

RAPPORT LNR 3588-96

**O**ksygenmålinger ved  
lufting av Lønnestjern ved  
Bergen lufthavn, Flesland  
høsten 1996

**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 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

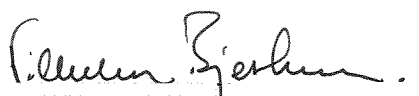
Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Oksygenmålinger ved lufting av Lønnestjern ved Bergen lufthavn, Flesland høsten 1996.	Løpenr. (for bestilling) 3588-96	Dato 20.12.96
	Prosjektnr. Undernr. O-96241	Sider Pris 12
Forfatter(e) Vilhelm Bjercknes	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Luftfartsverket, Region Hordaland og Sogn og Fjordane	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Lønnestjern ved Bergen lufthavn ble over lengre tid i 1995 tilført store mengder sanitær avløpsvann og avsningsvæske (glykol), med anaerob tilstand og dannelse av illeluktende gasser som resultat. Som første skritt med sikte på restaurering av vannforekomsten ble det høsten 1996 lagt ned diffusorer langs bunnen av Lønnestjern for innblåsing av luft. Innblåsing startet 17. oktober og ble foreløpig stanset 2. desember. I løpet av denne perioden steg oksygenmetningen i vannsøylen til omkring 80%. I rapporten foreslås videre tiltak og oppfølgende undersøkelser med tanke på en restaurering av vannforekomsten.</p>
---

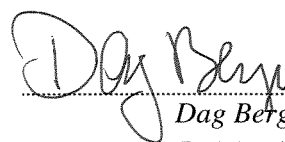
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forurensning</li> <li>2. Glykol</li> <li>3. Resdtaurering</li> <li>4. Oksygen</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pollution</li> <li>2. Glycol</li> <li>3. Restoration</li> <li>4. Oxygen</li> </ol>
---	---



Vilhelm Bjercknes

Prosjektleder

ISBN 82-577-3141-2



Dag Berge

Forsknings sjef

O-96241

**Oksygenmålinger ved lufting av Lønnestjern  
ved Bergen lufthavn, Flesland høsten 1996**

## Forord

Etter oppdrag fra Luftfartsverket har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) gjennomført måleprogram for oksygen i Lønnestjern ved Bergen Lufthavn, Flesland høsten 1996, mens vannet ble tilført luft. Luftingen ble utført av Veidekke A/S.

Tiltaket startet opp 16. oktober 1996 etter anbefaling fra NIVA, etter at det sommeren 1996 var konstatert at kraftig forurensning av vannet var årsak til bl.a. luktplager i omgivelsene. Ukentlige analyser av hydrogensulfid og/eller oksygen er foretatt av NIVA basert på vannprøver fra tjernet. Prøvene er dels tatt av personell fra AS Veidekke, dels av personell fra NIVA.

Vi takker Luftfartsverket v/overingeniør Tone Bjerkestrand for oppdraget. Videre vil vi takke Veidekke A/S v/Kålås og Flesland for hjelp til prøvetaking.

Bergen 20. desember 1996

Vilhelm Bjerknes

---

## **Innhold**

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>6</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>6</b>
<b>4. Diskusjon og anbefalinger</b>	<b>7</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>9</b>
<b>Vedlegg 1</b>	<b>10</b>

## Sammendrag

### *Problem, tiltak og resultat*

Lønnestjern ble kraftig forurenset av sanitær avløpsvann og avisningsvæske for fly i 1995. Dette førte til anaerob tilstand i vannforekomsten. Avgivelse av illeluktende gasser (hydrogensulfid og merkaptaner) skapte luktplager i omgivelsene. Vannforekomsten er liten, og lite egnet som resipient for avløpsvann.

Som et første skritt for restaurering av vannforekomsten, ble det høsten 1996 lagt diffusorer langs bunnen av Lønnestjern for innblåsing av luft. Lufteprojektet startet 17. oktober, med kontinuerlig innblåsing frem til 2. desember.

I lufteperioden ble det tatt ukentlige prøver fra vannsøylen for titrimetrisk påvisning av oksygen, og det ble påvist en gradvis økning i oksygenmetning opp til omkr. 80%. Vannet i tilførselsbekkene var imidlertid fortsatt illeluktende 4. desember, og lukten i området er fortsatt plagsom i perioder med stillestående luft.

### *Anbefaling, oppfølging*

Ny prøvetaking og analyser av vannet i tilførselskildene bør foretas våren 1997 for å klargjøre om lufthavnens oppsamlingssystem for avisningsvæske fungerer tilfredsstillende. Sedimentene i Lønnestjern, vannsystemet nedstrøms tjernet og resipienten Lønninghavn bør undersøkes for effekter av den kraftige forurensingen. Det bør defineres miljømål for en restaurering av vannforekomsten, og et oppfølgende tiltaks- og overvåkingsprogram bør gjennomføres for å sikre en gunstig utvikling av miljøet.

## 1. Innledning

Forurensningsproblemene i Lønneestjern med avløp er undersøkt og beskrevet av Holtan (1996). Undersøkelsen, som ble foretatt sommeren 1996, viste at vannet i tjernet var fullstendig fritt for oksygen på grunn av sterk overbelastning av lett nedbrytbart organisk stoff (glykol) i forhold til tilgang på oksygen. NIVA foretok også en undersøkelse av vannforekomstene ved Bergen lufthavn sommeren 1991, herunder Lønneestjern med bekkeavløp (Stene Johansen & Holtan 1991). Undersøkelsen gir visse holdpunkter for å vurdere resipientens førtilstand.

NOTEBY gjennomførte en miljøteknisk grunnundersøkelse som omfatter jord- og vannprøvetaking oppstrøms Lønneestjern og vannprøvetaking i tjernet i oktober 1996 for å kartlegge kilder til- og omfang av glykolforurensning (NOTEBY 1996).

Det henvises til de tre ovennevnte rapportene for en nærmere beskrivelse av vassdrag, nedslagsfelt, samt årsak/virkningsforhold.

17. oktober 1996 ble det satt igang innblåsing av luft i Lønneestjern via diffusorer langs bunnen. Dette arbeidet ble utført av AS Veidekke.

Luftfartsverket har gitt NIVA i oppdrag å sørge for ukentlige vannprøver i vannsøylen for analyse av H<sub>2</sub>S og/eller O<sub>2</sub> før og under lufting. Lufting startet 17. oktober. For å unngå risiko for underkjøling av vannsøylen ble luftingen stanset 2. desember 1996 etter anbefaling fra NIVA. Nedenfor følger en kort redegjørelse for de undersøkelser som er gjort, og resultatene av disse, samt anbefaling av oppfølgende undersøkelser.

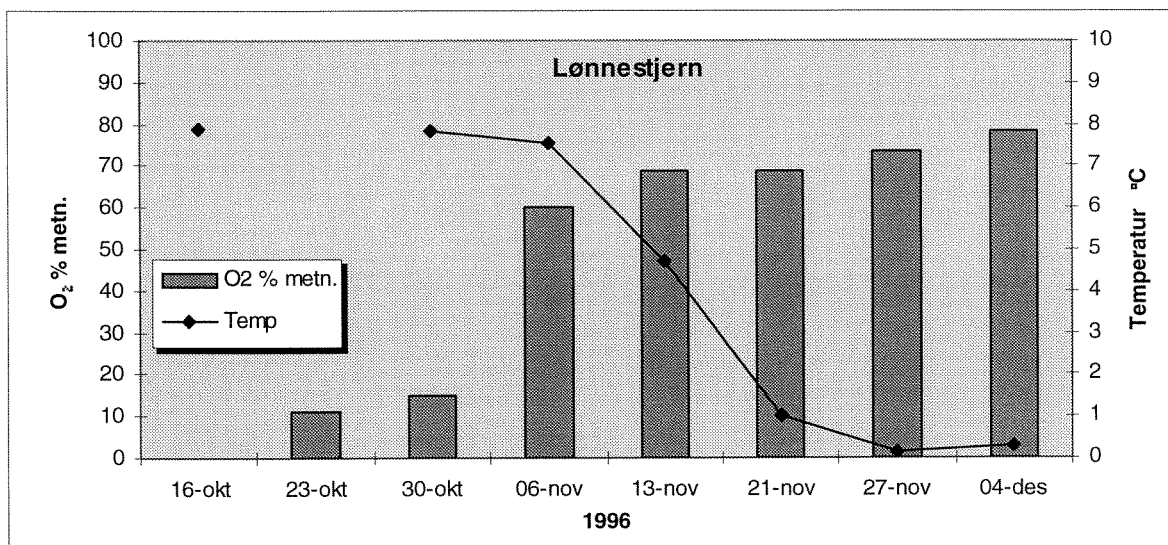
## 2. Materiale og metoder

Prøver er tatt fra 0, 3, 5 og 7 m dyp 16., 23. og 30. oktober og 6., 13., 21. og 27. november og 4. desember. Prøvene ble tatt med vannhenteter av Ruttner-type, og fylt på glassflasker (ca. 125 ml) med innslipte propper. Prøvene ble umiddelbart tilsatt 1 ml. mangansulfatløsning og 1 ml jodidopløsning, og fraktet til laboratoriet for titrimetrisk bestemmelse av henholdsvis hydrogensulfid eller oksygen.

## 3. Resultater

Ved første prøvetaking var det kraftig lukt av H<sub>2</sub>S og merkaptaner (løklukt) i området ved og omkring Lønneestjern. Resultatene av oksygenanalysene fra ulike prøvedatoer og dyp er gjengitt i vedlegg. Figur 1 viser utviklingen i oksygenmetning og temperatur i vannsøylen i perioden fra 16. oktober til 4. desember 1996. Etter 3 ukers lufting var vannkvaliteten endret fra tilstandsklasse V ("Meget dårlig") til II ("Mindre god"), og fra egnethetsklasse 4 (Ikke egnet) til 1 (Godt egnet) (SFT 1993), med hensyn til oksygen.

Ved prøvetaking 27. november og 4. desember var det fortsatt lukt av H<sub>2</sub>S fra innløpsbekken. Totalt sett var luktproblemet betydelig redusert i forhold til første besøk.



**Figur 1.** Utvikling i oksygen og temperatur i Lønnestjern i forbindelse med lufting høsten 1996. Gjennomsnitt fra prøver tatt i 0, 3, 5 og 7 m dyp.

## 4. Diskusjon og anbefalinger

Lufting av Lønnestjern i perioden 17. oktober-2. desember 1996 har medført en positiv utvikling med hensyn til oksygeninnholdet i vannet.

NOTEBY (1996) kunne ikke påvise glykol i vannprøver tatt oppstrøms Lønnestjern. Analyser av jordprøver viser ikke spor etter kloakklekkasjen i 1995. Bekken som drenerer den militære delen av lufthavnen (vestre bekk) hadde høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og organisk karbon, noe som tyder på kloakkpåvirkning. Vann fra østre bekk og fra flyplassens overvannsledning inneholdt moderate mengder av disse stoffene.

Dette viser at tilførselene og mengdene av forurensning i nedslagsfeltet er betydelig redusert, men at det fortsatt tilføres forurenset (næringsrikt) vann til Lønnestjern. Det er ikke mulig å si hvordan dette vil påvirke den videre utviklingen av tilstanden i tjernet.

Det bør tas en serie av nye prøver av tilførselskildene, Lønnestjern og av avløpsbekken våren 1997, bl.a. for å gi svar på om oppsamlingssystemet for avisingsvæske fungerer tilfredsstillende. Videre bør det foretas en undersøkelse av sedimentene og vannsøylen i Lønnestjern m.h.t. bl.a. BOD.

Områdene nedstrøms Lønnestjern, dvs. utløpsbekken og Lønninghavn bør undersøkes for mulige effekter av den kraftige forurensningen vassdraget og resipienten nedstrøms vassdraget har vært utsatt for.

Det bør defineres miljømål for restaurering av vannforekomsten. Et overvåkings- og tiltaksprogram bør gjennomføres for å sikre at målene for restaureringen oppnås. Overvåking av oksygen, BOD, næringssalter og plante- og dyreplankton i Lønnestjern bør inngå i programmet, og lufting bør gjenopptas dersom BOD endrer seg i ugunstig retning. Videre bør rekolonisering av bunndyr



(strandsone og profundal) inngå i overvåkingsprogrammet. Man bør finne en referanselokalitet for sammenlikning av naturtilstand. Disse undersøkelsene bør settes igang tidligst mulig våren 1997.

## 5. Referanser

Holtan, H., 1996. Befaring og undersøkelse av Lønningtjern med tilløp/avløp ved Beregen lufthavn, Flesland. NIVA rapport nr. 3529-96.

NOTEBY, 1996. Lønningtjørn. Miljøtekniske undersøkelser. Kildelokalisering. 51766-1. 12 s.

SFT, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT-Veiledning nr. 92:06. 30 s.

Stene-Johansen, S. & Holtan, H. 1991. Glycolavrenning ved lufthavnene; Vurdering av resipienter og behov for reparerende-forebyggenede tiltak; Fase 2. NIVA-rapport nr. 2720.

# Vedlegg 1

Lønnestjern . Oksygen/Hydrogensulfidverdier i ulike dyp (vannhenter/titrimetrisk bestemmelse)

Tilstand og egnethet m.h.t. oksygenmetning er vurdert ut fra SFT's klassifiseringskjema for friluftsbad og rekreasjon.

**Tilstandsklasser:**

- I: "God"  
 II: "Mindre god"  
 III: "Nokså god"  
 IV: "Dårlig"  
 V: "Meget dårlig"

**Egnethetsklasser:**

- 1: Godt egnet  
 2: Eget  
 3: Mindre egnet  
 4: Ikke egnet

Tabell 1. Dato: 16.10.96

Dyp m	Temp. °C	H <sub>2</sub> S mg/l ml/l	O <sub>2</sub> mg/l ml/l	O <sub>2</sub> % metning	Tilstandsklasse
0	9.0	0	0.758 0.530	12	V
3	8.5	0	0.111 0.078	11	V
5	8.0	5.971 3.881	0	0	V
7	6.0	8.845 5.749	0	0	V
9.5	-	12.812 8.328	0	0	V

Tabell 2. Dato: 23.10.96

Dyp m	Temp. °C	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> % metn.	Tilstandsklasse/Egnethetsklasse
0		0	0.076	11	V/4
3		0	0.817	12	V/4
5		0	0.356	11	V/4
7		0	0.364	11	V/4

Tabell 3. Dato: 30.10.96

Dyp m	Temp <sup>o</sup> C	H <sub>2</sub> S mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> % metning	Tilstandsklasse / Egnethetsklasse
0	7.8	0	1.50	12.4	V/4
3	8.0	0	2,18	18.5	IV/3
5	8.0	0	1.76	15.0	IV/3
7	7.5	0	1.72	14.3	V/4

Tabell 4. Dato: 06.11.96

Dyp m	Temp °C	H <sub>2</sub> S mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> % metning	Tilstandsklasse/ Egnethetsklasse
0	8.0	0	6.39	54.0	II/1
3	7.8	0	7.58	64.0	II/1
5	7.5	0	6.77	56.5	II/1
7	7.3	0	7.32	61.0	II/1
9.5	7.2	0	7.77	64.0	II/1

Tabell 5. Dato: 13.11.96

Dyp m	Temp <sup>o</sup> C	H <sub>2</sub> S mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> % metning	Tilstandsklasse/ Egnethetsklasse
0	5	0	8.49	67.0	II/1
3	5	0	8.86	71.0	II/1
5	4.5	0	8.94	70.0	II/1
7	4.5	0	8.67	68.0	II/1
9.5	4.5	0	8.67	68.0	II/1

Tabell 6. Dato: 21.11.96

Dyp m	Temp <sup>o</sup> C	H <sub>2</sub> S mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> % metning	Tilstandsklasse/ Egnethetsklasse
0	1	0	9.71	68	II/1
3	1	0	9.86	69	II/1
5	1	0	10.51	74	II/1
7	1	0	9.66	68	II/1
9,5	1	0	9.19 (sediment i prøven)	65	II/1

Tabell 7. Dato: 27.11.96

Dyp m	Temp. °C	H <sub>2</sub> S mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> % metn.	Tilstandsklasse/ Egnethetsklasse
0	0.15	0	9.31	63	II/1
1	0.15	0	10.84	75	II/1
3	0.15	0	10.78	74	II/1
5	0.15	0	11.26	79	II/1
7	0.15	0	11.08	77	II/1

Tabell 8. Dato: 04.12.96

Dyp m	Temp °C	H <sub>2</sub> S mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> % metn.	Tilstandsklasse/ Egnethetsklasse
0	0.8	0	12.06	83	I/1
3	0.1	0	11.79	80	I/1
5	0.1	0	11.56	79	II/1
7	0.2	0	11.26	76	II/1
9.5	0.2	0	11.09	75	II/1

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3588-96.

ISBN 82-577-3141-2