



O-95078

Vurdering av utslipp ved

Huseby og Østre Hauge  
Farsund kommune

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-95078	Undernr.:
Løpenr.: 3313	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Vurdering av utslipp ved Huseby og Østre Hauge, Farsund kommune	Dato: 1/6-95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Marin økologi	
Forfatter(e): Jarle Molvær	Geografisk område: Vest-Agder	
	Antall sider: 9	Opplag:

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

Ekstrakt:

I 1991 vurderte NIVA mulige miljøproblem knyttet til utslipp av kommunalt avløpsvann utenfor Einarsneset, Farsund. I denne rapporten vurderes om forflytning av utslippet østover (Huseby) eller vestover (Østre Hauge) endrer konklusjonene i NIVAs rapport fra 1991.

Selv om vurderingsgrunnlaget også er noe endret mht. vannmengde og utslippsarrangement, vil innlagringsdyp og fortynning ved begge alternativer være minst like gunstig som for det opprinnelig planlagte utslippet ved Einarsneset. Risikoen for dårlig badevannskvalitet pga. høyt bakterietall i overflaten inn mot bade-strendene nord, øst og vest for utslippene i sommerhalvåret, vil ikke være større ved utslipp utenfor Huseby eller Østre Hauge enn utenfor Einarsneset.

4 emneord, norske

1. Farsund
2. Kommunalt avløpsvann
3. Fortynning
4. Vannhygiene

4 emneord, engelske

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

Prosjektleder

Jarle Molvær

For administrasjonen

Torgeir Bakke

ISBN82-577-2777-6

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING**

**OSLO**

**O-95078**

**VURDERING AV UTSLIPP VED HUSEBY OG ØSTRE HAUGE**

**FARSUND KOMMUNE**

**Oslo, 1.6 1995**

**Jarle Molvær**

**FORMÅL**

*Den foreliggende vurderingen av utslipp av kommunalt avløpsvann utenfor Huseby og Østre Hauge på Lista er utarbeidet for Farsund kommune, Teknisk etat, i henhold i kommunens brev av 27.2 1995.*

*Arbeidet tar utgangspunkt i NIVAs vurderinger i 1991 av et tilsvarende utslipp utenfor Einarsneset, og legger vekt på å bedømme om de to alternativene gir ulemper i forhold til Einarsnes-alternativet. Spesiell vekt legges på badevannskvaliteten i området.*

*Oslo, 1. juni 1995*

*Jarle Molvær*

**INNHOLD**

	Side:
FORMÅL .....	1
KONKLUSJON .....	3
1. HOVEDTREKK VED UTREDNINGEN I 1991 .....	4
2. HUSEBY-ALTERNATIVET .....	5
2.1 Forutsetninger .....	5
2.2 Vurdering .....	5
3. ØSTRE HAUGE ALTERNATIVET .....	9
3.1 Forutsetninger .....	9
3.2 Vurdering .....	9
4. LITTERATUR .....	9

## **KONKLUSJON**

*I forhold til NIVAs vurderinger fra 1991 av et utslipp av kommunalt avløpsvann utenfor Einarsneset, er vurderingsgrunnlaget noe endret. Største forskjellene er økt vannmengde, annen utforming av diffusor, i tillegg til forflytning østover (Huseby-alternativet) eller vestover (Østre Hauge).*

*Innlagringsdyp og fortytning vil ved begge alternativer være minst like gunstig som for det opprinnelig planlagte utslippet ved Einarsneset. Grunnen er at virkningen av økt vannmengde kompenseres av raskere og økt fortytning ved annen utforming av diffusoren.*

*Risikoen for dårlig badevannskvalitet pga. høyt bakterietall i overflaten inn mot badestrendene nord, øst og vest for utslippene i sommerhalvåret vil ikke være større ved utslipp utenfor Huseby eller Østre Hauge enn utenfor Einarsneset.*

## 1. HOVEDTREKK VED UTREDNINGEN I 1991

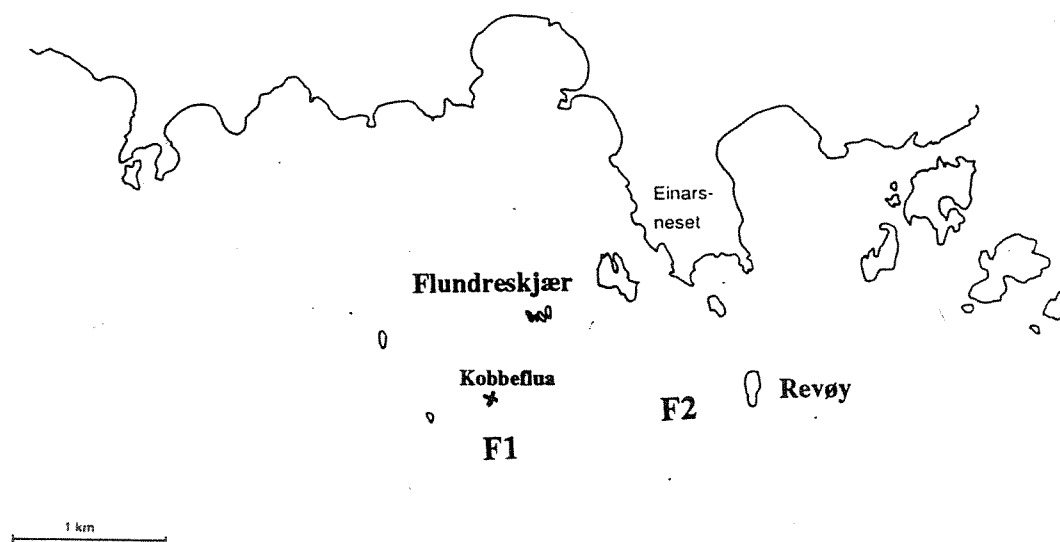
Som grunnlag for de etterfølgende vurderingene oppsummeres først hovedtrekkene i den vurderingen av utslipp av kommunal kloakk utenfor Einarsneset som NIVA utførte i 1991 (Magnusson 1991).

I det arbeidet vurderte man et utslipp av kommunalt avløpsvann fra 16400 pe utenfor Einarsneset (figur 1). Man forutsatte enkel rensing i et sil-anlegg før utslipp. Gjennomsnittlig vannmengde var oppgitt til 3280 m<sup>3</sup>/døgn (38 l/s), med 8000 m<sup>3</sup>/døgn (93 l/s) som dimensjonerende vannmengde.

I juli-august 1991 ble strømforholdene undersøkt ved bruk av faststående strømmålere i 7 m dyp i to målepunkt utenfor Einarsneset (se fig. 1), og strømbanene i overflaten ble registrert ved bruk av driftmerker ved syv tidspunkt samtidig som vertikallprofiler for temperatur og saltholdighet ble målt.

På dette grunnlag ble det utført beregninger av innlagringsdyp og fortykning av det kommunale avløpsvannet, samt etterfølgende spredning og videre fortykning. Man anbefalte utslipp i 32 m dyp ved stasjon F1 (figur 1). Sannsynligheten for at bakterier fra avløpsvannet påvirker badevannskvaliteten på strendene innenfor utslippsstedet ble da ansett for å være liten.

Også utslipp av kommunalt avløpsvann sammen med avløpsvann fra Elkem Aluminium ble vurdert, men resultatene omtales ikke nærmere her.



Figur 1. Området utenfor Einarsneset, Farsund. Målepunktene F1 og F2 er avmerket (fra Magnusson 1991).

## 2. HUSEBY-ALTERNATIVET

### 2.1 Forutsetninger

Det er flere forskjeller mellom det utslippet som ble vurdert av NIVA i 1991 og det som nå skal vurderes:

- Dimensjonerende vannmengde er 180 l/s, mot 93 l/s i 1991. Gjennomsnittlig vannmengde er 57 l/s. Rensetiltak er de samme som beskrevet i kapittel 1.*
- Avløpsvannet er tenkt sluppet ut gjennom en diffusor bestående av 24 hull med diameter 70 mm og innbyrdes avstand 4 m. I 1991 ble et hull med diameter 100 mm vurdert.*
- Utslippsstedet ligger nær F2 i figur 1, dvs. 500-700 m lenger østover enn posisjonen vurdert av NIVA i 1991.*

Dette betyr at innlagringsdyp og primærfortynningen endres i forhold til 1991-alternativet. Større vannmengde vil bety mindre primærfortynning og innlagring høyere i vannmassen, noe som imidlertid helt eller delvis kan kompenseres av diffusoren.

### 2.2 Vurdering

En fullstendig gjentakelse av beregningene som ble utført i 1991 ansees å ligge utenfor rammen av dette prosjektet. For å bedømme hvordan det innlagring og fortynning avviker fra 1991-beregningene, har vi i stedet utført beregninger for den tetthetsprofilen som ble målt 22.7 1991 - da innlagringsforholdene utenfor Einarsneset var ugunstigst.

Vi skal primært vurdere om endring i vannmengde, utslippsarrangement samt av utslippssted og -dyp kan ha uheldige virkninger på badevannskvaliteten i området, sett i forhold til NIVAs prognoser i 1991 (Magnusson 1991). Til grunn for vurderingen legger vi SFTs veileder mht. virkninger av tarmbakterier (Baalsrud 1994), som tabell 2.1 bygger på.

Tabell 2.1 *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

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

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



der:  $t$  = tid  
 $k$  = desimeringskonstant, som angir hvor raskt konsentrasjonen avtar pga. dødelighet.  
 $F$  = fortykning  
 $C_0$  = konsentrasjonen i avløpsvannet,  $5 \cdot 10^6$  termotabile koliforme bakterier/100 ml.  
 $C$  = konsentrasjonen etter tiden  $t$ .

Vi anvender en modell (PLUMES, Baumgartner et al., 1994) som det amerikanske forurensningstilsynet (EPA) anbefaler til slike utslippsvurderinger. Modellen beregner  $C$  med grunnlag i innlagringsdyp, desimeringen og videre fortykning nedstrøms utslippspunktet. For den turbulente blanding anvendes koeffisienten  $0.00453 \text{ cm}^{2/3}/\text{s}$  som EPA anbefaler for relativt åpent kystfarvann.

For å anslå desimeringen tar vi utgangspunkt i størrelsen  $T_{90}$  som angir hvor mange timer som går før bakterieantallet er redusert med 90%. Innledende beregninger har vist at avløpsvannet innlagres i 15-25 m dyp. I dette dypet er lysintensiteten svak, og av den grunn setter vi  $T_{90}=14$  timer. Det tilsvarer  $k=3.95$ . Hvis skyen med fortyntet avløpsvann kommer nærmere overflaten vil desimeringen øke, og bakteriekonsentrasjonen avta raskere.

Innlagringsdypet påvirkes av vannmengde og strømhastighet. Vi nevner at Magnusson (1991) fant at i 7 m dyp ved st. F2 var gjennomsnittlig strømhastighet ca. 8 cm/s, og mer enn 95% av registreringene var under 30 cm/s. Tabell 2.2 viser resultater for tetthetsprofilen den 22.7 1991.

Tabell 2.2 *Innlagringsdyp for 22.7 1991 ved varierende strømhastighet og vannmengde.*

Strømhastighet	Innlagringsdyp	
	Q=57 l/s	Q=180 l/s
3 cm/s	21 m	19 m
10 cm/s	27 m	25 m
30 cm/s	29 m	28 m

Den vertikale utstrekningen av skyen med fortyntet avløpsvann er ikke bestemt av dataprogrammet PLUMES. Beregninger ved et tilsvarende program fra EPA (RSB, Baumgartner et al. 1994) tyder på at tykkelsen ved  $Q=180 \text{ l/s}$  kan bli 10-15 m, varierende med strømhastighet. I skyens øvre og nedre kant vil fortyningen være svært stor, og konsentrasjonen av bakterier tilsvarende lav. **Dette betyr at for denne situasjonen vil avløpsvannet innlagres så dypt at det ikke vil trenge inn over de grunnere områdene til badestrendene.**

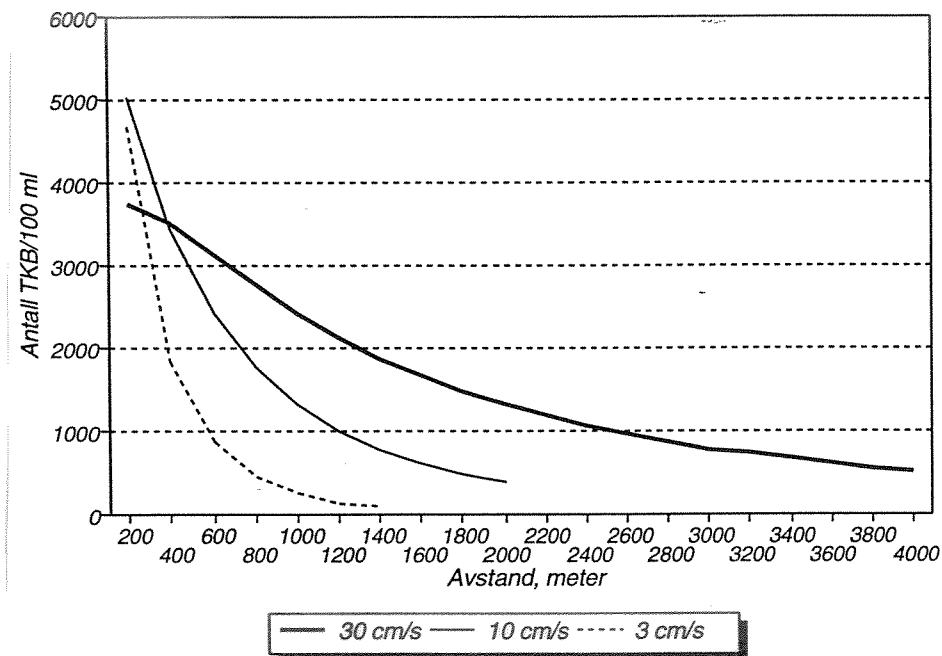
Beregningen gjelder en ugunstig situasjon sommerstid, stor vannmengde og svak sjiktning. Ved gjennomsnittlig vannmengde og sterkere sjiktning i utslippsområdet vil innlagringen skje noe dypere og den vertikale utbredelsen av skyen være mindre.

Selv om avløpsvannet til vanlig vil ligge dypt, er det likevel av interesse å vite hvilke konsentrasjoner som kan forventes i sentrum av den dyptliggende skyen ved forskjellig avstand fra utslippspunktet. Figur 2.1 viser resultatet av modellberegningene for 22.7 1991 og en

gjennomsnittlig strømhastighet på 3, 10 og 30 cm/s.

Ved maksimalt vannutslipp sommerstid kan konsentrasjonen av termotabile koliforme bakterier i sentrum av skyen være høyere enn 1000 TKB/100 ml inntil 0.5-2.5 km "nedstrøms" utslippspunktet. På den annen side gjelder dette en vannmasse i 15-25 m dyp, som av topografiske grunner vanligvis ikke kan nå inn til de grunne badestrendene. Ved vedvarende fralandsvind kan imidlertid dypere, kaldt vann bli brakt til overflaten. I de tilfeller vil dødeligheten øke pga. sterkere lys enn dypere nede - og bakteriekonsentrasjonen avta raskere .

Vi nevner også at en gjennomsnittlig strømhastighet på 20-30 cm/s fra utslippspunktet og helt inn til en badestrand sannsynligvis er altfor høyt (jfr. foregående side). Det betyr at bakteriefordelingen som i fig. 2.1 illustreres for 3-10 cm/s er mest sannsynlig.



Figur 2.1 Vertikal lagdeling som 22.7 1991, og vannmengde 180 l/s. Konsentrasjon av termotabile koliforme bakterier i sentrum av skyen ved varierende strømhastighet og varierende avstand fra utslippspunktet.

Til sammenligning gir tabell 2.3 i grove trekk avstanden fra aktuelle utslippsstedene til noen badeområder.

Tabell 2.3. Avstand til de viktigste rekreasjonsområdene.

Utslippssted	Strand	Distanse, km
Huseby	Lomsesanden	2.5-3
	Husebysanden	2.5-3
	Havikodden	3-3.5
	Kviljodden	5
Østre Hauge	Lomsesanden	4-5
	Husebysanden	2.5-3
	Havikodden	1.5-2
	Kviljodden	3.5

*Betydningen av dyp innlagring og stor fortykning av avløpsvannet er langt større enn endret utslippssted i forhold til badestrendene. Sammenlignet med utslippet utenfor Einarsneset som NIVA vurderte i 1991, er risikoen for forurensning fra utslipp utenfor Huseby i hovedsak den samme. Effekten av større vannmengde mht. innlagring og fortykning oppveies av en diffusor med flere og mindre hull.*

Vi påpeker imidlertid at i forhold til Lomsesanden vil avstanden avta litt, mens avstanden til Husebysanden og strendene vestover vil øke tilsvarende. Men så lenge avløpsvannet innlagres i 15-25 m dyp har denne forflytningen minimal betydning. I tilfeller (særlig vinterhalvåret) da sjiktningen i vannmassen er svak og avløpsvannet når opp mot overflaten, vil imidlertid redusert avstand kunne medføre litt høyere konsentrasjoner av bakterier (jfr. fig. 3.1). Men som tidligere nevnt vil gjennombrudd til overflaten av sterkt fortynt avløpsvann (varierende fortykning, men sannsynlig 400-600x), også bety raskere desimering (dødelighet) av bakteriene på grunn av sterkere virkning fra lys enn dypere nede i vannmassen.

### 3. ØSTRE HAUGE ALTERNATIVET

#### 3.1 Forutsetninger

Vannmengder, tilknyttet antall pe og rensetiltak er de samme som beskrevet ovenfor i kapittel 1. *Forskjellen består i at utslippsstedet er flyttet vest for F1 i figur 1. Dvs. 2-4 m dypere og 500-600 m lenger vestover enn anbefalt av NIVA i 1991. Vi forutsetter at den vertikale lagdelingen i vannmassen og strømretning/-hastighet ikke er vesentlig forskjellig for de to lokalitetene.*

#### 3.2 Vurdering

Vi bygger på samme grunnlag som ovenfor er gjennomgått for Huseby-alternativet, spesielt tabell 2.2 og figur 2.1. *I alt vesentlig er vurderingen den samme, dvs. at forskjellen mellom utslipp utenfor Østre Hauge og utenfor Einarsneset er minimal hva innvirkning på badevannskvaliteten sommerstid angår.*

### 4. LITTERATUR

Baumgartner, D.J, Frick, W.E. and Roberts, P.J.W, 1994: Dilution models for effluent discharge (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.

Magnusson, J., 1991. Vurdering av utslipp fra kommunal kloakk utenfor Einarsneset, Farsund. NIVA-rapport nr. 2672. Oslo. 19 sider.

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

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

ISBN 82-577-2777-6