



O-91100

Vurdering av utslipp
fra kommunal kloakk
utenfor Einarsneset,
Farsund.

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: 90100	Undernr.:
Løpenr.: 2672	Begr. distrib.: Fri

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Vurdering av utslipp fra kommunal kloakk utenfor Einarsneset, Farsund.	Dato: 10.10.1991	Trykket: NIVA 1991
	Faggruppe: Marinøkologisk	
Forfatter(e): Jan Magnusson	Geografisk område: Vest Agder	
	Antall sider: 19	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Farsund kommune, teknisk etat.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): E.Berg
--	--

Ekstrakt:

Ut fra hydrografi og strømobservasjoner utenfor Einarsneset, samt beregninger av innlagingsdyp for kommunalt avløpsvann og risikoen for forhøyede konsentrasjoner av bakterier på nærliggende øyer og kyst, anbefales utslipp på 32 meters dyp ved stasjon F1. Videre anbefales en overvåking av termotolerante bakterier i området etter etableringen av utslippet for å avgjøre et eventuelt behov for ytterligere rensing av avløpsvannet.

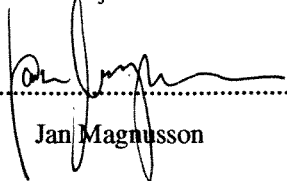
4 emneord, norske

1. Strømmålinger
2. Hydrografi
3. Kloakkutslipp
4. Innlagingsberegninger

4 emneord, engelske

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

Prosjektleder


Jan Magnusson

For administrasjonen


Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2023-2

O-91100

**VURDERING AV UTSLIPP FRA KOMMUNAL KLOAKK UTENFOR
EINARSNESET, FARSUND.**

Oslo den 15.10.91

Saksbehandler: Jan Magnusson, NIVA
Medarbeider: Frank Kjellberg, NIVA
Stanley Larsen, Farsund kommune
Torulf Tjomsland, NIVA

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Innholdfortegnelse

1. Sammendrag og konklusjon.....	3
2. Innledning.	3
3. Formål.....	4
4. Observasjoner og metoder.	4
5. Resultater.....	5
5.1. Strømmålinger.....	5
5.2. Vindforhold.....	11
5.3. Sjøtning.....	12
6. Beregninger av innlagring, spredning og fortykning.	13
6.1. Innlagringsberegninger.....	13
6.2. Spredning og fortykning av avløpsvannet.....	14
6.3 Sammenfattende vurderinger.....	15
7. Felles utslipp med Elkem aluminium, Lista.	16
8. Konklusjoner og anbefalinger.	18
9. Litteratur.	19

1. Sammendrag og konklusjon.

Det er gjennomført feltobservasjoner (strømmålinger og hydrografi) utenfor Einarsneset, Farsund, samt overslagsberegninger av fortykning og spredning av termotolerante koliforme bakterier fra et planlagt utslipp av kommunal kloakk fra Farsund kommune. Det kommunale utslippet er foreløpig planlagt med enkel mekanisk rensing av kloakk fra 16400 pe. I tillegg foreligger planer om at avløpsvann fra Elkem aluminiumsverk, Lista, etter rensing skal kobles til det kommunale utslippet. Dette vil øke den totale vannmengden i utslippet fra 0.038 m³/s til ca. 1.0 m³/s.

Ut fra strøm- og spredningsforhold er det gunstigste utslippsstedet for avløpsvannet det vestligste av to utslippsalternativ (F1, figur 1). Enkle overslagsberegninger viser at det er liten sannsynlighet for at det innlagrede kommunale avløpsvannet skal gi langvarig påvirkning av strendene innenfor utslippstedet. Under ugunstige vind- og strømforhold kan fortyknet avløpsvann i kortere perioder, fortrinnsvis vinterstid, gi bakteriekonsentrasjoner som vil være ugunstige for friluftsbad i de nærliggende strandområdene. Varigheten av slike episoder anslås fra noen timer til et halvt døgn. Sannsynligheten for at dette skal inntreffe sommerstid er liten.

Det er således liten sannsynlighet for at bakterier fra avløpsvannet skal påvirke strendene innenfor utslippstedet i slike konsentrasjoner at friluftsbad måtte begrenses. Imidlertid vil det ved utslippstedet på innlagringsdyp samt av og til i overflaten kunne opptre overkonsentrasjoner av bakterier. Dette kan ikke være helt uten interesse for annen friluftsvirksomhet som f.eks. fiske.

Utslipp av kommunalt avløpsvann sammen med avløpsvann fra Elkem aluminium vil gi dårligere primærfortynning i resipienten. Imidlertid vil industriens avløpsvann gi lavere bakteriekonsentrasjoner i selve utslippsvannet (en fortykningseffekt). Dette betyr at risikoen for negative effekter for friluftsbad ved strendene innafor utslippstedet blir mindre. Her er det forutsatt at industriens avløpsvann ikke inneholder termotolerante koliforme bakterier eller at avløpsvannet på annen måte vil begunstige bakterievekst.

Det bør foretas en nøyere vurdering av konsekvensene av et samlet utslipp bl.a. med hensyn til miljøgifter.

Det anbefales at kommunen foretar en enkel overvåking av termotolerante koliforme bakterier om sommeren i området, med start et år før utslippet tas i bruk.

2. Innledning.

Farsund kommune planlegger utslipp av kommunalt avløpsvann for 16400 p e. i området utenfor Einarsneset. Kommunen beregner 1 pe. til 200 l/døgn som i snitt gir 3280 m³/døgn. Dimensjonert vannmengde er satt til 8000 m³/døgn som følge av infiltrasjon av regn- og grunnvann. Kommunens rensaneanlegg er foreløpig planlagt til enkel mekanisk rensing. Kommunen arbeider også med planer om en utvidelse av utslippet med avløpsvann fra Elkems aluminiumsverk, Lista. Industriens avløpsvann (gassvaskevann) vil gjennomgå rensing før utslipp. Vannmengden fra industrien vil i fremtiden være 3.500 m³/time.

Industriens (sjø)vann tas fra Lundevågen (4-6 meters dyp) og har en overtemperatur på ca 6^o C når det slippes ut.

Det er to aktuelle utslippsteder i området utenfor Einarsneset (F1 og F2, figur 1).

Utslippstedene gir mulighet for utslipp på ca. 32 meters dyp, med mulighet for innlagring av avløpsvannet under overflaten. Ved bruk av dyputslipp oppnås stor primærfortynning, samt en tidvis beskyttelse av overflatevannet i området.

Farsund kommune har bedt Norsk institutt for vannforskning vurdere hvilket utslippssted som er gunstigst sett ut fra risikoen for at fortynnet kloakkvann med forhøyede konsentrasjoner av bakterier kan nå strandområdene ved kysten. Etterhånden har kommunen også bedt NIVA om å beregne innlagringsdyp med avløpsvann fra Elkem aluminiumsverk, Lista.

Aluminiumsverket bruker i dag sjøvann fra Lundevågen til gassvasking. Ved en tilkobling av industriens avløpsvann på det kommunale nettet er det beregnet en økning av vannmengden på ca 3500 m³/t. Det er forutsatt at industrivannet skal renses før utslipp på den kommunale utslippsledningen. I denne rapport vurderes først det kommunale utslippet alene og deretter et utslipp av kommunalt og industrielt avløpsvann (kap 7).

3. Formål.

Formålet med undersøkelsen er å fastslå det beste utslippsalternativet for å minimere risikoen at fortynnet kloakkvann kan nå strandområder ved kysten med forhøyede bakteriekonsentrasjoner. I tillegg er det også gjort en vurdering av en fremtidig tilkobling av avløpsvann fra Elkem aluminium, Lista.

4. Observasjoner og metoder.

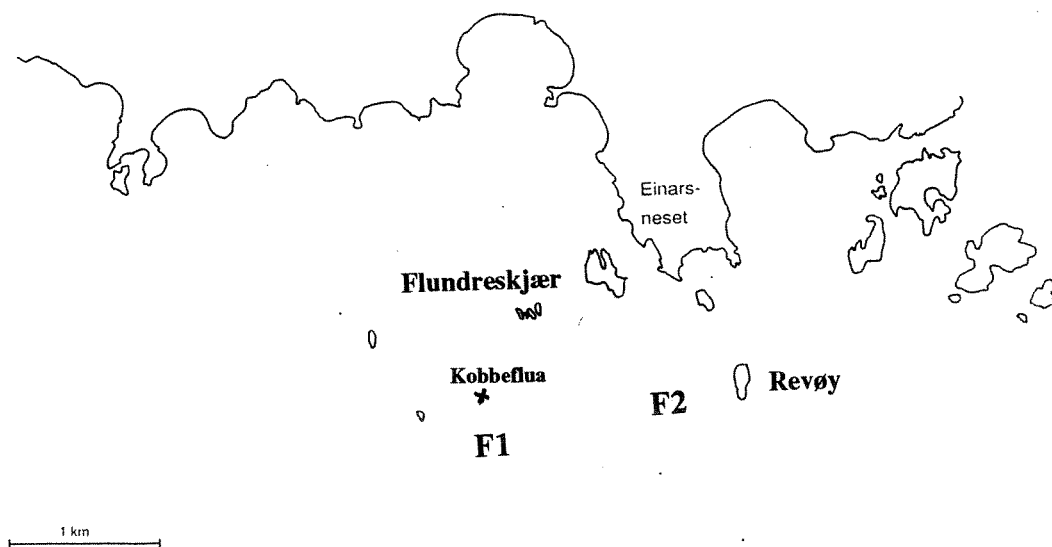
I perioden juni til august 1991 har NIVA i samarbeide med Farsund kommune gjennomført observasjoner av strøm og sjiktning i området. Videre er det brukt data fra Havforskningsinstituttets (HI) stasjon utenfor Lista i 1990 og 1991. Stasjonen ligger i posisjon N :58^o01', E: 06^o32'.

Figur 1 viser stasjonskart for de lokale observasjonene (stasjon F1 og F2). Temperatur og saltholdighet ble observert med salinoterm. Samtidig med de hydrografiske observasjonene ble det også sluppet ut driftmerker for observasjon av overflatestrømmen i noen timer på hver stasjon. Følgende tokter ble gjennomført:

Dato	Stasjon F1	Stasjon F2
28.6.1991		Hydrografi +driftmerker
5.7.1991	Hydrografi+driftmerker	Hydrografi + driftmerker
15.7.1991	Hydrografi + driftmerker	
22.7.1991	Hydrografi + driftmerker	
29.7.1991	Hydrografi + driftmerker	Hydrografi + driftmerker
13.8.1991	Hydrografi + driftmerker	Hydrografi + driftmerker
21.8.1991	Hydrografi + driftmerker	Hydrografi + driftmerker

Strømmålere (Aanderaa) ble satt ut mellom den 18.7-14.8.1991 på ca. 7 meters dyp ved stasjon F1 og F2. Strømmens retning og styrke, vannets saltholdighet og temperatur ble registrert hver 10. minutt. Det er blitt brukt meteorologiske data fra Lista fyr (data fra Meteorologisk Institutt, klimaavdelingen, Oslo).

For å beregne innlagingsdyp for avløpsvannet er det brukt en primærfortynningsmodell, JETMIX og en diffusoråpning (Bjerkeng 1979). For å beregne overkonsentrasjoner av bakterier er det brukt en barotrop spredningsmodell, som tar hensyn til bakteriedødelighet (decay)(Tjomsland og Molvær 1988). Modellen er brukt for ren overflatespredning, pålagt advective strømmer etter de strømbobservasjoner som ble gjort i 1991, men uten hensyn til topografien.



Figur 1. Stasjoner i området utenfor Einarsneset, Farsund.

5. Resultater.

5.1. Strømmålinger.

Driftmerker

Resultatet av driftmerkeforsøkene er beskrevet i tabell 2.

Tabell 2. Sammenstilling av driftmerkeobservasjoner.

Dato	Utslippspunkt	Strømretn. (Strøm mot)	Strømhast. (cm/s)	Vindretn. (vind fra)	Vindhast. (m/s)	Anm.
28.6	F2	NV-N	20	SV	4	Opptak ved Flundreskj.
5.7	F1	NNO	15	Vindstille (SV)	0-1	Opptak ved Flundreskj.
5.7	F2	ONO	13	Vindstille (SV)	0-1	Opptak ved Revøy
15.7	F1	SO	20	VNV	3-4	
22.7	F1	SSO	11	NV	6-10	
29.7	F1	S	14	V(NV)	1-2	
29.7	F2	SSV	22	V(NV)	1-2	
7.8	F1	SO	22	NV	5	
13.8	F1	V	40	SV	1	
13.8	F2	VNV	50	SV	1	Opptak ved Kobbeflua
21.8	F1	S	----	Ø	2	
21.8	F2	S	----	Ø	2	

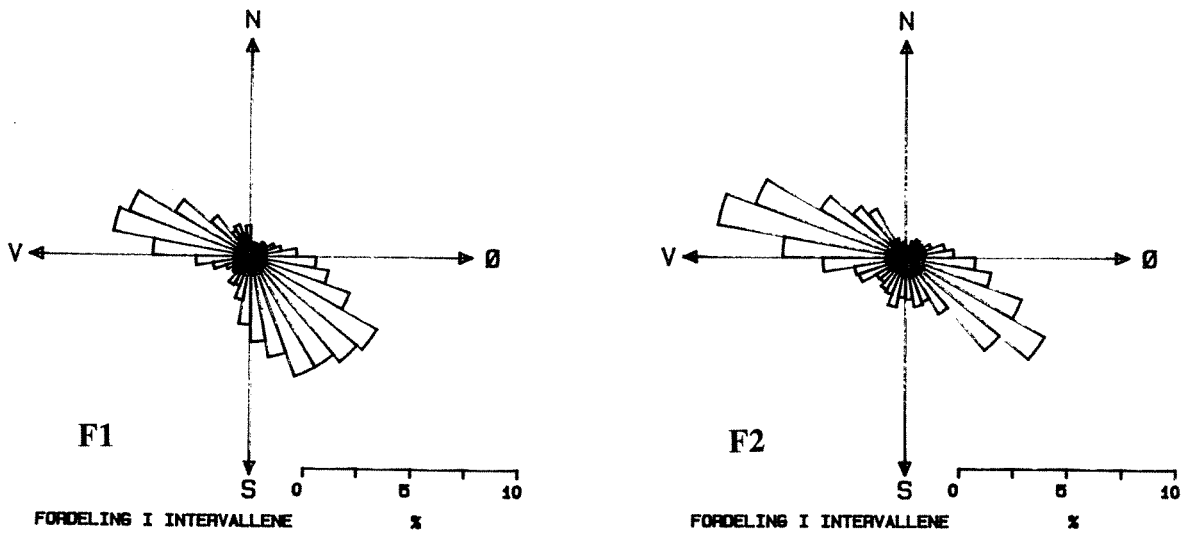
Driftmerkeresultatene viser at strømmen gikk mot land den 28.6 og 5.7, samt den 13.8 ved utslipp på stasjon F2. Situasjonen den 5.7 viser at det ikke behøver å være den lokale vinden som har størst betydning for strømmen i området.

Selvregistrerende strømmålere.

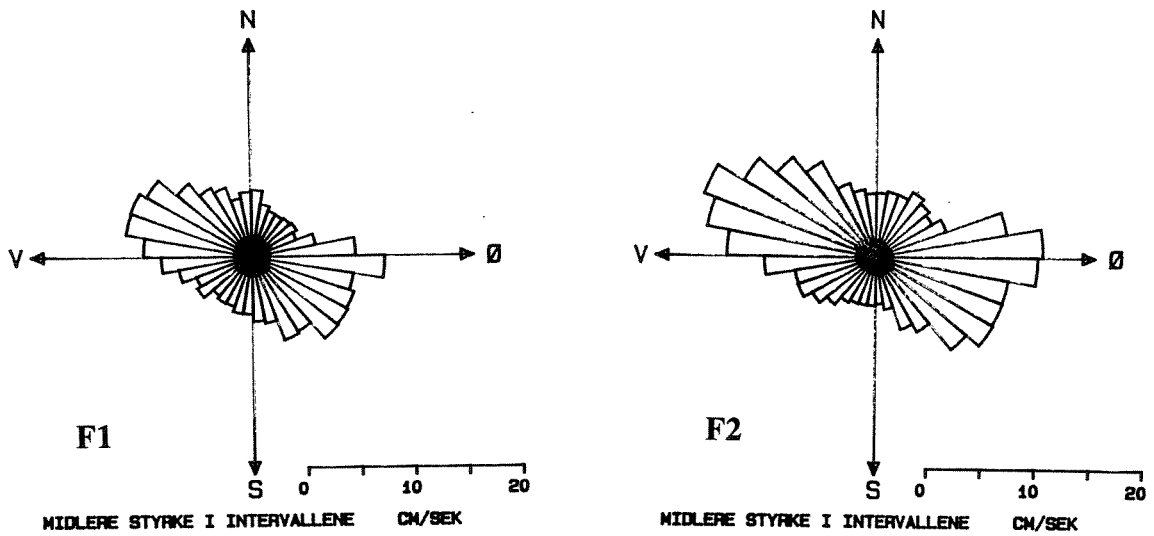
Figur 2-3 viser noen resultater fra de selvregistrerende strømmålerne. Figur 2 viser fordelingen av strømretning i perioden og figur 3 midlere strømhastighet i ulike retninger.

Figur 2 viser at hovedstrømmen gikk i retning VNV og SO i området. Det var liten forskjell mellom stasjon F1 og F2. I hovedsak gikk strømmen ved F1 noe oftere mot sør enn ved F2. Sannsynligheten for strøm mot land vil således være mindre ved stasjon F1, ettersom utslippstedet ligger noe friere i forhold til øyer og grunnområder enn F2. Den registrerte NV-lige strømmen ved F2 kan gi en transport inn mot grunnområdene som f.eks ved driftmerkeforsøket den 28.6.

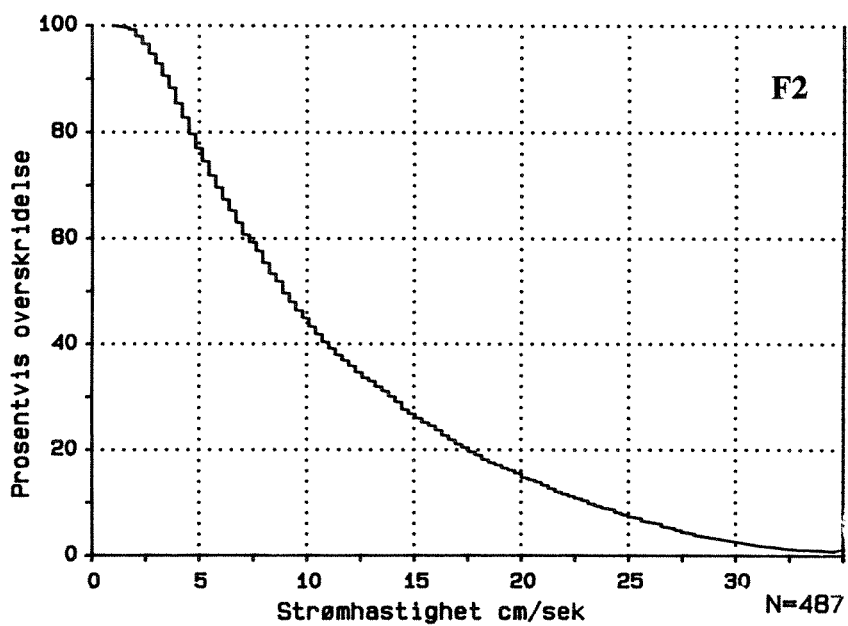
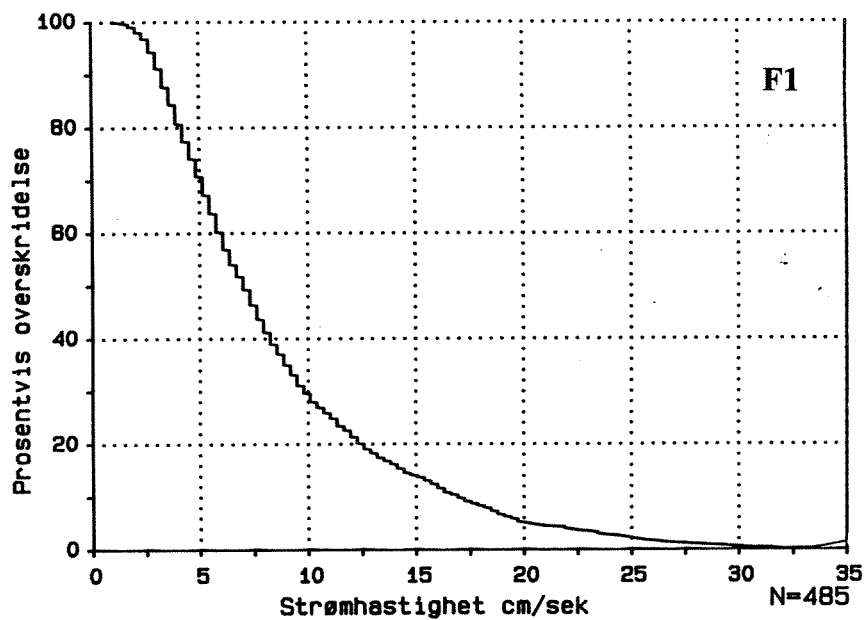
Strømhastigheten i området var i ca. 80 % av tiden mindre enn 10 cm/s ved F1 og ca. 17 cm/s ved stasjon F2 (figur 4). Figur 5 viser strømvektorer for hver time i observasjonsperioden på de to stasjoner. Strømmer mot land var relativt sjeldne. Maksimal varighet i perioden var ca. 4 timer, men normalt forekommer nordlig strøm med ca. en times varighet i samband med et strømskifte. Når driftmerkesforsøk og strømmålinger viste strøm mot land var hastighetene oftest ca. 10 cm/s eller lavere. I enkelte tilfeller var strømhastigheten opp mot 20 cm/s.



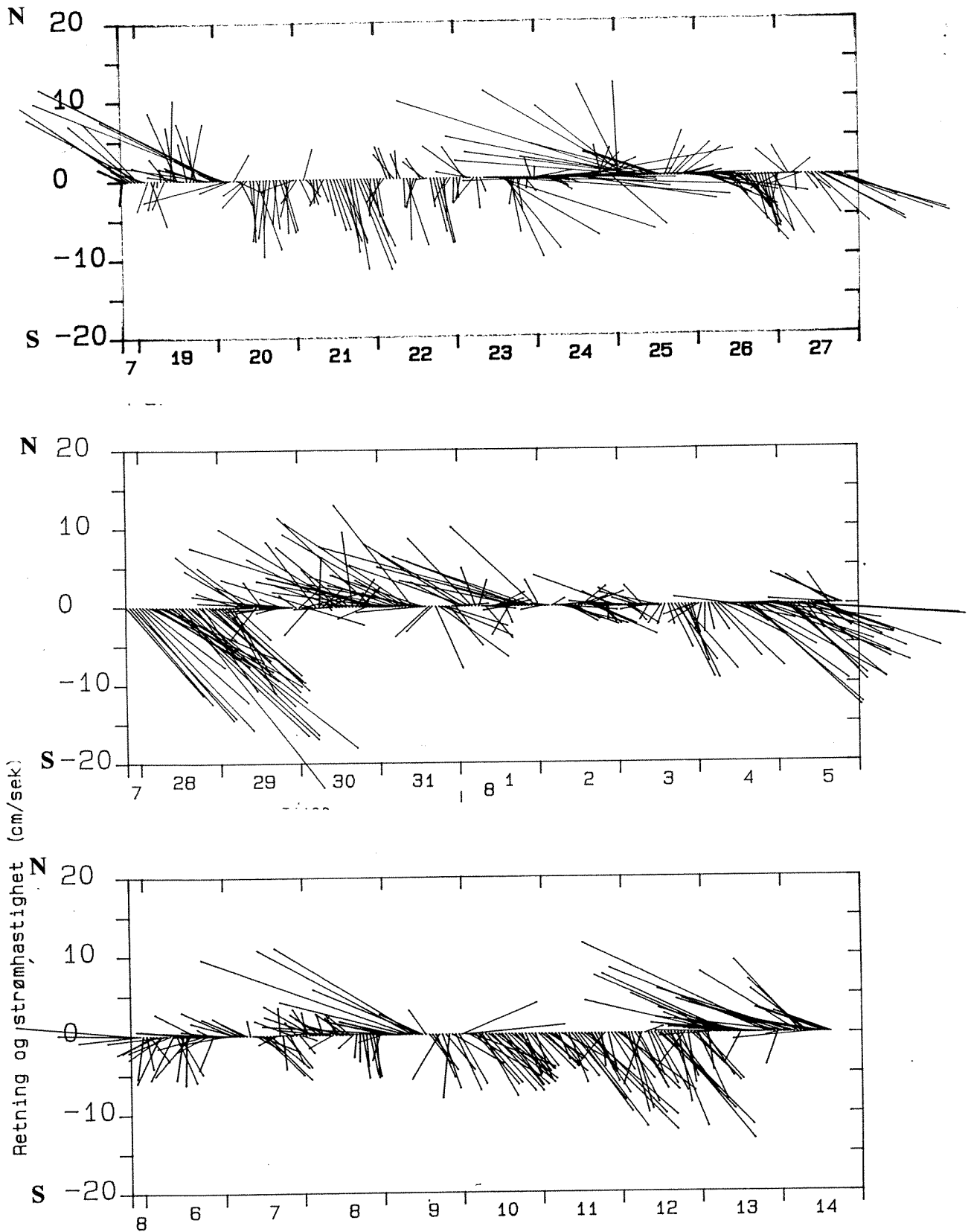
Figur 2. Strømretning i tidsrommet 18.7 - 14.8.1991 på ca. 7 meters dyp ved stasjon F1 og F2 fordelt på 15^o sektorer.



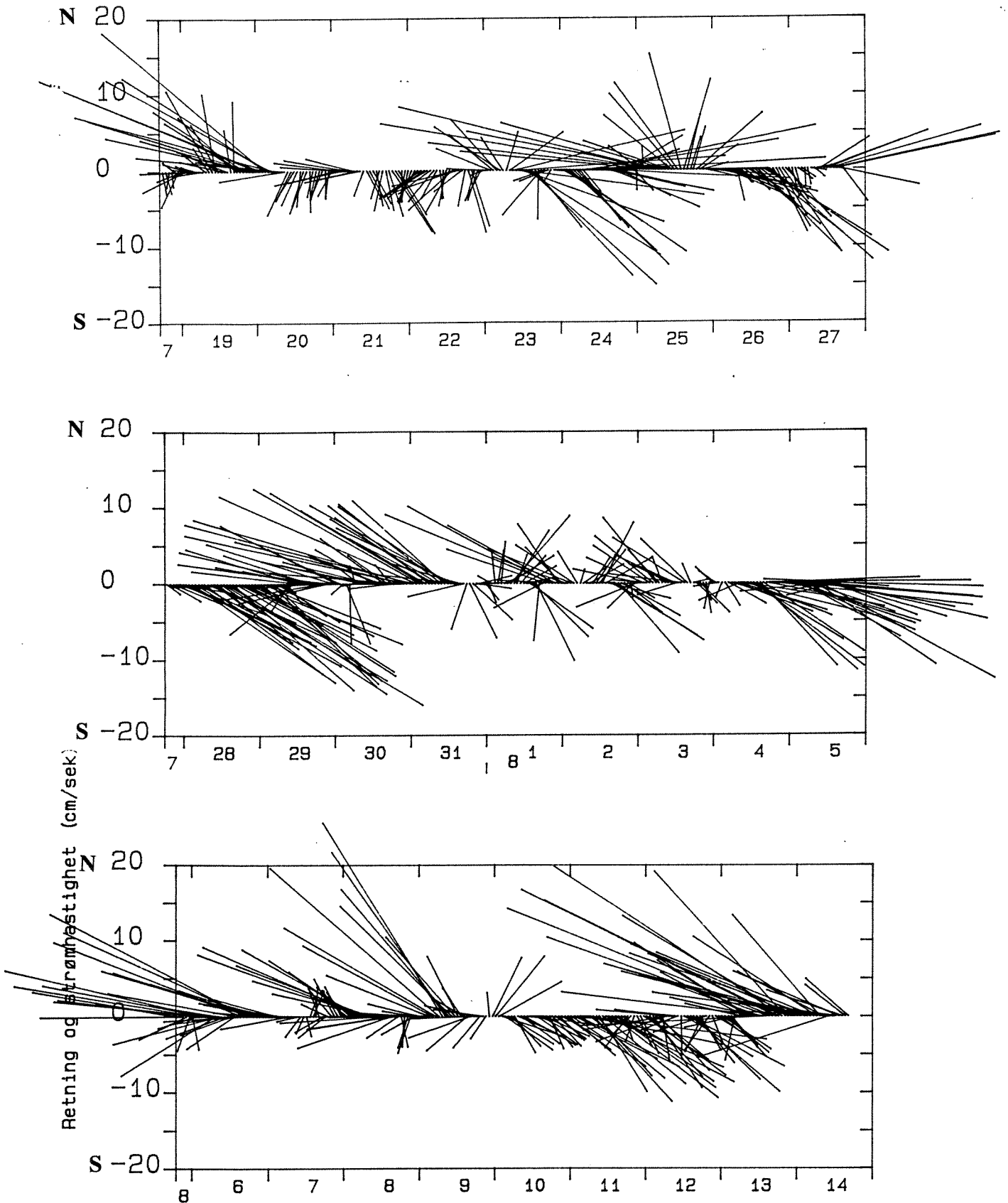
Figur 3. Midlere strømhastighet i ulike retninger (15^o sektorer) på stasjon F1 og F2.



Figur 4. Strømhastigheter ved stasjon F1 og F2 på 7 meters dyp juli-august 1991.



Figur 5. Strømvektorer (timesverdier) på 7 meters dyp ved stasjon F1 i juli - august 1991.
(Pilene viser strømmens retning, og lengden av pilen gir strømmens hastighet)

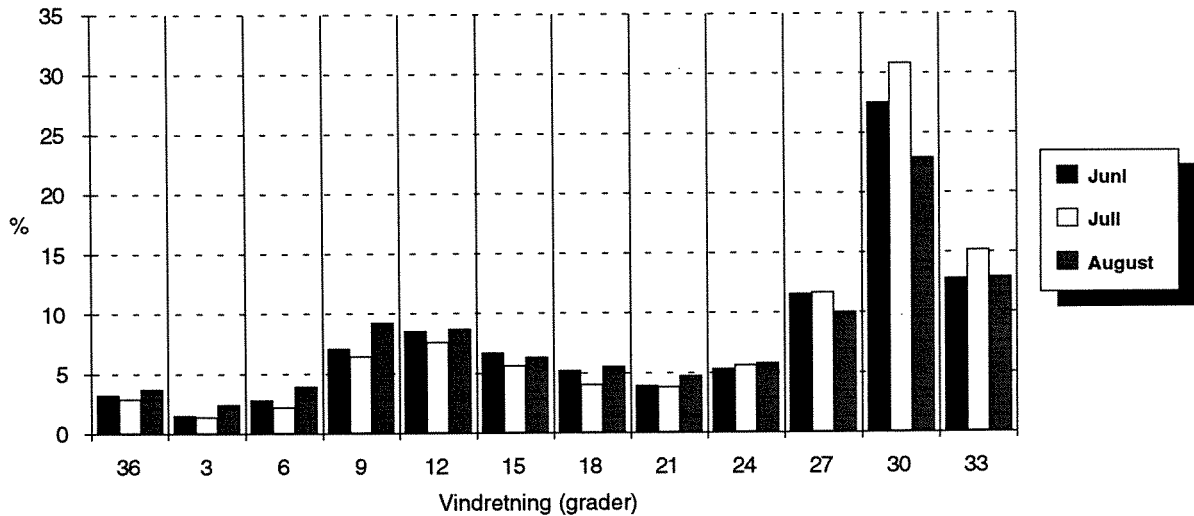


Figur 6. Strømvektorer (timesverdier) på 7 meters dyp ved stasjon F2 i juli - august 1991. (Pilene viser strømmens retning, og lengden av pilen gir strømmens hastighet)

5.2. Vindforhold.

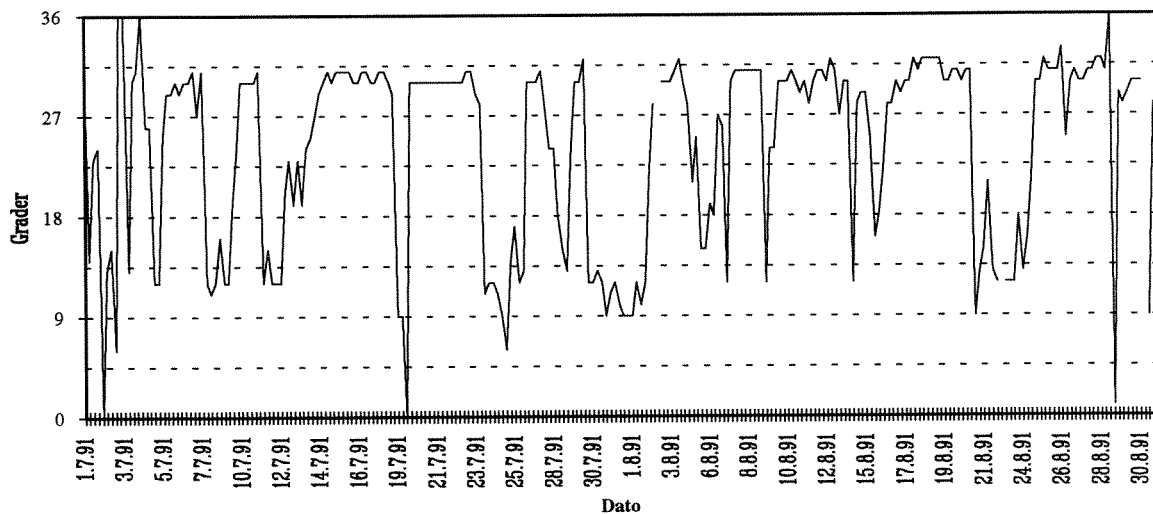
Vindforholdene i området er beskrevet ved observasjoner fra Lista fyr (Meteorologisk institutt). Figur 7 viser vindretningen i juli til august, basert på data fra perioden 1957-90. Vanligste vindretning er fra V til NNV i området, mens rent sørlige vinder er relativt sjeldne. Figur 8 viser vindforholdene i 1991.

Prosentuell fordeling av vind fra ulike retninger ved Lista (1957-90).



Figur 7. Prosentvis fordeling av vind fra ulike retninger (grader) ved Lista fyr i juni - august 1957-90.

Vindretning ved Lista fyr juli og august 1991.



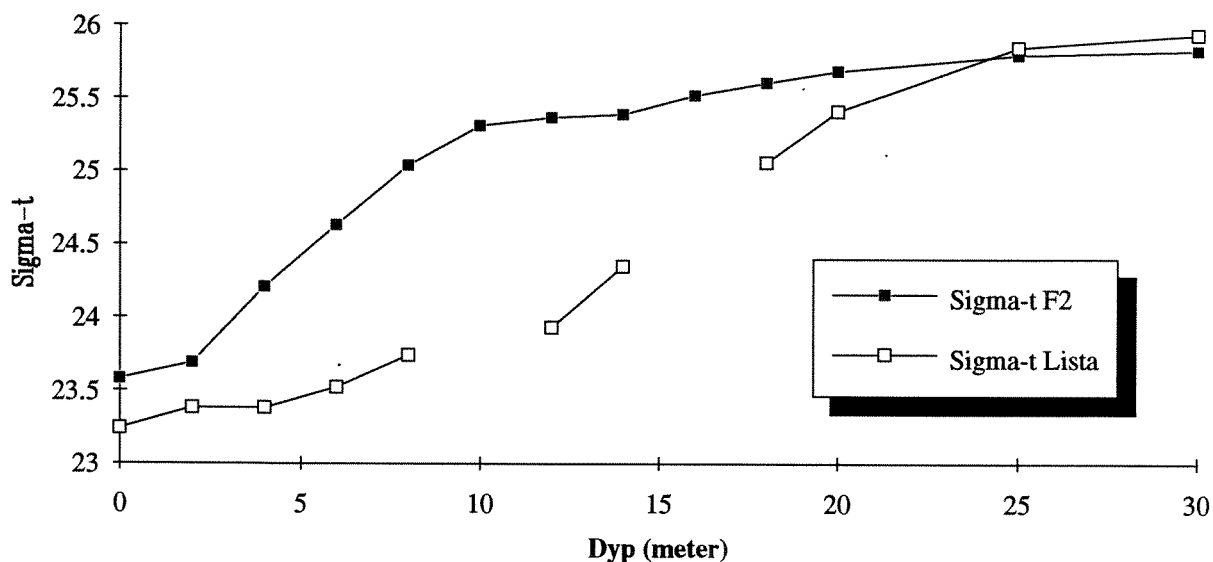
Figur 8. Vindretning ved Lista fyr i juli og august 1991.

I 1991 var også vindretningen i oftest fra NV. Sørlige vinder var relativt sjeldne.

5.3. Sjøtning.

Det mangler observasjoner av den hydrografiske årstidsvariasjonen i området. Den nærmeste observasjonsserien er fra Havforskningsinstituttets stasjon ca. 6 nm VSV av Einarsneset. For å se litt på forskjellene mellom HIs stasjon og sjiktningen i området var det planlagt å gjennomføre lokale observasjoner for å kunne sammenligne disse med HIs observasjoner. Imidlertid forligger p.t. ferdige observasjoner fra HI kun den 27.6.91. Figur 8 viser egenvekten på ulike dyp ved Lista og stasjon F2. En observasjon er selvfølgelig alt for dårlig for å uttale seg generelt om representativiteten av stasjonen ved Lista relativt undersøkelsesområdet. Forskjellen den 27.6 illustrerer muligens at en beregninger av innlagingsdyp for avløpsvann med bruk av stasjonen ved Lista vil gi et noe dypere innlagingsdyp.

Området ved Lista er kjent som et oppwellingsområde, dvs. det er ikke uvanlig med situasjoner hvor dypvann strømmer opp mot overflaten. Slike situasjoner oppstår når vinden kommer fra vest til nordvest, men kan også forekomme ved ren nordlig vind (fralandsvind). Sørlige eller østlige vinder vil ha motsatt effekt; en oppstuing av overflatevann mot kysten. Således vil sprangsjiktet fordypes ved sørlige og østlige vinder, mens vestlige og nordlige vinder vil kunne bringe dypere vann opp mot overflaten.



Figur 9. Egenvekten (sigma-t) den 27.6.91 ved HIs stasjon Lista og den 28.6.91 ved F2.

6. Beregninger av innlagring, spredning og fortykning.

6.1. Innlagringsberegninger.

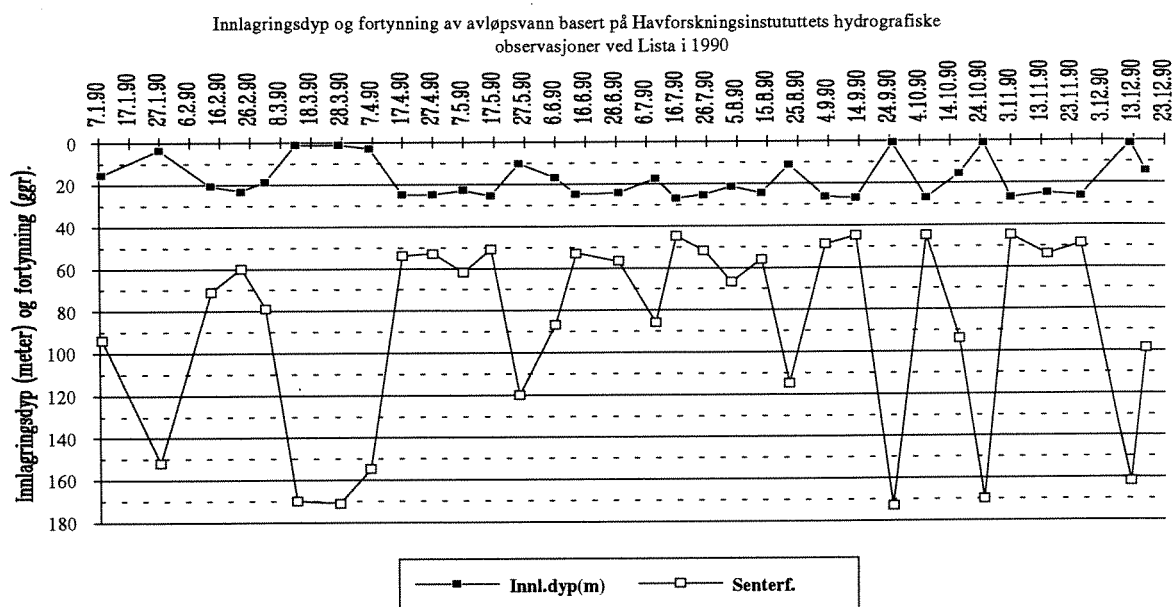
Formålet med dyputslipp er å få avløpsvannet fortennet og innlagret i dypet. Hensikten er ikke å erstatte rensing av avløpsvann med fortykning, men at de restmengder som alltid vil finnes i et avløpsvann ikke skal gi lokale negative effekter. Med utgangspunkt i den kommunale kloakktilførselen er det gjennomført beregninger av avløpsvannets innlagringsnivå og primærfortynning for de observasjoner som foreligger fra området i 1991, samt også med observasjoner fra Havforskningsinstituttets stasjon ved Lista. Det er antatt en tilførsel på $3280 \text{ m}^3/\text{døgn}$ og et diffusorhull på 0.1 m og et utslippsdyp på 32 meter. Figur 10 og 11 viser resultatene av beregningene.

Normalt innlagres avløpsvannet mellom 15-25 meters dyp ut fra observasjonene ved Einarsneset (figur 11). Sammenlignet med beregninger på observasjoner fra Lista 1990, viser figur 10 at innlagringsdypet i stort sett ikke avviker fra dette mønster, men at avløpsvannet også til tider vil kunne nå overflaten. Således må en kunne regne med slike forhold i perioden september til april.

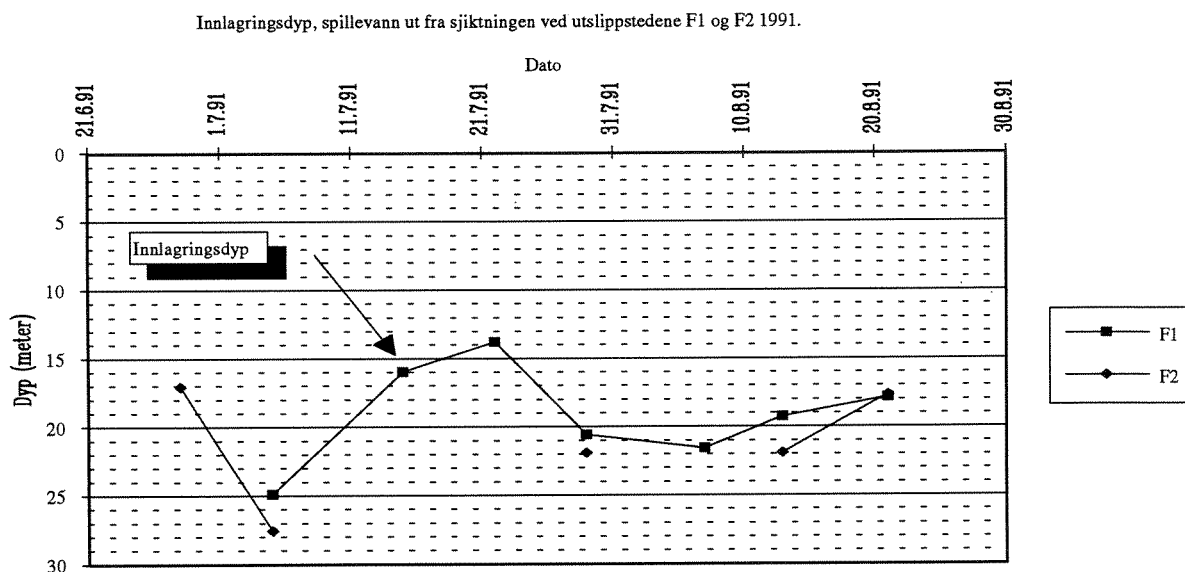
Primærfortynningen (senterfortynningen) vil være stor i de tilfeller avløpsvannet kommer til overflaten. Normalt vil den variere mellom 50 til 80 ggr. når avløpsvannet innlagres under 15 meters dyp.

Det fortynnede avløpsvannet kan imidlertid også komme opp i overflaten ved en naturlig upwellingsituasjon i området. Imidlertid vil vindforholdene i slike tilfeller være fra nord eller nordvest til vest, og således føre restene av avløpsvannet ut fra kysten. Det verste tenkbare tilfelle vil være når en upwellingsituasjon fører avløpsvannet til overflaten og situasjonen etterfølges av sørlige vinder. Her kan det foreligge en risiko for at avløpsvannet vil kunne nå kysten i kortere perioder. Sannsynligheten for slike episoder er trolig liten, men bør tas med i betraktningen.

Ved et dyputslipp på 32 meters dyp vil det kunne merkes litt av utslippet i overflaten. Luftblærer i avløpsvannet kommer opp til overflaten medbringende fettpartikler og bakterier. Imidlertid vil dette normalt sett ikke gi de store konsentrasjoner av f.eks. bakterier.



Figur 10. Innlagringsdyp og primærfortynning av avløpsvann fra Farsund kommune, beregnet for hydrografiske observasjoner fra Havforskningsinstituttets stasjon ved Lista.



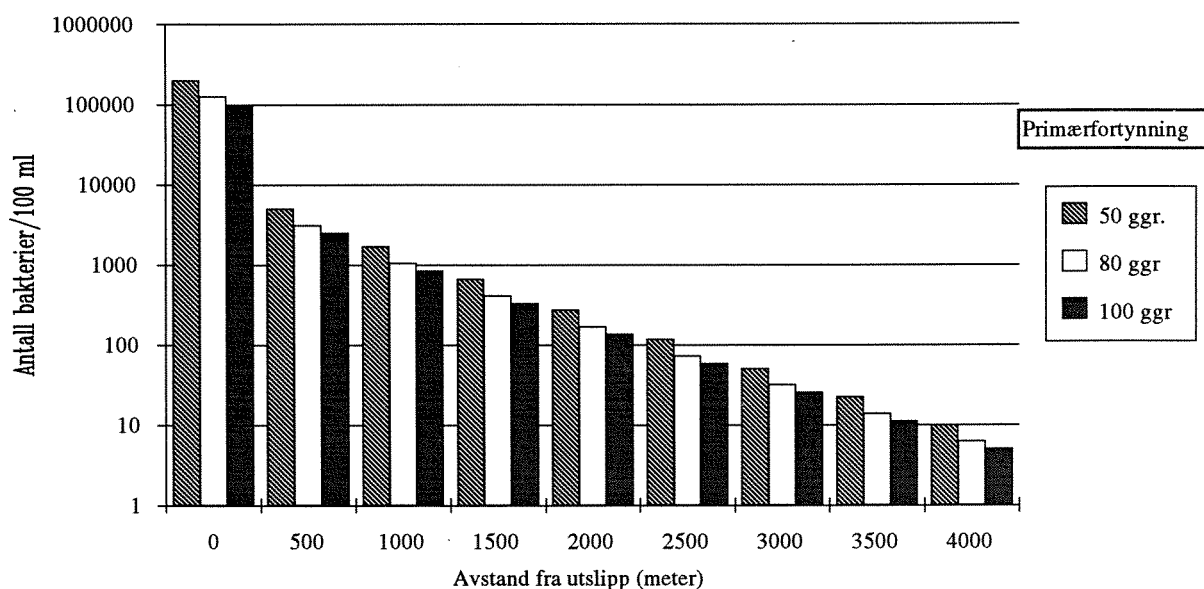
Figur 11. Innlagringsdyp for avløpsvann beregnet for observasjoner fra stasjon F1 og F2 juni til august 1991.

6.2. Spredning og fortykning av avløpsvannet.

Normalt vil avløpsvannet innlagres dypere enn 15 meter og med en fortykning på 50 til 80 ganger. Med de strømforhold som blitt registrert i området vil det fortynnede avløpsvannet transporteres parallelt med kysten og fortyknes ytterligere. Sannsynligheten for at det skal nå

overflaten er liten. Når overflatestrømmene går mot nord er vindretningen i allmennhet sørlig og sprangsjiktet vil fordypes og avløpsvannet vil innlagres dypere. Allikevel kan det ikke utelukkes at avløpsvann når overflaten og derfra spredes mot land. For et slikt verste tilfelle er det foretatt en beregning av bakteriekonsentrasjoner under forutsetning av strømhastigheter på 0.1 m/s, samt med hensyn tatt til bakterienes decay som følge av sollys og sjøvannseffekter. Antall bakterier i avløpsvannet er satt til 10^7 pr. 100 ml vann.

Helsemyndighetenes krav til godt badevann i friluftsbad er: Geometrisk middelvei for minst 6 observasjoner tatt i en 30 dagers periode skal være mindre enn 50 bakterier/ 100 ml vann. Verdien kan bare overskrides med inntil 100 % i høyst 10 % av enkeltresultatene, (SIF, 1976).



Figur 12. Beregnet bakteriekonsentrasjon på ulike avstand nedstrøms utslippssted med en gjennomsnittlig strømhastighet av 0.1 m/s.

Beregningene er gjennomført med en enkel (barotrop) spredningsmodell (Tjomsland og Molvær 1988) med en pålagt overflatestrøm på 0.1 m/s. Beregningene viser således resultatet ved en meget ugunstig situasjon. Det er størst sannsynlighet for at avløpsvannet har en primærfortynning omkring 100 ggr. når det kommer til overflaten. Helsemyndighetenes krav vil i slike tilfeller kunne overskrides ca. 2000 meters nedstrøms utslippet. Imidlertid vil frekvensen for overskridelser av disse krav være lav. Derved vil helsemyndighetenes krav normalt være oppfylt.

6.3 Sammenfattende vurderinger.

Av de to vurderte utslippsstedene (F1 og F2) vil det vestliggende alternativet (F1) ha gunstigere strømforhold for å unngå spredning mot land. Utslippsdypet bør ikke plasseres på mindre dyp enn 32 meters dyp og ikke nærmere land enn ved stasjon F1.

Beregninger viser at avløpsvannet normalt vil innlagres under ca. 15 meters dyp sommertid, men at det oftere vil trenge opp til overflaten høst og vinter. I selve utslippsområdet vil det

ved slike tilfeller kunne forekomme bakteriekonsentrasjoner som overstiger helsemyndighetenes krav til friluftsbad. Spredningsberegninger viser at en opptrenning av ca. 80 ggr. fortynnet avløpsvann kan gi konsentrasjoner som overstiger helsemyndighetenes krav til friluftsbad inntil ca. 3 km fra utslippsstedet. Ettersom frekvensen av slike situasjoner er lav vil helsemyndighetens krav normalt være oppfylte.

Sommerstid viser gjennomførte strømmålinger at strøm mot kysten er sjelden og av maksimalt ca. 4 timers varighet. Nordlig strøm forekommer ved vinder fra sør eller i perioder hvor strømmen veksler retning. Sørlige vinder er registrert ca. 3 dager pr. måned i sommerstid og under disse forhold vil oppstuing av overflatevann mot kysten normalt føre til at avløpsvannet innlagres på dypet. Slike forhold vil gjøre sannsynligheten for eksponering av fortynnet avløpsvann med forhøyede bakteriekonsentrasjoner ved land liten. I verste tilfelle vil en observatør ved Einarsneset noen gang pr. måned kunne måle bakteriekonsentrasjoner som overstiger ca 500 ml bakterier pr. 100 ml vann.

7. Felles utslipp med Elkem aluminium, Lista.

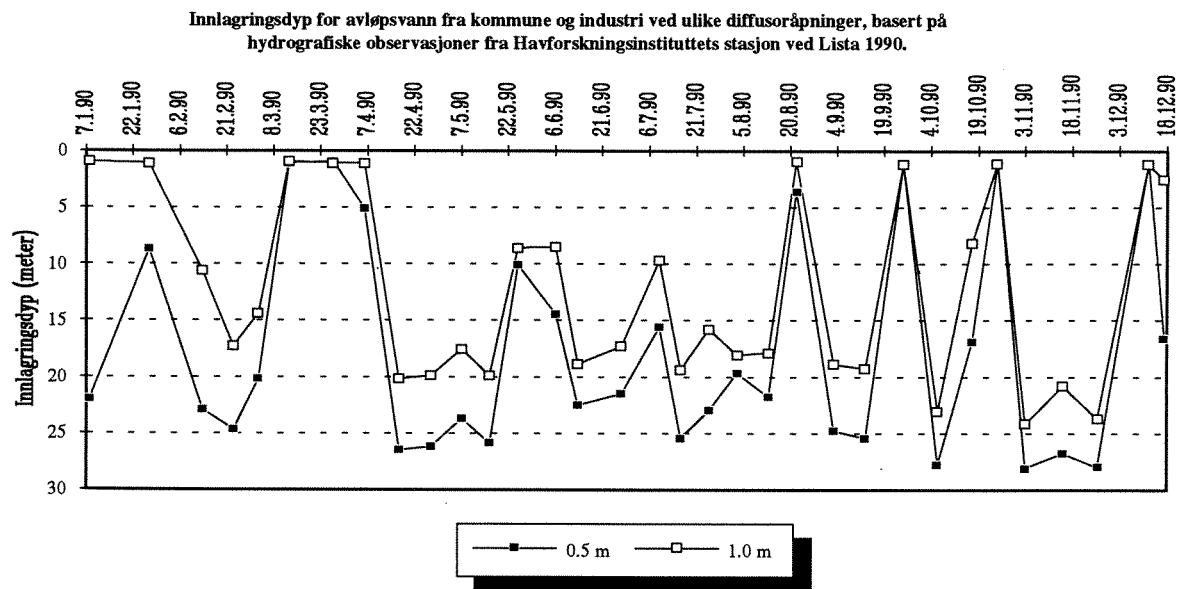
Det foreligger planer om at avløpsvannet til Elkem aluminium skal slippes ut på samme ledning som avløpsvannet fra kommunen. Dette betyr etter informasjon fra industrien en økning av vannmengde på utslippet fra ca. 0.038 m³/s til ca 1.01 m³/s. Kommunens avløpsvann vil da utgjøre ca. 4 % av det samlede utslippet. Utslippets størrelse betyr at diffusorhullets diameter må økes til 0.5 m. Avløpsvannet fra industrien tas fra Indre Lundevågen på ca. 5 meters dyp. Vannet brukes som vaskevann for røykgass og varmes opp ca. 6 grader før utslipp. Det foreligger kun tre observasjoner fra Indre Lundevågen av saltholdighet og temperatur på det aktuelle dypet i juni/juli. Øvrige deler av året foreligger kun observasjoner fra Ytre Lundevågen (Molvær. pers. medd.). Ut fra disse observasjoner varierer saltholdigheten mellom 25-34 PSU. Temperaturen skiller seg lite fra temperaturen i havet.

Nye utslippsberegninger er gjennomført med observasjoner fra Lista. Utslippsdyp er fortsatt 32 meter, med et diffusorhull på 0.5 meter. Temperaturen på utslippsvannet er satt til overflatevannets temperatur + 6 grader. Saltholdigheten er satt til 30 PSU på vinterhalvåret korrigert for det kommunale kloakkvannets innblanding, og til 25 PSU sommertid. Egenvekten på det samlede avløpsvannet kan derfor være noe lavere enn i virkeligheten, dvs. innlagringsdypet noe høyere opp i vannmassen.

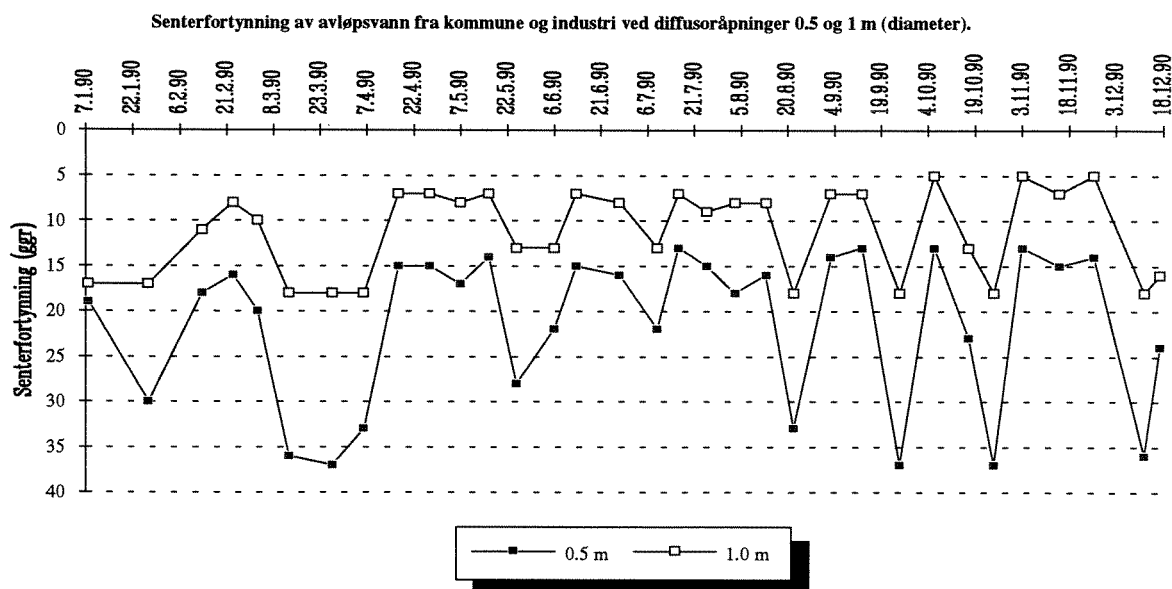
Figur 13 og 14 viser innlagringsdyp og senterfortynning på det samlede avløpsvannet.

Figur 13 viser at innlagringsdypet er avhengig av diameteren på diffusorhullet. Med 0.5 meters diameter er innlagringsdypet oftest mellom 20-25 meters dyp, men i enkelte tilfeller kan avløpsvannet nå overflaten. Primærfortynningen blir klart dårligere for det samlede avløpsvannet, sammenlignet med kun kommunalt avløpsvann. Normalt varierer den mellom 15 -20 ggr og ved innlagring i overflaten blir fortynningen bare mellom 30 - 40 ggr. Dette skyldes i første rekke at det samlede vannet har større egenvekt enn det kommunale avløpsvannet. Bakteriekonsentrasjonen i det samlede avløpsvannet vil bli ca. 4 % av bakteriekonsentrasjonen i det kommunale avløpsvannet, dvs ca 400.000 bakterier/ 100 ml vann. Den endelige konsentrasjonen i det fortynnete avløpsvannet vil således variere mellom 20.000 bakterier/100 ml (20 ggr. fortynnet) til ca. 10000 bakterier pr. 100 ml vann ved 40 ggr. primærfortynning. industriens avløpsvann vil således fortynne det kommunale

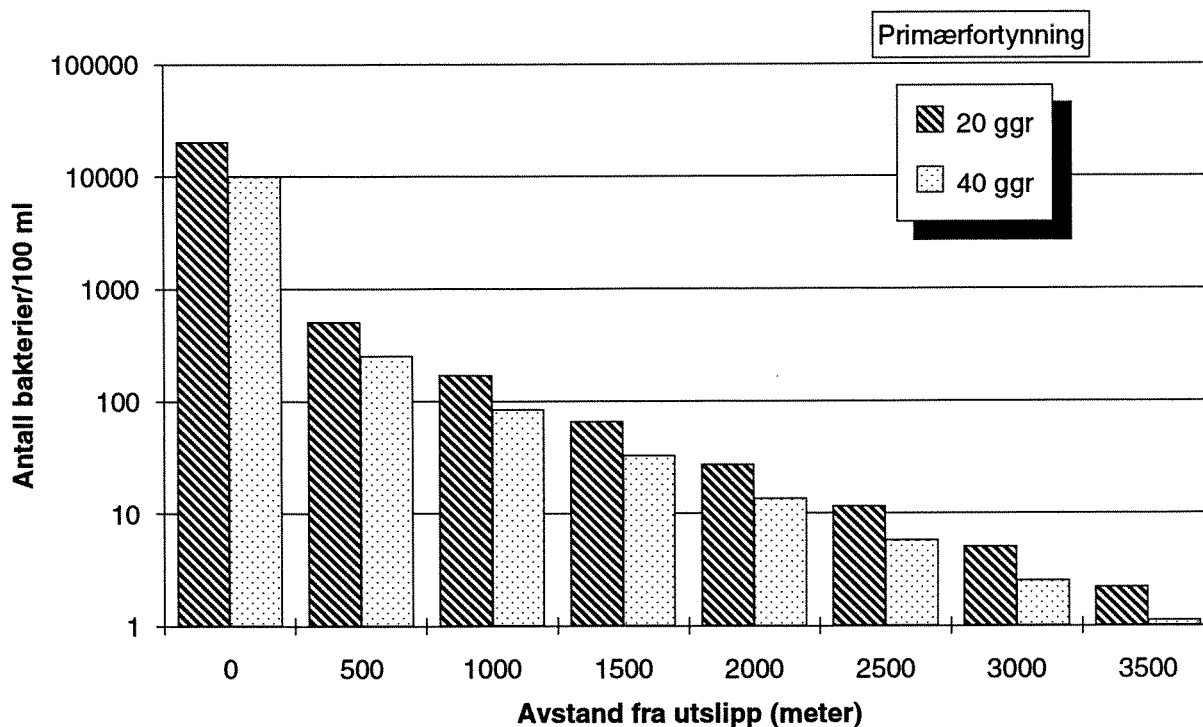
avløpsvannet og gi lavere bakteriekonsentrasjoner. Dette forutsetter at industriens avløpsvann ikke inneholder bakterier eller begunstiger bakterievekst. Ved en optrengning av det samlede fortynnede avløpsvannet til overflaten vil bakteriekonsentrasjonene på ulike avstand fra utslippet bli omtrent som vist i figur 15. Generelt vil således risikoen for en påvirkning av strandområdene innenfor utslippstedet være mindre enn med utslipp av kun kommunal kloakk. Imidlertid bør en vurdering av et samlet utslipp gjøres mer nøye (vurdering av diffusor, bedømmelse av den samlede miljøeffekten m.m.).



Figur 13. Innlagringsdyp ved utslipp av avløpsvann fra Farsund kommune og Elkem aluminiumsverk, Lista, beregnet for en diffusoråpning på 0.5 og en på 1.0 m (diameter), beregnet på Havforskningsinstituttet hydrografiske observasjoner ved Lista 1990.



Figur 14. Senterfortynning ved utslipp av avløpsvann fra Farsund kommune og Elkem aluminiumsverk, Lista. En diffusoråpning på 0.5 og en på 1.0 m (diameter), beregnet på Havforskningsinstituttets hydrografiske observasjoner ved Lista 1990.



Figur 15. Beregnet bakteriekonsentrasjon for det samlede avløpsvannet på ulike avstand nedstrøms utslippssted med en gjennomsnittlig strømhastighet av 0.1 m/s.

8. Konklusjoner og anbefalinger.

Ved valg av det gunstigste utslippsalternativ (stasjon F1), vil det i enkelte tilfeller kunne være en risiko for at vannet ved Einarsneset og øyene utenfor blir påvirket av fortennet avløpsvann med bakteriekonsentrasjoner som i kortere tid vil være ugunstig for friluftsbad. Varigheten av slike situasjoner anslås fra noen timer til et halvt døgn. Sannsynligheten for at dette skal inntreffe sommertid er liten.

Det er således liten sannsynlighet for at bakterier fra avløpsvannet skal påvirke strendene innenfor utslippstedet. Imidlertid vil det ved utslippstedet på innlagingsdyp samt av og til i overflatelaget (oftest på vinterhalvåret) opptre overkonsentrasjoner av bakterier. Dette kan ikke være helt uten interesse for annen friluftsvirksomhet som f.eks. fiske.

Strømforholdene ved det anbefalte utslippstedet er slike at en forlengelse av utslippsledningen vil øke sikkerheten for at Einarsneset ikke skal bli påvirket av bakterier.

Det anbefales at utslipp ved stasjon F1 velges for det kommunale utslippet. Videre anbefales at det foretas en overvåking av bakterieforholdene i området (termotolerante koliforme bakterier) for å klarlegge utslippets influens på området. Overvåkingen må gjennomføres om sommeren med observasjoner minst en gang pr. uke i juli/august. Skulle overvåkingen av området vise på forhøyede bakteriekonsentrasjoner må avløpsvannet renses ytterligere.

Når også avløpsvann fra industrien skal slippes ut sammen med det kommunale avløpsvannet

vil risikoen for negativ påvirkning av strandområdene innenfor utslippstedet avta. Bortsett fra bakterieproblemet bør det foretas en nøyere vurdering av konsekvensene av et samlet utslipp bl.a. med hensyn til miljøgifter.

9. Litteratur.

Bjerkeng,B., 1979: Diffusor og initialfortynning. Norsk institutt for vannforskning.

SIFF (Statens institutt for folkehese), 1976: Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann. Rev. utg. nov. 1976, Oslo.

Tjomsland,T. og Molvær,J., 1988: Test av en enkel matematisk spredningsmodell på Glomfjord. Norsk institutt for vannforskning.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2023-2