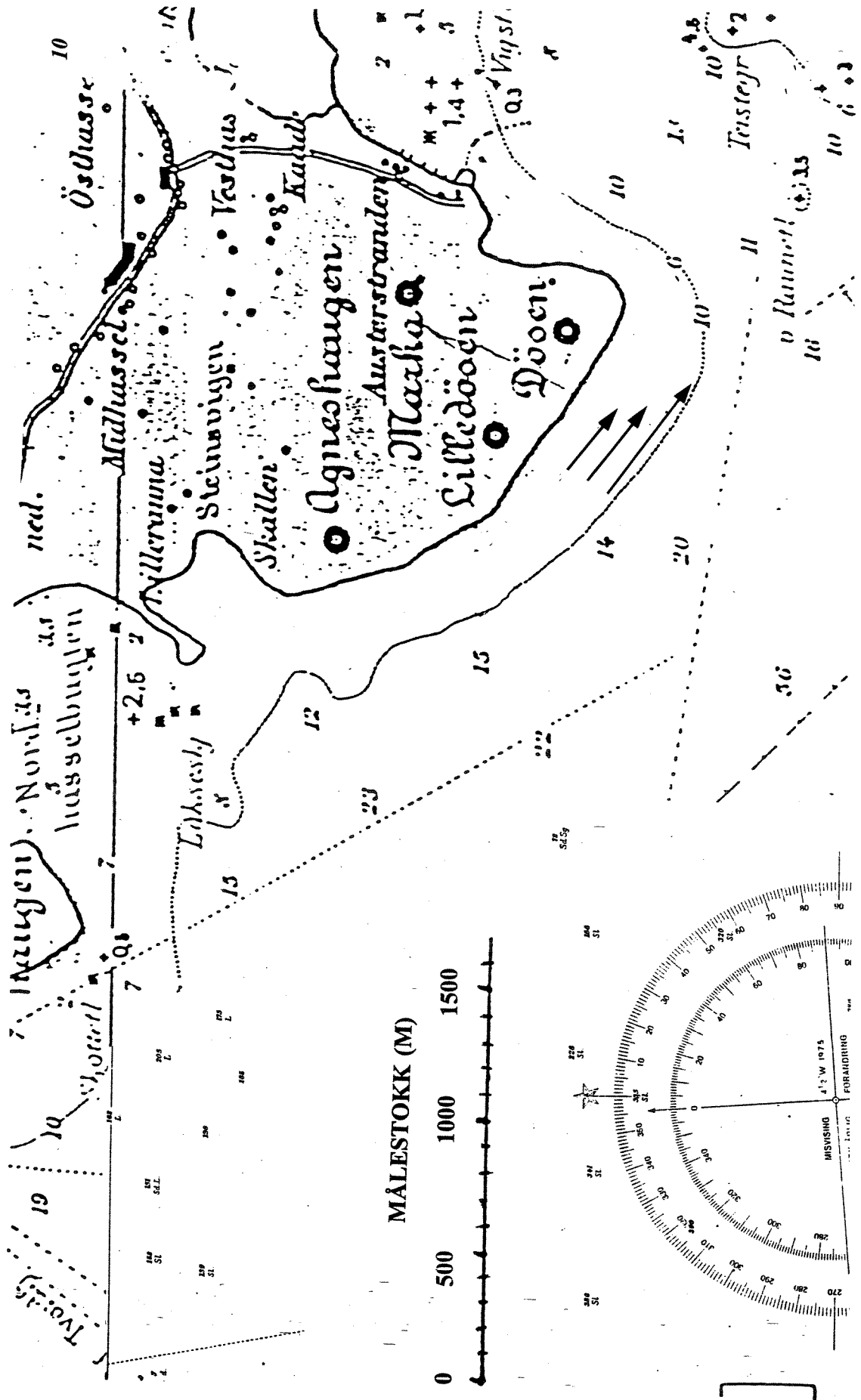


Fig. 2.5b Hovedtrekkene fra målinger med strømkors i 1 m dyp den 22.5 1995. Pilene illustrerer retningen, men gir ikke nøyktig distanse. Strøm mot øst. Minst hastighet nærmest land.

3. MÅLINGER AV TERMOTOLERANTE BAKTERIER UTENFOR ØSTHASSELNESET

3.1 Metodikk

Prøver for analyse mht. innhold av termotolerante koliforme bakterier (TKB) ble innsamlet fra ca. 0.5 m dyp på tre stasjoner (fig. 3.1) ved 10 tidspunkt i tiden 19.6-21.8.95. Stasjon B2 ligger ca. 30 m øst for selve utslippspunktet. Prøvene ble tatt av Farsund kommune, Teknisk etat, og samme dag brakt til Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder, avd. Kvinesdal, for analyse.

Til grunn for vurderingen av analyseresultatene legger vi SFTs veileder mht. virkninger av tarmbakterier (Baalsrud 1994), som tabell 3.1 bygger på.

Tabell 3.1 *Klassifisering av egnethet for friluftsbad og rekreasjon. Termotolerante koliforme bakterier/100 ml (90-persentiler).*

Klasse 1 Godt egnet	Klasse 2 Egnet	Klasse 3 Mindre egnet	Klasse 4 Ikke egnet
-	<100	100-1000	>1000

Betegnelsen 90-persentiler i tabellen skal forstås slik at 90% av konsentrasjonene for en tidsperiode skal ligge under de gitte grensene. De øvrige 10% skal ligge innen neste tilstandsklasse.

3.2 Resultater

Analyseresultatene for 10 prøver er gitt i tabell 3.2.

Tabell 3.2. *Konsentrasjon av termotolerante bakterier (antall pr. 100 ml) ved land nær kloakkutslippet på Østhasselneset, og henholdsvis øst og vest for utslippet. For plassering av stasjonene B1-B3, se figur 1.1.*

Dato	St. B1	St. B2	St. B3
19.6.95	0	>3000	0
26.6.95	0	3	0
3.7.95	1	16	1
10.7.95	0	0	0
17.7.95	65	5	5
24.7.95	>300 ¹	200	70
31.7.95	0	1	0
7.8.95	3	0	4
14.8.95	15	450	29
21.8.95	0	5	4

¹ Mindre følsom metode enn for prøven fra B2 den 19.6.95.

Variasjonene fra gang til gang var store, noe som er vanlig ved denne type målinger. Stasjon B2 kommer i vannkvalitetsklasse 4, mens stasjon B3 er i klasse 2. Også stasjon B1 kommer i klasse 2 om man forutsetter at konsentrasjonen den 24.7.95 ikke var høyere enn 1000 TKB/100ml. Var den høyere, vil stasjonen komme i klasse 3.

4. STRANDSONEUNDERSØKELSE VED BYFJORDEN OG ØSTHASSELNESET

4.1 Metodikk

I Byfjorden ble det foretatt registrering på fire av ialt 10 tidligere undersøkte stasjoner. De fire stasjonene er Urøy, Fisholmen, Florida og Klubben. Alle stasjonene ble undersøkt i 1990 og 1991, og tre av stasjonene (Urøy, Fisholmen og Klubben) ble dessuten prøvetatt i 1972.

På Østhasselneset ble tre stasjoner med ulik avstand til det kommunale utslippet prøvetatt (se fig. 4.1). Stasjonene ble lagt til lokaliteter med store, stabile stein i mangel av fast fjell. Ingen av stasjonene er undersøkt tidligere.

Tabell 4.1. Stasjonsoversikt for Byfjorden (F) og Østhasselneset (Ø)

	Stasjon	Nordlig koordinat	Østlig koordinat
F1	Urøy	58°04.4'	6°50.5'
F3	Fisholmen	58°05.2'	6°49.1'
F4	Florida	58°05.2'	6°47.9'
F7	Klubben	58°06.0'	6°47.5'
Ø1	Storestranda	58°04,7'	6°37.2'
Ø2	Utslippsted	58°04.2'	6°38.5'
Ø3	Østhasselneset	58°04.2'	6°38.8'

Organismesamfunnet i strandsonen (0-1 meter) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (større enn 1 mm) og de vanligste makroskopiske dyrene i et ca. 20 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking i maksimalt 20 minutter ved hver stasjon. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en subjektiv skala: enkeltfunn(e), spredt(s), vanlig(v) og dominerende(d).

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere identifisert ved bruk av mikroskop.

Undersøkelsen ble gjennomført 3. og 4. juli 1995.

4.2 Resultater

Figur 4.2 og 4.3 viser antall arter, diversitet og fordeling mellom ulike algegrupper på stasjonene.

Byfjorden

Antall arter på stasjonene varierte fra 36 på stasjon F1 Urøy til 21 arter på stasjon F7 Klubben (Figur 4.2). Innover fjorden ble artsantallet og diversiteten gradvis redusert, mens dominansen økte.

Kontrollstasjonen på Urøy var den rikeste stasjonen med både flest antall arter og høyest diversitet. De flerårige artene av tang, tare og enkelte rødalger dominerte stasjonen. Stasjonen virket frisk og påvirket. Stasjon F3 Fisholmen var i større grad preget av trådformete alger, og

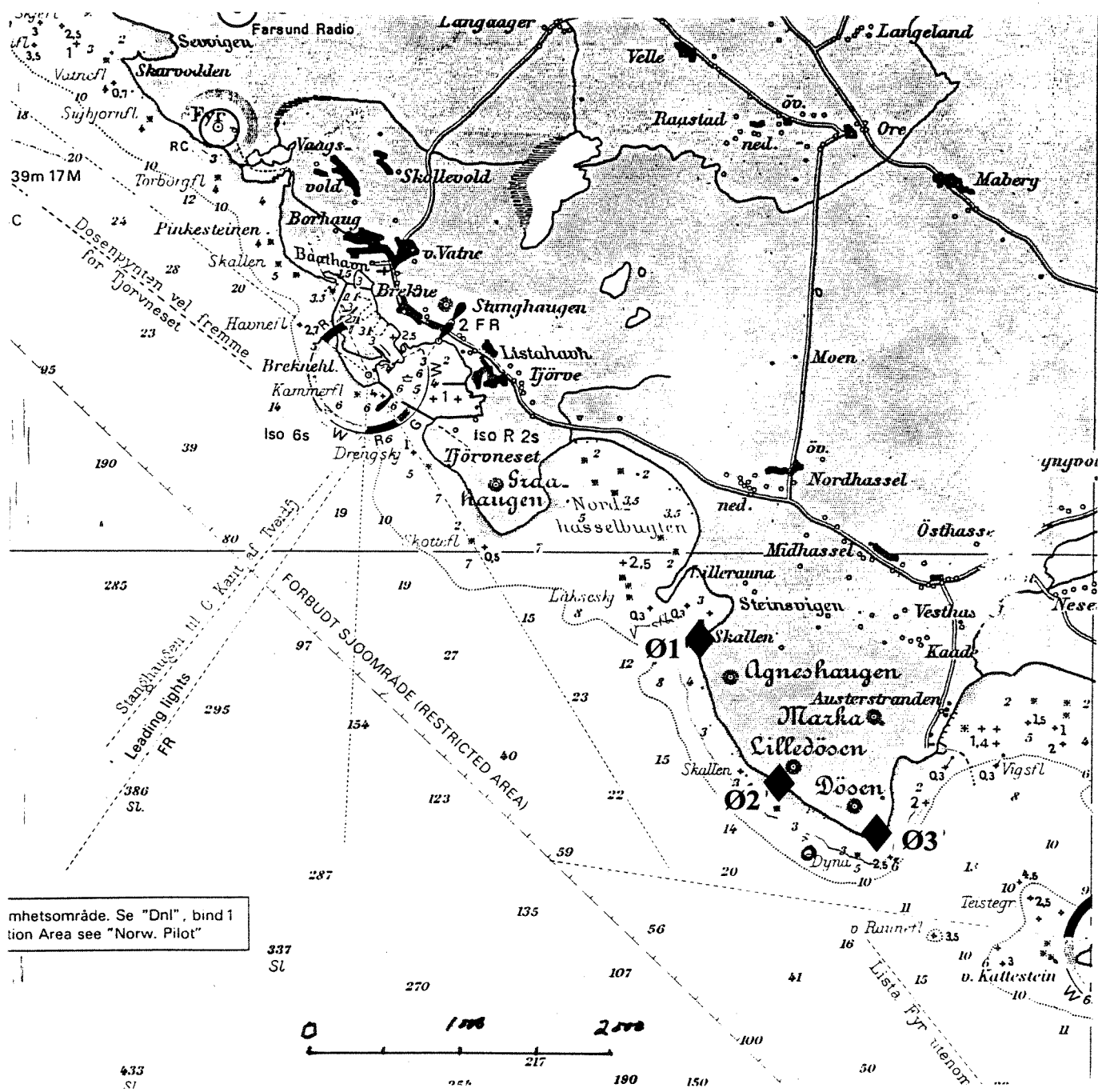


Fig. 4.1 Stasjoner for undersøkelser av flora og fauna i strandsonen.

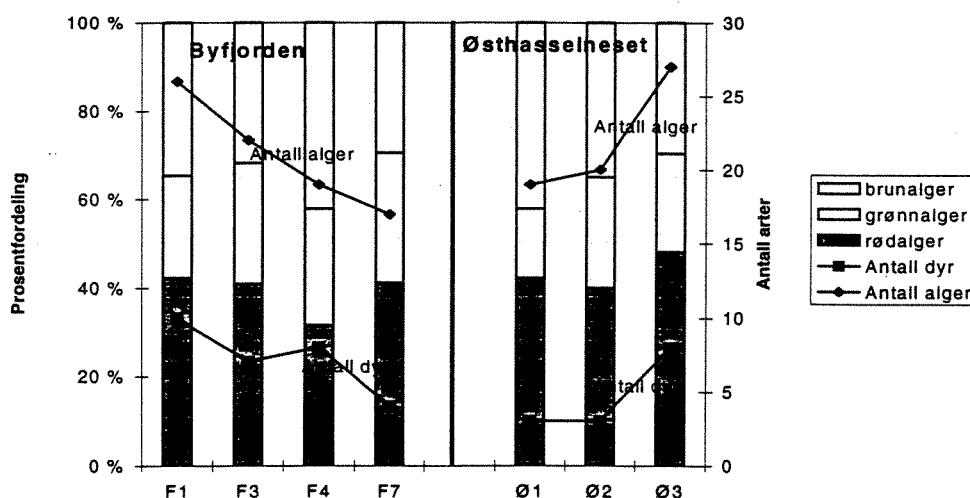
virket noe næringssaltanrikt. Stasjon F4 Florida var relativt artsrik, men var også tydelig næringssaltpåvirket. Trådformete, brun- og grønnalger dominerte, og dekket både fjell og de større algene. Alger, dyr og bunnen var også partikkelbelastet. Det ble registrert færrest arter på Stasjon F7 Klubben. Stasjonen hadde en stor andel ettårige, opportunistiske rød- og grønnalger og bar preg av noe ferskvannspåvirkning.

Østhasselneset

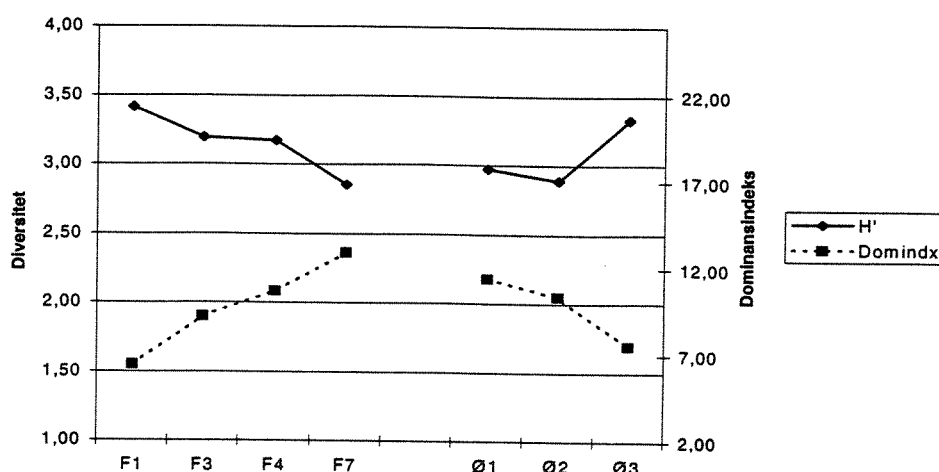
På Østhasselneset hadde stasjon Ø3 Østhassel flest arter og høyest diversitet, mens Ø1 Storestrand hadde færrest arter og relativt lav diversitet (Figur 4.2 og 4.3). I artsantall og diversitet skilte ikke disse stasjonene seg ut fra Byfjorden, men på grunn av ulik eksponering, substrat og beliggenhet kan man ikke sammenligne dem direkte.

Stasjon Ø1 Storestrand hadde frisk tangvegetasjon, og var preget av flerårige arter. Lite partikkelsedimentering og klart vann ga et godt inntrykk av stasjonen. Stasjon Ø2 Utslipp ble lagt 30-40 m vest for utslippet (oppstrøms). Rundt selve utslippstedet var vannet farget grått, og det var mye løse, døde algerester i tillegg til kraftig kloakklukt. Stasjon Ø2 Utslipp hadde klarere vann enn ved selve utslippet, men var tydelig påvirket av utslippet. Stasjonen skilte seg fra Ø1 i artsutvalg, og hadde blandt annet større andel grønnalger og færre rødalger. Sterk eksponeringen og vannutskiftning demper trolig effektene av utslippet, og bidrar til et relativt artsrikt samfunn (figur 4.2). Stasjon Ø3 Østhassel, øst for utslippet, var artsrik men virket noe næringsanrikt. Stasjonen hadde også mye løse algerester som tyder på påvirkning fra utslippet.

I Fuglevika ble det også observert mye løsrevne, råtnende alger. Det kan tyde på at området er et sedimentasjonsområde og mottar bidrag fra utslippet.



Figur 4.2. Antall arter og fordeling mellom rød-, brun- og grønnalger på stasjoner i Byfjorden og Østhasselneset.

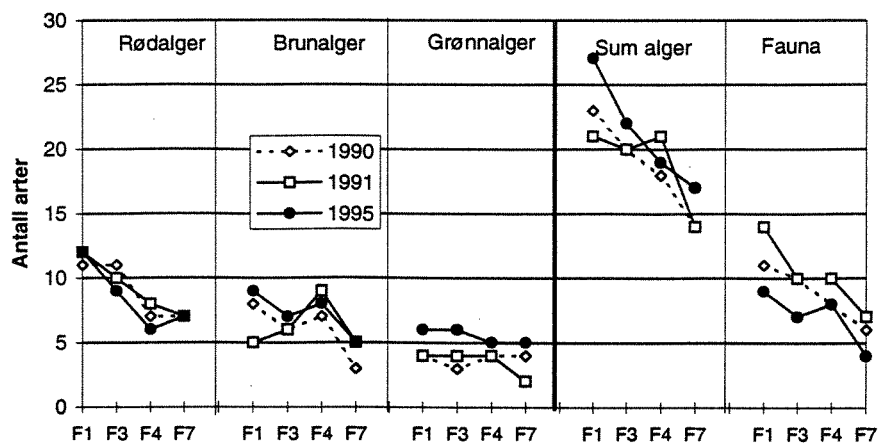


Figur 4.3. Diversitet (H') og dominans på stasjonene i Byfjorden og Østhasselneset.

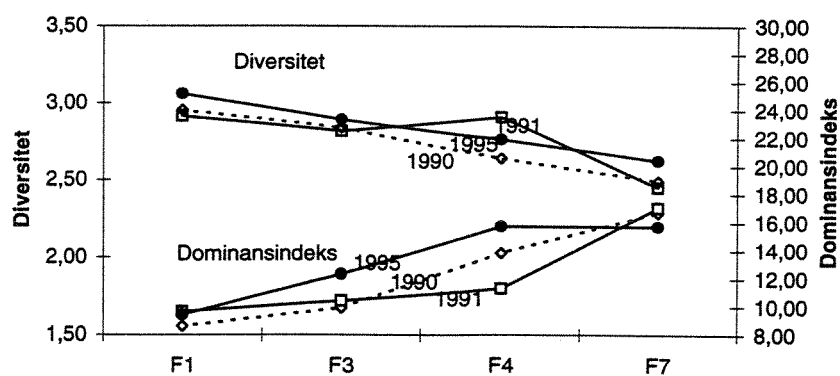
4.3 Utvikling i Byfjorden fra 1990-1995

Resultatene viser samme mønster som i 1990 og 1991 med reduksjon i antall arter og diversitet innover i fjorden. Det er imidlertid tegn som tyder på negative trender på enkelte stasjoner. På stasjon F3 Fisholmen ble det observert noe mer trådformet alger i 1995 enn de to tidligere år, og reduksjon i mengde for enkelte rødalger. Også stasjon F4 Florida viste tegn på nedgang i grisetang, og økt dominans av enkelte opportunistiske, trådformete brun og grønnalger. Den samme trenden kan ses på dominansindeksen, som har økt på de to stasjonene fra 1990 /1991 til 1995 (fig. 4.5).

Albuesnegl (*Patella vulgata*) har nå etablert seg på Urøy, hvor den var fraværende både i 1990 og 1991. Også andre steder rundt Farsund har albuesnegl nå blitt registrert etter flere års fravær. Albuesnegl har i mange år vært forsvunnet fra hele Sørlandskysten, og man tror en av årsakene kan være bruken av tinnorganiske forbindelser i blant annet bunnstoff. At arten nå er registrert flere steder i Farsund kan indikere at arten er i ferd med å re-etablere seg på Sørlandskysten.



Figur 4.4. Antall arter på fire stasjoner i Byfjorden i 1990, 1991 og 1995.



Figur 4.5. Utvikling i diversitet og dominans på fire stasjoner i Byfjorden.

4.4 Foreløpige konklusjoner

Undersøkelsen tyder på at den sørøstlige tuppen av Østhasselneset (stasjon Ø2 og Ø3) er mer eller mindre påvirket av avløpsvannet fra utslippet. Rundt selve utslippspunktet var det sterk lukt av kommunalt avløpsvann, gråfarget vann og nærmest null sikt i vannet. Synlige spor fra avløpsvannet ble observert minst to hundre meter øst og 50-100 m vest for utslippet.

Undersøkelser i strandsonen ca. 100 m vest for utslippet (st. Ø2) tydet på at vegetasjonen der var påvirket. Også ca. 1 km øst for utslippet (st. Ø3) viste vegetasjonen tegn til påvirkning, med økt algevekst og økt antall arter. Her ble ikke observert partikler fra avløpsvannet eller misfarget vann. Ca. 1 km. vest for utslippet, ved Storestranda (st. Ø1), var det ikke tegn til kloakkforurensning.

Avløpsvannet ved Østhasselneset slippes ut i overflaten, og vind og strømforhold vil deretter bestemme spredning og fortykning. At effektene er mest merkbare østover fra utslippet stemmer med strømmålingene som tyder på at det ofte er østover-rettet strøm nær land.

I Byfjorden tydet vegetasjonen i strandsonen på de midterste stasjonene (F3, F4) på næringssaltanrikning, og stasjonen i Lyngdalsfjorden (F4) er trolig både næringssaltanriket og ferskvannspåvirket.

Resultatene viser samme mønster som i 1990 og 1991, men kan tyde på en svak negativ utvikling for stasjonen på Fisholmen og Florida.

Resultatene vil bli videre vurdert i forbindelse med sluttrapporten, vinteren 1996.

5. VURDERING AV FRAMTIDIGE UTSLIPPSØKNINGER

5.1 Metodikk og data

Vi tar utgangspunkt i et utslipp i strandsonen, dvs. direkte til overflaten og uten noe primærfortyning. Videre forutsettes at avløpsvannet er urensset, eventuelt behandles gjennom rist og finsil før det slippes ut.

Etter at avløpsvannet er sluppet ut i sjøen kan utviklingen mht. bakteriekonsentrasjonen i hovedsak beskrives ved følgende ligning:

$$C = C_o * \frac{e^{-kt}}{F}$$

t = tid der:

k = desimeringskonstant, som angir hvor raskt konsentrasjonen avtar pga. dødelighet.

F = fortykning

C_o = konsentrasjonen i avløpsvannet, 5*10⁶ termotabile koliforme bakterier/100 ml.

C = konsentrasjonen etter tiden t.

For å bedømme tilstanden ved utslipp av 2500 pe, 6500 pe og 16400 pe anvender vi en modell (PLUMES, Baumgartner et al., 1994) som det amerikanske forurensningstilsynet (EPA) anbefaler til slike utslippsvurderinger. Modellen beregner C med grunnlag i desimeringen og videre fortykning nedstrøms utslippspunktet. For den turbulente blanding anbefaler EPA koeffisienten $0.000453 \text{ cm}^{2/3}/\text{s}$ for relativt åpent kystfarvann. I strandsonen, på meget grunt vann, vil blandingen være større pga. brytende bølger mv. Hvor stor koeffisienten typisk vil være, har vi lite grunnlag for å bedømme. Som en rimelig verdi antas $0.0006 \text{ cm}^{2/3}/\text{s}$

For å anslå desimeringen tar vi utgangspunkt i størrelsen T_{90} som angir hvor mange timer som går før bakterieantallet er redusert med 90%. Avløpsvannet slippes ut i overflaten, og sommerstid vil lysintensiteten være høy storparten av døgnet, og et rimelig estimat kan være $T_{90}=8$ timer. Det tilsvarer $k=0.3$. For høst og vinter vil lysintensiteten være lavere, kanskje med $T_{90}=14-16$ timer som realistisk størrelse. For vår vurdering legger vi en sommersituasjon til grunn.

Beregningene gjøres for strømhastighetene 5 cm/s og 15 cm/s. Dette er i den lave delen av intervallet av strømhastighet målt lenger fra land (jfr. fig. 2.2), men vi forutsetter at strømhastigheten helt inne ved land er mindre enn lenger ut.

Vannmengdene vil variere for de tre alternativene (2500, 6500 og 16400 pe). Vi setter dem til 30, 50 og 200 l/s. Sammen med de to valgte strømhastighetene gir dette 6 kombinasjoner.

Vi vil understreke at resultatene er usikre og ikke må oppfattes som absolutte tall, fordi de i stor grad avhenger av strøm- og blandingsforholdene helt i strandsonen. Forholdene her har vi bedømt etter skjønn.

5.2 Resultater

Resultatene av beregningene for tre størrelser av utslippet og for to strømhastigheter er vist i fig. 5.1a,b. Vi minner om at øvre grenser for Egnert og Mindre Egnert badevann går ved henholdsvis 100 og 1000 TKB/100 ml (jfr. tabell 3.1).

Vi minner igjen om sterkt forbehold mot ukritisk bruk av resultatene, men de illustrerer at utslippet ved Østhasselneset i dag medfører perioder med mindre god/dårlig hygienisk vannkvalitet i strandsonen over en avstand på flere hundre meter. I så måte samsvarer beregningene med målingene gjengitt i kapittel 3. Tilstanden vil imidlertid variere mye med tiden, særlig som følge av varierende strømhastighet, bølgehøyde og intensiteten av sollys.

Betydningen for vannkvaliteten av økende utslipp (2500-16400 pe) illustreres i den enkelte figur. I første rekke er det stor forskjell på utslipp av 6500 pe og 16400 pe.

Strømhastigheten nær land er avgjørende for den tiden som medgår før bakteriene har nådd en gitt avstand, og dermed for fortykning og desimering. En sammenligning av fig. 5.1a og 5.1b, illustrerer at konsentrasjonene i en gitt avstand øker med økende strømhastighet. Med 30 cm/s (ikke usannsynlig, jfr. kap. 2.2) kan vannkvaliteten i skyen med fortyknet avløpsvann komme i klasse 4 (jfr. tabell 3.1) i en avstand av 3-4 km fra utslippet.

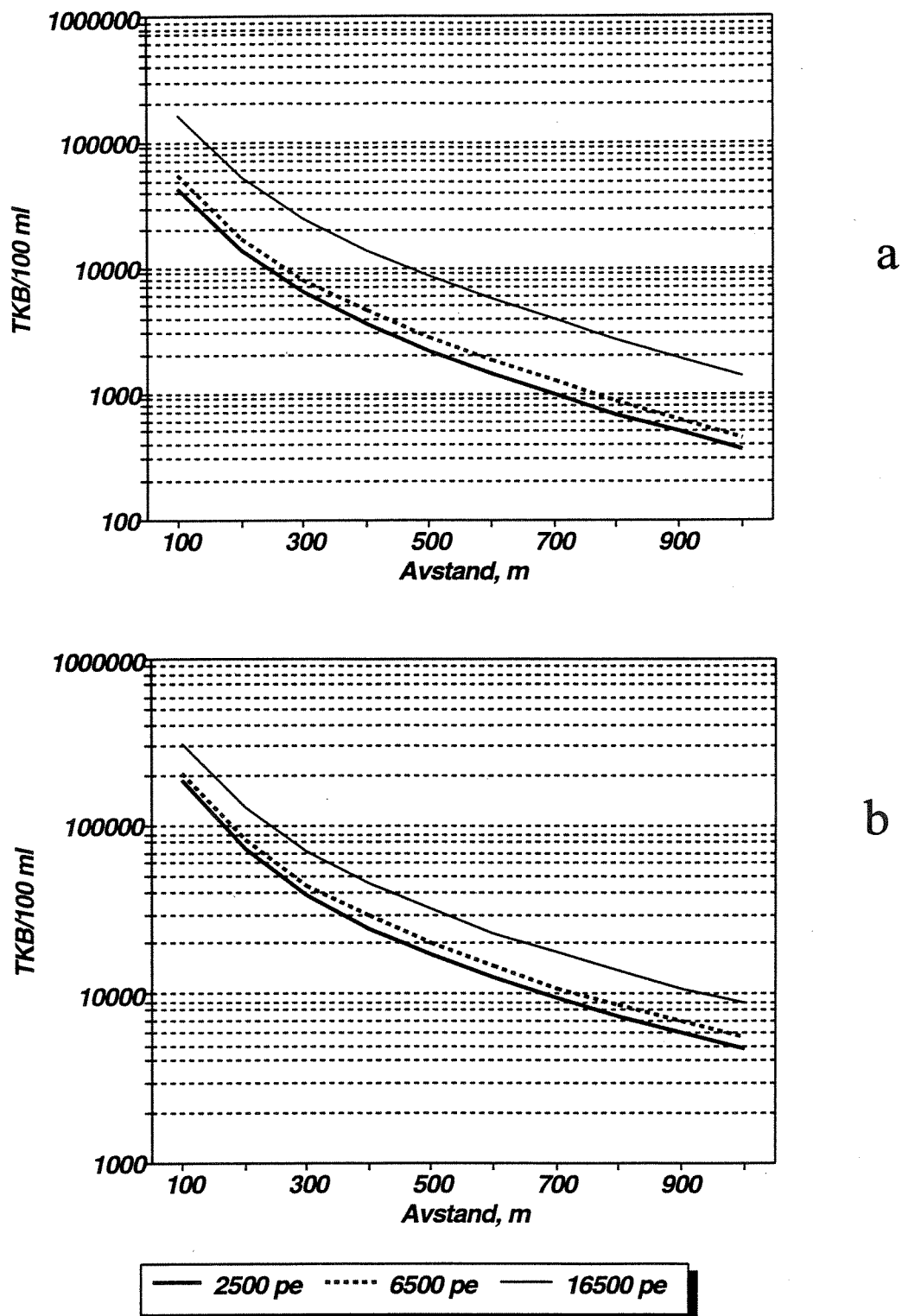


Fig. 5.1

Teoretisk beregning av konsentrasjon av termostabile koliforme bakterier i overflatelaget, ved utlipp av 2500, 6500 og 16500 pe i strandsonen.

a: Strømhastighet 0.05 m/s.

b: Strømhastighet 0.15 m/s.

6. LITTERATUR

Baumgartner, D.J, Frick, W.E. and Roberts, P.J.W, 1994: Dilution models for effluent discharges (Third Edition). Center for Exposure Assessment Modeling. U.S. EPA, Environmental Research Laboratory. Athens, Georgia, USA. 189 pp.

Baalsrud, K., 1994: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av tarmbakterier. Veiledning 94:09. Statens forurensningstilsyn. Oslo. 16 sider.

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2858-6