

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 46/77

FELLINGSFORSØK MED VANN FRA VALLSJØEN OG GJØRELSJØEN I SØR-ODAL

12. august 1977

Saksbehandler: Egil Gjessing

Medarbeidere: Lasse Berglind
Tone Kristoffersen

Instituttssjef: Kjell Baalsrud

1. INNLEDNING

Hjellnes & Co. ga i brev av 10.5.1977 Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i oppdrag å utarbeide et kostnadsoverslag vedrørende fellingsforsøk med vann fra Vallsjøen og Gjørelsjøen. Innsjøene som er planlagte drikkevannskilder for Sør-Odal kommune har et så høyt humusinnhold at fargen må reduseres før det kan anvendes til drikkevann.

Oppdraget omfattet prøvetaking fra disse to vannforekomstene to ganger; i slutten av vinterstagnasjonsperioden og umiddelbart etter vårsirkulasjon i innsjøene. På grunn av tidsnød mht. isløsningen ble arbeidet påbegynt allerede 9.5.

Hjellnes & Co. ga i vedlegg (møterapport) til sitt brev en konkretisering av oppdraget idet man bl.a. ønsket at det ble tatt utgangspunkt i en rapport om de to vannkildene, utarbeidet av Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) av 22.11.1976.

NIVA oversendte 16.5. et kostnadsoverslag basert på disse rapportene. I brev fra Sør-Odal kommune fikk NIVA aksept på oppdraget.

2. PRØVETAKING OG FELTOBSERVASJONER

Det ble tatt vannprøver fra Vallsjøen og Gjørelsjøen ved to anledninger: 9. mai og 26. mai 1977. Begge ganger ble det tatt vertikalsnitt fra prøvetakingsstasjonene angitt på fig. 1. Basert på temperaturprofilen i innsjøene ble det tatt ut større vannprøvevolum fra to dyp, i slutten av vinterstagnasjonsperioden (9. mai) over og under sprangsiktet og ved ett dyp etter vårsirkulasjonsperioden (26. mai). Disse prøvene ble brukt til fellingsforsøk i laboratoriet.

Prøvene 9. mai ble tatt fra ennu isdekkete innsjøer. Isen var imidlertid så tynn at det var mulig å bryte et råk frem til stasjonen ved bruk av båt (kano).

Temperaturprofilen for vannreservoarene er gitt på fig. 2 a & b.

På grunnlag av disse temperaturkurvene ble henholdsvis 4 og 8 meter valgt som dyp for prøver til fellingsforsøk fra Vallsjøen og tilsvarende 4 og 10,5 m fra Gjørelsjøen.

Prøvene 26. mai ble tatt på en stille varm dag, isen var ifølge rapporter nettopp borte. Det ble tatt en prøve for fellingsforsøk på Vallsjøens 8 meters dyp og tilsvarende 10,5 meters dyp fra Gjørelsjøen. I henhold til SIFF's ønsker ble det tatt en rekke prøver nær bunnen av innsjøene for bestemmelse av oksygen og dessuten et vertikalsnitt bestående av prøver fra tre forskjellige dyp (tabell 5).

Fellingsforsøk

Det ble utført fellingsforsøk med aluminiumsulfat $(Al_2(SO_4)_3) \cdot 14 H_2O$ på til sammen 6 prøver etter en standardisert fremgangsmåte. Forsøkene utføres ved tilsetning av varierende mengder kalk $(Ca(OH)_2)$ og $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ til 1 liter av prøven i et sylindereformet begerglass. Dette blandes ved hurtig omrøring en viss tid (140 omdr./min i 3 min), hvoretter aluminiumshydroksydnokker gies muligheten for utvikling under langsom omrøring (12 omdr./min i 57 min). Under gunstig pH-betingelser (6,0 - 6,5) og $Al_2(SO_4)_3$ -tilsetning vil bl.a. de fargede komponentene i råvann adsorberes til fnokkene og kan ved sedimentasjon og filtrering fjernes fra vannfasen. (Sedimenteringstid 60 min, Filter Schleicher & Schüll nr. 597½.)

Resultatene av fellingsforsøkene er gjengitt i tabellene 1 og 2. Tabell 1 angir fellingsbetingelsene og tabell 2 angir den kjemiske kvalitet av bl.a. behandlet vann under maksimale fellingsbetingelser: 50 mg $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ og 12-13 ml/l av mettet kalkløsning (ca. 20 mg $Ca(OH)_2$ /l resulterte i en fargereduksjon på 90 - 98%. Det fremgår forøvrig av resultatene gjengitt i tabell 2 at fellingsprosessen også ga en reduksjon av jern, mangan, aluminium og kjemisk oksygenforbruk (KOF).

Andre forsøk og resultater

Luktbedømmelse med prøver av felt vann ble utført av et panel på 3 personer. Slike forsøk utføres ved luktkarakterisering av prøvene etter oppvarming til 40°C i lukket glasseballasje. Karakteriseringen angies etter en standardisert norm. Resultatene som er skissert i tabell 3, gir ikke grunnlag for en negativ luktkarakteristikk.

"Nøytraliseringsforsøk" med mettet kalkvann er også utført med prøver av felt vann. Hensikten var å få antydnet hvilke kalkmengder som trengs for å etterjustere pH i rensert vann til 8,3. Resultatene som er gitt i tabell 4 er basert på små prøvevolum og inneholder derfor en viss usikkerhet. Forsøkene antyder imidlertid: 1,6 - 1,9 ml mettet kalkløsning pr. liter fellet vann. Dette tilsvarer 2,6 - 3,0 mg $\text{Ca(OH)}_2/1$.

Innsjøenes oksygenforhold er gitt i tabell 5. Resultatene viser at det i slutten av vinterstagnasjonsperioden er beskjedne oksygenmetting i vannmassene 4-5 meter over bunnen. De oksygenmålingene som ble utført av SIFF, basert på prøven tatt i slutten av sommerstagnasjonsperioden (14.9.), tyder på at man også om høsten kan få lav oksygenmetting i dypere vannmasser.

3. SAMMENDRAG

- I Etter oppdrag fra Sør-Odal kommune har NIVA utført prøvetaking og fellingsforsøk med vann fra Vallsjøen og Gjørelsjøen, som begge er planlagte vannkilder for Sør-Odal kommune. Kommunens saksbehandler har vært konsulentfirmaet A/S Hjellnes & Co., som i stor grad har formulert oppdraget.
- II Temperaturobservasjonene i innsjøene, som ble foretatt umiddelbart før og etter isløsningen (9. og 26. mai 1977), ga grunnlag for valg av dyp for prøver til fellingsforsøk: 4 og 8 meter i Vallsjøen og fra 4 og 10,5 meter i Gjørelsjøen.

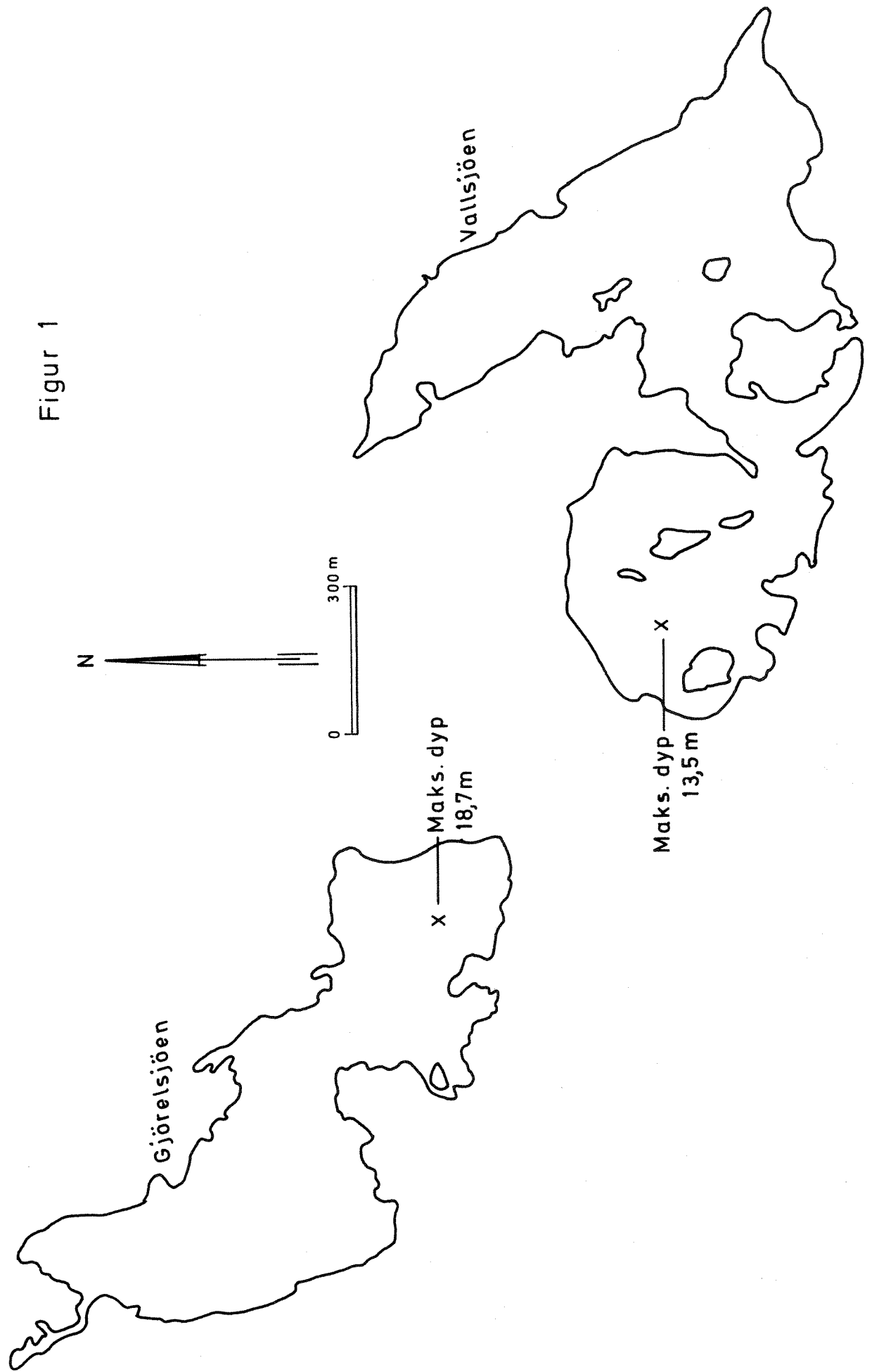
Begge innsjøene bærer preg av et høyt innhold av humuskomponenter, dvs. relativt høy farge og konsentrasjon av jern, mens innholdet av oppløste salter er lav. Vannet er surt og kalkfattig. Oksygenmetning i de dypere vannmasser er gjennomgående lav.
- III Fellingsforsøkene med til sammen 6 forskjellige vannprøver (2 dyp i innsjøene før og 1 dyp etter isløsningen) viste at 50 mg aluminiumsulfat og 12 - 13 ml mettet kalkvann pr. liter prøve (tilsvarende 20 mg $\text{Ca(OH)}_2/1$) resulterte i 90 - 98% fargefjerning.

Fellingsprosessen resulterte forøvrig i en betydelig reduksjon av turbiditet, og av innholdet av jern og aluminium.

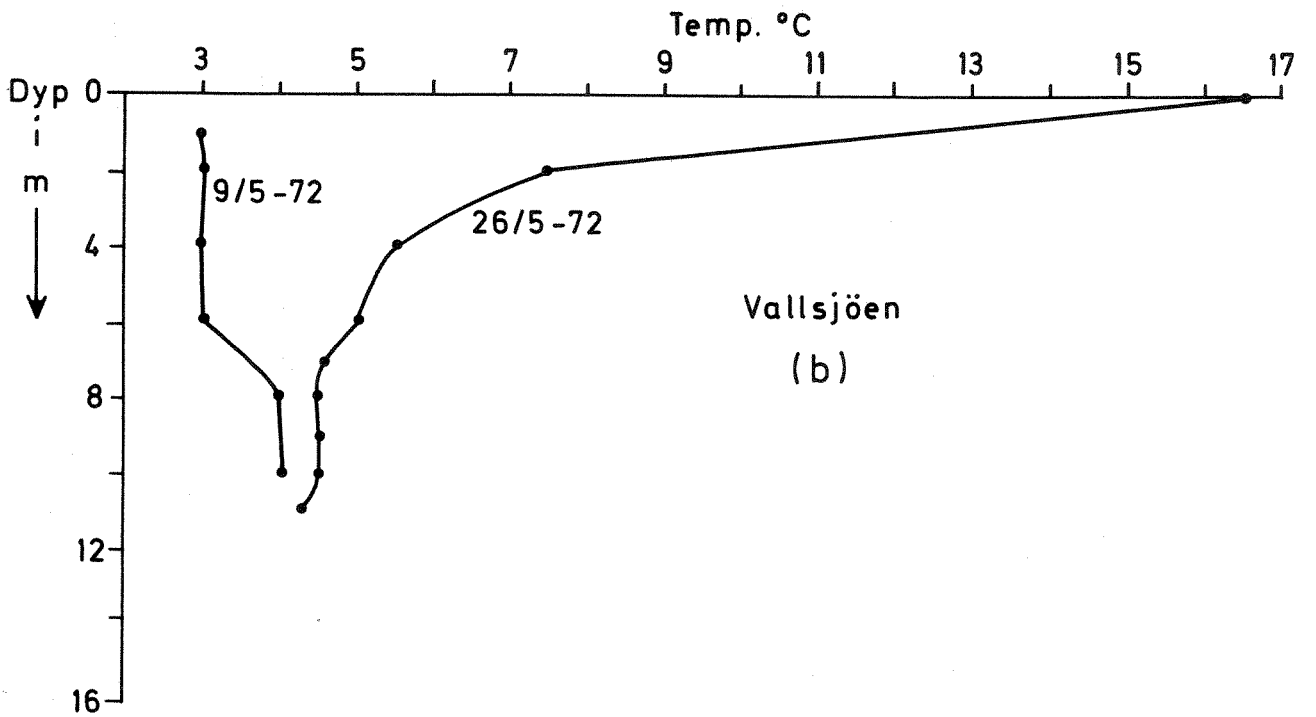
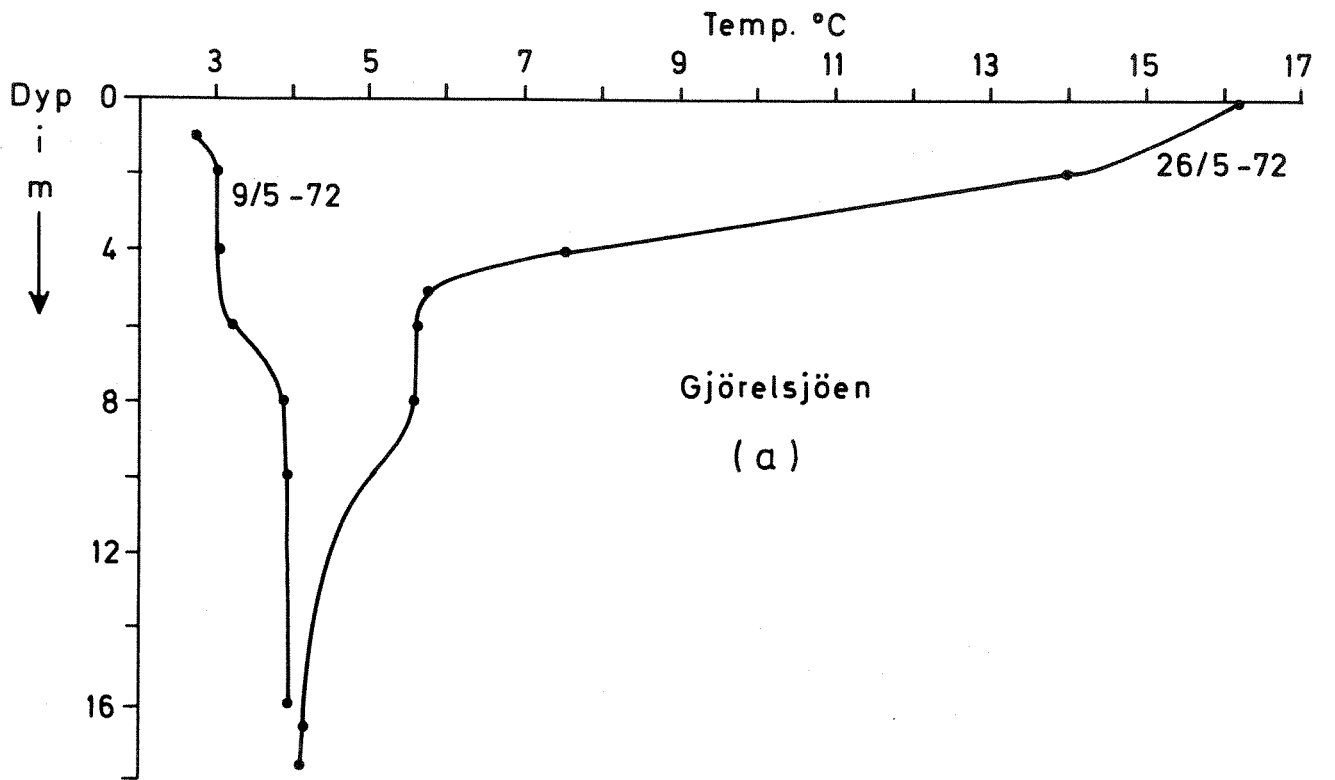
IV Luktundersøkelser av felt vann tyder ikke på problemer i dette hen-
seende.

V pH med maksimal felling var i område 6,0 - 6,3. Av korrosjon og helse-
messige hensyn er det ønskelig med en pH-verdi omkring 8,3 på behandlet
vann. Enkle titreringsforsøk, dvs. tilsetting av mettet kalkvann til
pH 8,3, tyder på at pH justeres til dette nivå med 2,6 - 3,0 mg Ca(OH)_2
pr. liter vann.

Figur 1



Figur 2



Tabell 1 Fellingsforsøk med vann fra Vallsjøen og Gjørelsjøen - Sør-Odal.

Lok.	DYP	Dato	Beg. glass nr.	Al ₂ (SO ₄) ₃ 14 H ₂ O mg/l ²	Kalk x) ml/l	pH	Temp. °C	Kond. µS/cm 20°C	Farge mg Pt/l	Turb. JTU	Første fnokk min.
Vallsjøen	4 m	9. mai	1	0	0	5,37	22	33,7	87	0,68	
			2	20	5,7	6,25	21	52,9	115	2,9	
			3	30	7,7	6,30	22	61,1	118	3,8	
			4	40	10,0	6,31	22	68,3	62	1,9	4
			5	<u>50</u>	<u>12,1</u>	<u>6,34</u>	<u>22</u>	<u>78,6</u>	<u>8,5</u>	<u>0,28</u>	3
			6	60	14,2	6,34	22	85,9	8,5	0,18	3
	8 m	9. mai	1	0	0	5,40	21	42,7	72	0,46	
			2	30	8,2	6,26	22	72,0	30	1,8	3
			3	40	10,2	6,13	21	79,9	8,5	0,36	2
			4	<u>50</u>	<u>12,4</u>	<u>6,12</u>	<u>21</u>	<u>90,6</u>	<u>6,5</u>	<u>0,18</u>	1
			5	60	14,4	6,12	21	97,5	8,5	0,17	1
			6	70	16,3	6,11	22	104,4	10,5	0,18	1
	8 m	26. mai	1	0	0	5,70	22	34,8	78	0,82	
			2	30	8,8	6,34	21	61,7	90	3,7	
			3	40	10,8	6,28	21	73,2	4	0,39	
			4	<u>50</u>	<u>12,9</u>	<u>6,26</u>	<u>22</u>	<u>86,2</u>	<u>2</u>	<u>0,30</u>	
			5	60	15,1	6,18	22	91,3	2	0,24	
	Gjørelsjøen	4 m	9. mai	1	0	0	5,07	22	31,5	77	0,54
2				20	6,2	6,27	22	51,4	118	4,2	
3				30	8,2	6,31	22	61,6	127	4,7	5
4				40	10,2	6,25	22	64,8	33	1,3	2
5				<u>50</u>	<u>12,3</u>	<u>6,26</u>	<u>21</u>	<u>78,5</u>	<u>4</u>	<u>0,37</u>	1
6				60	14,5	6,10	21	88,9	2	0,18	1
10,5 m		9. mai	1	0	0	5,26	21	42,6	77	0,59	
			2	20	6,6	6,38	21	64,8	111	3,7	
			3	30	8,6	6,30	21	72,0	72	2,6	
			4	40	10,9	6,32	21	81,8	13	0,56	2
			5	<u>50</u>	<u>12,9</u>	<u>6,34</u>	<u>21</u>	<u>87,7</u>	<u>6</u>	<u>0,18</u>	2
			6	60	15,0	6,29	21	100,3	6	0,18	2
10,5 m		26. mai	1	0	0	5,19	22	37,6	72	0,71	
			2	30	8,7	6,29	22	69,1	109	3,7	
			3	40	10,6	6,05	22	74,6	4	0,35	
			4	<u>50</u>	<u>12,7</u>	<u>6,03</u>	<u>22</u>	<u>84,6</u>	<u>2</u>	<u>0,33</u>	
			5	60	14,8	5,85	22	94,0	2	0,33	

Tabell 2. Kjemisk sammensetting av råvann og kjemisk fellet vann fra Vallsjøen og Gjølrelsjøen

9. og 26. mai 1977.

Lok.	Dato	Dyp	Type	Farge Pt/l	KOF-PE (x) mg O/l	KOND. µS/cm 20°C	TURB. J.T.U.	NO ₃ -N µg/l	NO ₂ -N µg/l	NH ₄ -N µg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ca mg/l	Al µg/l	ALK (4,5) ml 1/100 N NaOH	pH	KOF - DI (x) mg O/l	Mg mg/l	
Vallsjøen	9/5	4	Råvann	105	-	29	1,1	60	<10	15	1,2	7,2	340	100	1,7	260	0,06	4,81	26,3	0,73	
			Felt vann	9	2,8	79	0,28	100	<10	50	1,6	26,0	20	60	60	11,4	60	0,70	6,34	-	0,73
	9/5	8	Råvann	102	-	38	0,75	80	<10	20	2,2	9,0	570	140	2,74	320	0,26	5,01	27,4	1,2	
			Felt vann	7	3,9	99	0,18	100	<10	95	3,0	29,0	20	80	80	12,6	20	0,59	6,12	-	1,3
	26/5	8	Råvann	127	-	35	1,8	60	<10	10	1,6	7,1	615	90	90	1,75	-	0,18	4,95	-	-
			Felt vann	2	2,8	86	0,30	70	<10	75	1,8	28,0	15	70	70	11,6	30	0,75	6,26	-	0,75
Gjølrelsjøen	9/5	4	Råvann	99	-	31	0,68	40	<10	15	1,4	6,8	290	80	1,61	300	0,02	4,65	23,3	0,69	
			Felt vann	4	3,3	79	0,37	60	<10	45	1,8	28,0	20	60	60	11,4	100	0,73	6,26	-	0,78
	9/5	10,5	Råvann	99	-	40	0,8	60	<10	45	4,0	9,3	500	100	2,52	340	0,17	4,85	26,0	1,2	
			Felt vann	6	3,0	88	0,18	60	<10	100	2,2	29,0	15	80	80	12,4	20	0,97	6,34	-	1,3
	26/5	10,5	Råvann	120	-	38	1,5	40	<10	10	1,8	7,3	430	75	1,65	-	-	-	4,75	-	-
			Felt vann	2	3,7	85	0,33	40	<10	50	1,6	29,0	20	70	70	11,4	40	0,60	6,03	-	0,77

x) PE = permanganat som oksydasjonsmiddel

DI = Dikromat som oksydasjonsmiddel.

Tabell 3. Lukterestultater av vann fra Vallsjøen og Gjørelsjøen etter felling med $50 \text{ mg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{ H}_2\text{O}$

Person	A	B	C	D	E	F	G
	Dest. vann	9/5 Vallsjøen		26/5	9/5 Gjørelsjøen		26/5
		4m	8m	8m	4m	10,5m	10,5m
I	0	0	2	2	2	0	1
II	0	0	1	2	2	1	0
III	0	0	0	0	0	0	0

Karakteriseringen er gjort etter oppvarming av prøvene til 40°C i glassemballasje.

0: Ingen merkbar lukt.

1: Meget svak, en lukt som vanligvis ikke ville bli oppdaget av en vanlig forbruker, men som kunne bli oppdaget i et laboratorium av en erfaren observatør.

2: Svak, en lukt forbrukeren vil kunne oppdage hvis han ble gjort oppmerksom på den, men som han ellers ikke vil legge merke til.

KOMMENTARER:

Person I: Stort sett som kokt vann

" II: Kjellerluktt

" III: A, antydningvis forskjellig fra de øvrige.

Tabell 4. Titring av felt vann fra Vallsjøen og Gjørelsjøen med mettet kalkløsning til pH 8,3. (1 ml mettet kalkvann = $1,61 \text{ mg Ca}(\text{OH})_2$)

	pH		ml kalkvann	Prøvevolum	ml/l
	før	etter			
Vallsjøen 9/5 4 m	6,2	8,5	0,4	250	1,6
" " 8 m	6,2	8,3	0,48	250	1,9
" 26/5 8 m	6,3	8,7	0,15	100	1,5
Gjørelsjøen 9/5 4 m	6,0	8,4	0,16	100	1,6
" " 10,5m	6,2	8,5	0,17	100	1,7
" 26/5 "	6,2	8,3	0,15	100	1,5

Tabell 5. Kjemisk sammensetting av vannprøver fra forskjellige dyp i Vallsjøen og Gjørelsjøen

9. og 26. mai 1977.

Dato	Dyp m.	Farge Pt/l	pH	Turb. J.T.U.	Kond. µs/cm	O ₂ mg/l	% O ₂ met ning	Dato	Dyp m.	Farge Pt/l	pH	Turb. J.T.U.	% O ₂ met ning	
Vallsjøen.														
9. mai	2	111	4,85	0,62	30	10,6	79	26. mai	4	127	4,95	1,6	-	
	4	105	4,81	1,1	29	10,6	78		8	146	4,95	1,8	-	
	6	105	4,86	0,56	35	8,6	63		9	-	-	-	7,6	59
	8	102	5,01	0,75	38	5,1	39		10	-	5,01	2,7	7,0	55
	10	99	5,03	0,66	38	2,6	20		11	165	-	-	7,0	52
Gjørelsjøen														
9. mai	2	96	4,68	0,56	30	10,2	76	26. mai	4	118	4,76	1,5	-	
	4	99	4,65	0,68	31	9,7	72		10,5	120	4,75	1,5	-	
	6	99	4,74	0,73	37	8,7	65		16,5	-	-	-	5,1	40
	10,5	99	4,85	0,80	40	5,7	43		17,5	-	-	-	4,6	35
	12	87	5,57	0,77	41	4,8	37		18,5	-	-	-	4,7	37
16	99	4,97	0,86	42	4,0	30								