

Tilstandsbeskrivelse
av Sælenvatnet
i Bergen
høsten 1994



Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 127, september 1994.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstandsbeskrivelse av Sælenvatnet i Bergen høsten 1994.

FORFATTER:

Dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAGSGIVER:

Bergen kommune, Kommunalavdeling teknisk utbygging, VVA-prosjektering,
Postboks 805, 5002 Bergen.

OPPDRAGET GITT:

August 1994

ARBEIDET UTFØRT:

August 1994

RAPPORT DATO:

2.september 1994

RAPPORT NR:

127

ANTALL SIDER:

8

ISBN NR:

ISBN 82-7658-033-5

SAMMENDRAG:

Tilstanden i Sælenvatnet ble undersøkt 29.august 1994. Det var da kun to til tre meter av vannsøylen som ikke inneholdt hydrogensulfid. Samlet var det i størrelsesorden 300 tonn hydrogensulfid i innsjøen denne datoen. Overflatevannet / brakkvannslaget var imidlertid opp til 10 meter tykt, hvilket er vesentlig tykkere enn det var på samme tid i 1993. Risikoen for en kraftig utlufting av sulfid var derfor minimal.

Det er knyttet usikkerhet til varigheten av denne situasjonen, fordi tykkelsen av overflatelaget utover høsten avhenger av både nedbørsmengder og omfanget av den daglige tidevannsinstrømmingen til Sælenvatnet. Dersom høsten 1994 imidlertid ikke blir like nedbørfattig som høsten 1993, burde sjansene for en kraftig utlufting være mindre inneværende høst enn i 1993.

EMNEORD:

- Brakkvann
- Tilstandsbeskrivelse
- Utlufting av hydrogensulfid

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Bergen kommune undersøkt tilstanden i Sælenvatnet den 29. august 1994. Undersøkelsen er en del av Bergen kommunes overvåking av tilstanden i innsjøen, der det allerede er utført to tidligere befaringer i 1994 (Kambestad & Johnsen 1994).

Sælenvatnet har et råttent bunnvann som i perioder avgir hydrogensulfidgass til omgivelsene. Dette var særlig plagsomt for beboerne i området høsten 1993. Bergen kommune planlegger derfor å sette i verk tiltak for å bedre på forholdene slik at risikoen for nye utluftinger av dette omfang kan reduseres.

Denne rapporten har som mål å foreta en enkel vurdering av risikoen for at en også mot slutten av 1994 skal få en kraftig utlufting av hydrogensulfid til omgivelsene. Vurderingen baserer seg på en enkelt undersøkelse av tilstanden i innsjøen, samt sammenligning med tidligere undersøkelser.

Elisabeth Smith Jørgensen deltok ved prøvetakingen, og de kjemiske analysene av sulfid er utført av Chemlab Services as.

Rådgivende Biologer takker Bergen kommune, ved Hogne Hjelle, for oppdraget.

Bergen, 2. september 1994.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
Liste over figurer	3
Liste over tabeller	3
VURDERING OG KONKLUSJON	4
SÆLENVATNET	5
TILSTAND I SÆLENVATNET HØSTEN 1994	6
LITTERATURHENVISNINGER	8

LISTE OVER FIGURER

1: Kart over Sælenvatnet	5
2: Profiler målt i det innerste bassenget av Sælenvatnet 29. august 1994.	6
3: Profiler målt i det ytterste bassenget av Sælenvatnet 29. august 1994.	6

LISTE OVER TABELLER

1: Målinger av hydrogensulfid i Sælenvatnet 29. august 1994.	7
2: Mengde sulfid og teoretisk oksygenbehov.	8



VURDERING OG KONKLUSJON

Fysiske og kjemiske forhold i Sælenvatnet ble undersøkt 29. august 1994, med formål å vurdere risikoen for at det høsten 1994 skal forekomme tilsvarende omfattende utlufting av hydrogensulfid som høsten 1993. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra Bergen kommune.

29. august 1994 hadde Sælenvatnet et omtrent fire meter tykt brakkvannslag i det innerste bassenget, mens laget var nærmere ti meter tykt i det ytterste bassenget. Forskjellen mellom de to bassengene skyldes i hovedsak at det ytterste bassenget er mer påvirket av ferskvannstilførsel. Det kom nemlig betydelige nedbørsmengder i dagene umiddelbart forut for prøvetakingen. Samtidig blåste det frisk bris fra nord, hvilket også kan medføre at overflatevannet i innsjøen stuves noe opp mot syd. Tykkelsen på brakkvannslaget vil da øke mot syd, slik at gjennomsnittstykkelsen antas å ha vært på omtrent 6 meter.

Mengden hydrogensulfid som periodevis luftes ut fra innsjøen synes å være avhengig av tykkelsen på ferskvannslaget. Kun i perioder når dette laget har vært særlig tynt har det forekommet klager om betydelig ubehag blant beboerne i nærheten. Etter perioder med lite nedbør vil det derfor være større fare for problemer med utlufting av hydrogensulfid.

Tilstanden i Sælenvatnet sommeren og høsten 1993 var uvanlig, med et svært tynt ferskvannslag på under en meters tykkelse (Hobæk mfl. 1994). Tilsvarende forhold har en imidlertid også observert tidligere, både vinteren 1976/77 og 1988/89 (Bratbakk & Thingstad 1994). Under begge de periodene opplevde man utlufting av hydrogensulfid til omgivelsene. Eldre beboere i området kan også huske en slik utlufting for nærmere 80 år siden.

Dersom en høsten 1994 får mer normale nedbørsmengder, vil sannsynligheten for en tilsvarende utlufting som den en hadde høsten 1993, være liten. Situasjonen i slutten av august 1994 var bedre enn på samme tid 1993 (Hobæk mfl. 1994). Varigheten av denne situasjonen vil imidlertid være avhængig av den videre ferskvannstilrenning utover høsten, men det antas lite sannsynlig at den forestående høsten blir like nedbørfattig som i 1993.

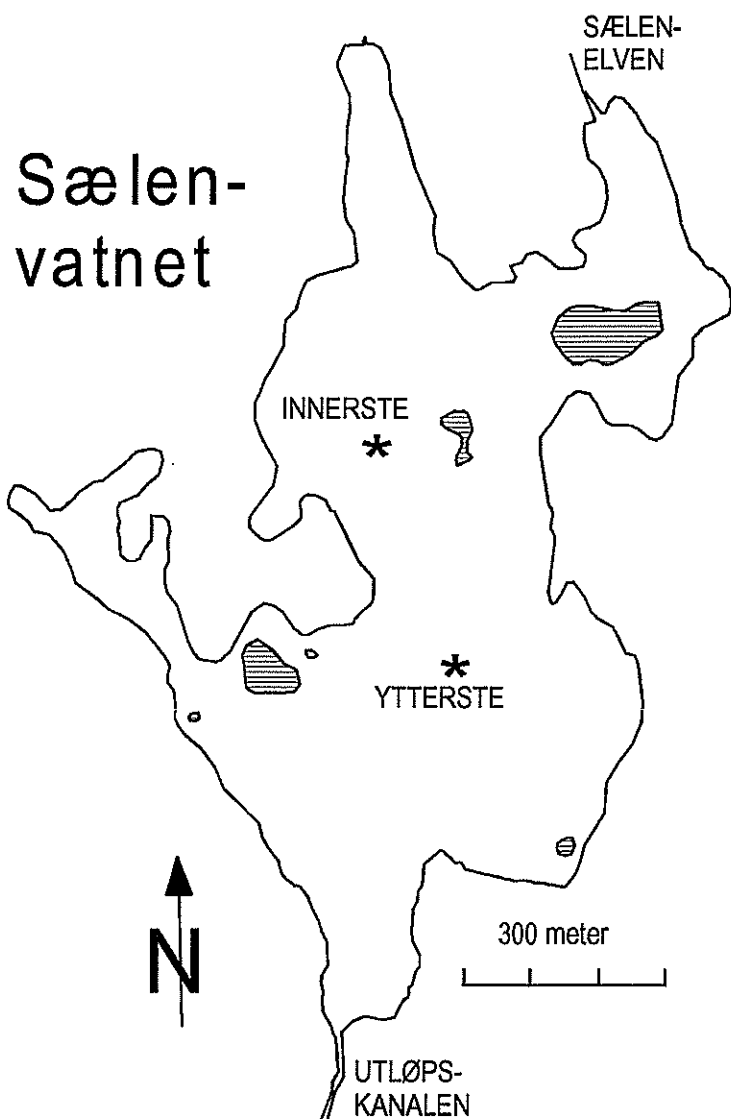
Selv om risikoen for en tilsvarende stor utlufting som høsten 1993 er liten, er det idag bare et par meters lag med brakkvann som skiller sulfidholdige vannmasser fra overflaten. Selv på 1 meters dyp var det sulfid i vannmassene den 29. august. Det vil derfor være viktig å følge tilstanden i innsjøen utover høsten slik at en kan bedre forståelsen av dynamikken mellom skiktningsforholdene og innholdet av hydrogensulfid i vannmassene. En slik forståelse vil være avgjørende ved valg av forbedrende tiltak.



SÆLENVATNET

Sælenvatnet ligger i enden av Fyllingsdalsvassdraget og har sitt utløp i en kanal til den nord-vestre enden av Nordåsvatnet (figur 1). Tidevannet bringer daglig tilførsler av sjøvann eller brakkevann fra Nordåsvannet. Dette medfører at innsjøen er meromiktisk,- hvilket betyr at den har et saltholdig dypvann og et varierende tykt brakkevannslag oppå.

På grunn av at den daglige saltvannstilførselen vanligvis har lavere saltholdighet enn dypvannet, har dypvannet lav utskiftingsrate. I disse vannmassene er oksygenet brukt opp, og der er høye konsentrasjoner av hydrogensulfid. Denne gassen luftes til omgivelsene i perioder med mye vind fra sør (Kambestad 1989). Høsten 1993 var det en kraftig utlufting med særdeles ubehagelige forhold for beboerne i området.



FIGUR 1. Kart over Sælenvatnet. Prøvetakingspunktene for innerste og ytterste basseng er avmerket.

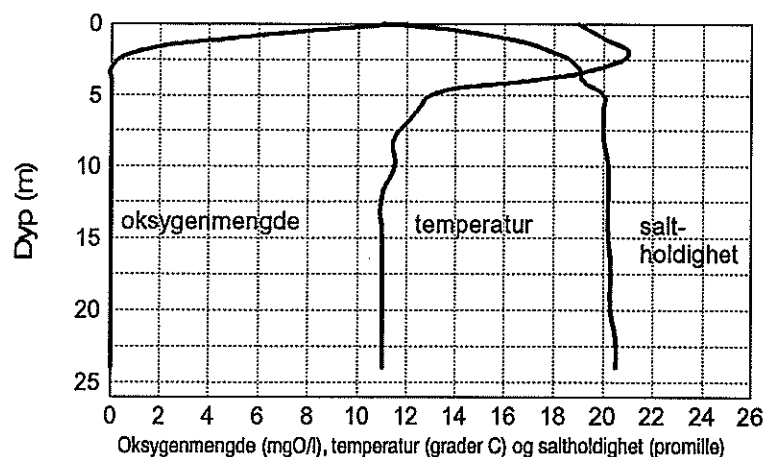


TILSTAND I SÆLENVATNET HØSTEN 1994

Rådgivende Biologer foretok vinteren 1994 en beskrivelse av forholdene i Sælenvatnet (Kambestad & Johnsen 1994), og 29.august 1994 ble det foretatt en ny befaring til innsjøen. Forholdene ble undersøkt ved det dypeste i to av innsjøens bassenger (figur 1), helt tilsvarende som ved undersøkelsene vinteren 1994. Det ble målt profiler av oksygen, temperatur og saltholdighet ved hver meter i vannsøylen begge steder, og det ble benyttet YSI-instrumenter med nedsenkbare sonder.

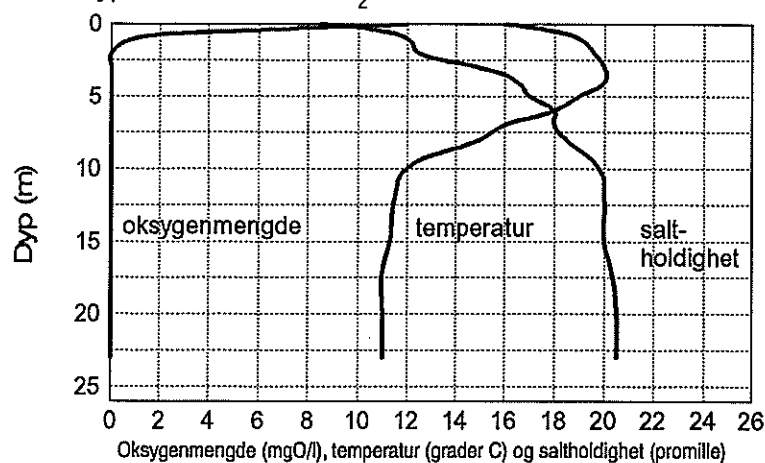
I det innerste bassenget var det 29.august et fire meter tykt lag med brakkvann, med 11 promille saltholdighet i overflaten og 18 promille på to meters dyp. Ved fem meters dyp var det et skarpt skille og under var det fra 20 til 20,5 promille salt. Det ble påvist oksygen i vannsøylen øverste to meter, mens det på tre meters dyp var ubetydelig lukt av H_2S og på fire meters dyp sterkt lukt. Temperaturen var høy i innsjøens øverste fem meter, mens under syv meters dyp var temperaturen på rundt 11 grader. I overflaten var temperaturen noe lavere enn like under fordi det hadde vært kaldt og blåste en del ved prøvetakingen (figur 2).

FIGUR 2: Oksygen-, temperatur- og salt-holdighetsprofiler ved det dypeste punktet i det innerste bassenget av Sælenvatnet (figur 1), målt 29.august 1994. Målingene er utført med YSI-instrumenter med nedsenkbare sonder.



I det ytterste bassenget var skiktningsforholdene den 29.august litt annerledes enn i det innerste bassenget (figur 3), fordi overgangen mellom overflatevannet og dypvannet skjedde gradvis. Først under ti meters dyp var saltholdigheten på rundt 20 promille. Det ble påvist oksygen i vannsøylen øverste 1,5 meter, mens det på tre meters dyp var sterk lukt av H_2S .

FIGUR 3: Oksygen-, temperatur- og salt-holdighetsprofiler ved det dypeste punktet i det ytterste bassenget av Sælenvatnet, (figur 1), målt 29.august 1994. Målingene er utført med YSI-instrumenter med nedsenkbare sonder.





Skiktningsforholdene i dette bassenget viser at denne delen av innsjøen har vært utsatt for krefter som visker ut de skarpe gradientene mellom ferskvann og saltvann i deler vannsøylen. Det har gitt et åtte meter tykt overgangslag mellom det oksygenrike overflatelaget og det 11 grader varme dypvannet. I dette laget endres forholdene gradvis, og særlig saltholdigheten økte jevnt nedover fra 8,5 promille øverst til 20 promille på 10 meters dyp. Også temperaturen avtok over en større del av vannsøylen enn i et innerste bassenget. Først under ti meters dyp var det rundt 11 grader, hvilket er tre meter dypere enn i det innerste bassenget.

Det tykkere overgangslaget i dette bassenget skyldes sannsynligvis hovedsakelig innblanding av mer ferskvann fra Sælenbekken. Saltholdigheten var lavere både i overflaten og helt ned til 10 meters dyp. Hovedtilførselen av ferskvann kommer fra Fyllingsdalen og renner ut i innsjøen mellom de to målepunktene. Dette ferskvannet vil fort blandes med det underliggende saltvannslaget og på den måten vil det også rive med seg en del av de høye konsentrasjonene av hydrogensulfid som er i dypvannet.

Det var betydelige mengder hydrogensulfid i Sælenvatnet ved befaringen 29. august 1994. På ti meters dyp var det rundt 60 mg pr. liter i begge bassengene, og konsentrasjonene på 20 meters dyp var noe høyere begge steder (tabell 1). På en meters dyp var det ikke særlige mengder, og særlig i det ytterste bassenget var det lite.

TABELL 1: Målinger av hydrogensulfid i Sælenvatnet 29. august 1994. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i det innerste og det ytterste bassenget, og analysene er utført av Chemlab Services as.

PRØVETAKINGSDYP	INDRE BASSENG	YTRE BASSENG
1 meter	0,39 mg/l	<0,10 mg/l
10 meter	60,3 mg/l	59,5 mg/l
20 meter	70,3 mg/l	64,3 mg/l

Ved befaringene vinteren 1994 var konsentrasjonene av hydrogensulfid generelt lavere i dypvannet enn høsten 1994. Både på 10 og 20 meters dyp var gjennomsnittet omtrent 47 mg/l, mens det i august var henholdsvis 60 mg/l og 67 mg/l på de samme to dypene. Overflatevannet var vinteren rikere på hydrogensulfid fordi en da hadde isdekke på innsjøen, mens en høsten 1994 hadde et brakkevannslag med lave konsentrasjoner.

Samlet sett er mengdene hydrogensulfid i Sælenvatnet vesentlig høyere høsten 1994 enn tidligere på året (tabell 2). Dette er å forvente når en tar i betraktning at en like før vintermålingene sannsynligvis hadde hatt en tildels betydelig innblanding av friskt sjøvann til dypvannet, samtidig som en nettopp hadde avsluttet en periode med omfattende utlufting av hydrogensulfid til omgivelsene.

Tabell 2 (neste side) viser at det er behov for store mengder oksygen dersom en ønsker å oksydere all den tilstedeværende hydrogensulfiden i innsjøen. Samlet er behovet på omtrent 650 tonn, mens det er behov for nærmere 300 tonn over 10 meters dyp.



TABELL 2: Mengde hydrogensulfid og teoretisk oksygenbehov for forskjellige deler av Sælenvatnets volum i 1994. Det er da regnet med gjennomsnittstall på 1 mg/l i øverste 5 metrene, 30 mg/l i de øverste 10 metrene, 43 mg/l i de øverste 15 metrene, 49 mg/l i de øverste 20 metrene, 52 mg/l i hele vannsøylen. Oksygenbehovet er delt opp etter hvor mye som trengs for å oksydere H_2S til SO_4 i august, og hvor mye som må tilføres de samme oksygenfrie vannmassene for å få et oksygeninnhold på 10 mg O/l. Det samlede behovet er summen av sistnevnte og augustbehovene for hydrogensulfid.

VANN- VOLUM	VOLUM (mill m ³)	MENNGDE H ₂ S (tonn)			OKSYGENBEHOV I AUGUST 1994 (tonn)		
		JAN.-94	FEB.-94	AUG.-94	H ₂ S AUG	->10 mg O/l	SAMLET
OVER 5 m	2,7	60,65	72,93	2,70	5,40	26,5	31,9
OVER 10 m	4,1	119,61	97,66	123,00	246,00	40,2	286,2
OVER 15 m	5,0	165,47	140,82	215,00	430,00	49,2	479,2
OVER 20 m	5,5	189,32	163,65	269,50	539,00	53,9	592,9
HELE	5,7	196,92	171,10	296,40	592,80	55,5	648,3

LITTERATURHENVISNINGER

BRATBAKK, G. & T.F. THINGSTAD 1994.

Fysisk-kjemiske målinger i Sælenvatnet.

En oppsummering av data fra undersøkelser utført ved Institutt for mikrobiologi, Universitetet i Bergen.

Unummerert rapport, 15 sider.

HOBÆK, A., E.A. LINDSTRØM & K.J. AANES 1994.

Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1993.

Gravdals-, Fyllingsdals-, Hauglandsdals- og Kalandsvassdragene.

NIVA-rapport nr. 3026, 119 sider.

KAMBESTAD, A. & G.H. JOHNSEN 1994.

Tilstandsbeskrivelse av Sælenvatnet i Bergen vinteren 1994.

Rådgivende Biologer, rapport nr. 117, 16 sider.