

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

0 - 68/68

VURDERING AV INDUSTRIVANNFORSYNING
FOR
LISTA ALUMINIUMSVERK

Kontrollundersøkelse av temperatur, vannkjemi og
biologiske forhold i Kråkenesvatnet og
Hanangervatnet 1972

Saksbehandler: Cand.real. Jon Knutzen
Rapporten avsluttet: August 1973

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	4
1. TEMPERATUROBSERVASJONER	5
2. VANNSTANDSVARIASJON OG TILBAKEFØRING AV KJØLEVANN	6
3. KJEMISKE OG FYSISKE FORHOLD	7
4. BIOLOGISKE FORHOLD	7
5. KONKLUSJON	10
LITTERATUR	11

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Overflatetemperaturer ($^{\circ}\text{C}$) i Hanangervatnet og Kråkenesvatnet 1972.	12 - 16
2. Temperatursnitt i Hanangervatnet (st. 1) i 1972. Månedlige observasjoner i 0 - 12 meters dyp.	17
3. Temperatursnitt i Kråkenesvatnet (st. 3) i 1972. Månedlige observasjoner i 0 - 14 meters dyp.	18
4. Vannstandsmålinger i Hanangervatnet 3/9 1971 - 29/12 1972	19
5. Fysiske og kjemiske forhold i Hanangervatnet (st. 1) og Kråkenesvatnet (st. 3).	20
6. Kvantitativ forekomst av krepsdyrplankton i Hanangervatnet (st. 1) og Kråkenesvatnet (st. 3), 12/9-73. Angitt i antall pr. m^3 .	21
7. Plankton fra Hanangervatnet (st. 1), Kråkenesvatnet (st. 3), 12/9-73. Håvtrekk, maskevidde 25 μm .	22 - 23
8. Kvantitativ analyse av planteplankton i Kråkenesvatnet 1969, 1971 og 1972. Angitt i celler eller kolonier pr. l (avrundet til nærmeste 1000).	24 - 25

FORORD

Instituttet bringer med dette den fjerde rapport i forbindelse med vurdering og løpende kontroll av den vannkilden Lista Aluminiumsverk benytter for inntak og tilbakeføring av kjølevann. I de tre foregående rapporter (NIVA 1970, 1971, 1972) er det gjort rede for problemets ulike sider og gjengitt resultatene av de første kontrollstudier.

Arbeidet som omtales i nærværende rapport er foreslått av instituttet i brev av 24/3 1972 og godtatt av bedriften ved svar av 14/6 samme år.

Ved instituttet har Cand.mag. Sigurd Rognerud bearbeidet prøvene av bunnfauna og dyreplankton, mens de kvantitative planteplanktonprøvene er analysert av Cand.mag. Eli-Anne Lindstrøm. Bedriften er selv ansvarlig for temperaturmålingene og har dessuten månedlig innsamling av håvtrekk og kvantitative planteplanktonprøver. Disse prøvene vil bli bearbeidet etter behov.

Jon Knutzen

Blindern

31. august 1973.

1. TEMPERATUROBSERVASJONER

I overflaten registreres temperaturen på en stasjon i Hanangervatnet og på to stasjoner i Kråkenesvatnet. Av de tidligere fem observasjonsstedene er stasjonene 1, 3 og 4 beholdt. Beliggenheten av disse fremgår av fig. 1 i forrige rapport (NIVA 1972). Utover dette tas det uheldige vertikalsnitt på de dypeste partier i innsjøene (st. 1 i Hanangervatnet og st. 3 i Kråkenesvatnet).

Resultatene fra overflateobservasjonene er gjengitt i tabell 1. Av materialet fremgår det at i likhet med tidligere (NIVA 1972) synes overflatesjiktet å være svakt varmere i Kråkenesvatnet. For de 60 observasjonene fra månedene april til oktober er imidlertid forskjellen ikke mer enn vel 0,3 grader, og for hele året er differansen enda mindre (0,1 - 0,2 grader). Dette er heller mindre enn det som har fremgått av data fra 1970 og 1971.

Ved sammenligning av gjennomsnittstemperaturen fra de to årene 1971 og 1972 i nevnte periode, må augustmålingene utgå da de mangler for 1971. Jevnføringen viser at mens gjennomsnittet for de to stasjonene i Kråkenesvatnet begge år var 12,6°C, var gjennomsnittet på stasjon 1 i Hanangervatnet 12,1 i 1971 mot 12,3°C i 1972. Observasjonsmaterialet tyder m.a.o. ikke på noen effekt i retning av større forskjell mellom innsjøene.

Unntatt for perioden med tendens til sterk avkjøling av overflaten (januar - mars) er det ikke konstatert temperatur-differanser i den øverste meter av vannsøylen. Dette overensstemmer med tidligere erfaringer. Vannmassenes temperatursjiktning er lite utpreget. I Hanangervatnet (tabell 3) har man en svak temperaturøkning mot dypet i mars og noe sterkere i februar. I september samme sted synker temperaturen svakt mot bunnen fra 5 meter og nedover, men ellers er det full sirkulasjon i de øvrige måneder. 1972-materialet bekrefter således tidligere konklusjoner om at en eventuell lagdeling inntreffer sjelden og er av kortvarig natur. Situasjonen har stort sett vært den samme i Kråkenesvatnet, dog med noe sterkere tendens til lagdeling (perioden juni - august). Gradientene er imidlertid noe svakere enn

man har hatt eksempler på de foregående år. På grunn av vindvirkningen vil forholdene skifte hurtig. Det er imidlertid også mulig at tilbakeføringen av kjølevann virker sirkulasjonsfremmende. Under alle omstendigheter er det slik at vannmassene for det meste er homogene ned til under kompensasjonsdypet, dvs. det nivå hvor det p.g.a. begrenset lystilgang er balanse mellom primærproduksjon og neddytende prosesser.

Temperaturøkningen i det returnerte kjølevann er anslått til 4-5°C. Når dette foreløpig ikke kan ses å ha hatt noen effekt av betydning på temperaturforholdene, har det sammenheng med at returnmengden ikke har vært mer enn ca. 300.000 m³ i 1972. Dette er forholdsvis ubetydelig sammenlignet med en antatt midlere årlig tilrenning på 5,5 - 8,8 mill. m³ (NIVA 1970).

2. VANNSTANDSVARIASJON OG TILBAKEFØRING AV KJØLEVANN

I tabell 4 finnes resultatene av vannstandsmålinger i Hanangervatnet i perioden september 1971 - desember 1972. Disse viser at variasjonene er relativt små med ekstremverdier på 2,87 og 3,22 (m.o.h.). Alle verdiene ligger følgelig innenfor det antatte naturlige vannstandsveksling (2,73 - 3,50) og godt over minste regulerte vannstand i følge konsesjonsvilkårene (2,20).

I samme periode har bedriften hatt et daglig uttak av kjølevann på 3100 - 3600 m³/døgn. Fra begynnelsen av september 1971 og ut dette året er det oppgitt at returnerte kjølevannsmengde har vært ca. 150.000 m³ (50 døgn a 3000 m³). I 1972 har som nevnt total mengde returnert kjølevann vært ca. 300.000 m³. (Returpumpen har vært i drift ca. 100 døgn). For begge periodene mangler detaljerte opplysninger om når returpumpene har vært i virksomhet, men i 1972 antas hovedmengden av returvannet å ha kommet i tidsrommet juli - oktober.

Av de ovennevnte data fremgår at årlig bruttuttak av vann har vært ca. 1,1 - 1,3 mill. m³, mens nettuttaket blir ca. 0,8 - 1,0 mill. m³.

Dette representerer mindre enn 20% av den beregnede middeltilførsel i året (5,5 - 8,8 mill. m³). Både i 1971 og 1972 har nedbøren på Lista Meteorologiske Stasjon vært ca. 90% av årsnormalen.

3. KJEMISKE OG FYSISKE FORHOLD

Av tabell 5 fremgår verdiene for temperatur og oksygen fra 14/9-72 og analyseresultatene for vannprøvene som ble innsamlet samme dato. For begge innsjøer viser materialet at vannmassene har vært i omrøring på det aktuelle tidspunkt og følgelig hatt høy metningsgrad for oksygen gjennom hele vannsøylen. Forøvrig viser resultatene stor likhet med observasjonene fra tidligere (NIVA 1970, 1972). Retur av kjølevann synes derfor ikke å ha hatt noen effekt på den kjemiske vannkvaliteten. Det kan imidlertid bemerkes at mengden av nitrogenforbindelser (totalnitrogen) har vært avtagende siden undersøkelsene begynte. Hva årsaken er kan det ikke sies noe bestemt om, men det foreligger en mulighet for endringer i jordbruksaktivitetene i nedbørfeltet. Det vites imidlertid ikke om slike forandringer har funnet sted.

Tungmetallanalysene viser verdier som det er vanlig å finne i uberørte norske vannforekomster.

Siktedypet ble målt med Secchiskive og var 5,2 m i Hanangervatnet og 4,8 m i Kråkenesvatnet. Spesielt for Kråkenesvatnet er dette noe mer enn ved tidligere observasjoner.

4. BIOLOGISKE FORHOLD

For å få økt kjennskap til innsjøenes dyreplanktonsamfunn og et utvidet bakgrunnsmateriale, er det i 1972 innsamlet og bearbeidet kvantitative prøver av denne gruppen. Det ble også tatt et par grabbprøver av bunndyr, foruten at en del av de kvantitative planteplanktonprøver er analysert i forbindelse med denne rapporten. Fra mai 1973 har bedriften elskverdiggst samlet inn håvtrekkprøver og

kvantitative planteplanktonprøver i forbindelse med de månedlige temperaturobservasjonene på st. 1 (Hanangervatnet) og st. 3 (Kråkenesvatnet). Dette materialet vil bli bearbeidet etter behov.

Bunndyr

Undersøkelsene av bunnfaunaen omfatter bare en grabbprøve (Ekman-grabb, 225 cm²) fra det dypeste partiet av hver av innsjøene (st. 1 i Hanangervatnet, st. 3 i Kråkenesvatnet). De kan kun tjene som en første orientering om bunnens beskaffenhet og samfunnenes kvalitative egenskaper. Materialet er derfor ikke analysert kvantitativt. I Hanangervatnet (12 meters dyp) ble det registrert grå leire med noe rester av høyere vegetasjon, bl.a. forholdsvis friske Lemma minor (andmat). Dominerende i dyresamfunnet var representanter for muslingfamilien Sphaeridae og larver av chironomider (fjærmygg). I tillegg ble det funnet noe snegler (Lymnaea sp. og Planorbidae), cladocerer (vannlopper) og insektlarver (Diptera og Ceratopogonidae). I Kråkenesvatnet besto sedimentet av brunlig leire med forholdsvis mye organisk materiale, bl.a. i form av rester av høyere planter. Dyreforekomstene var beskjedne, med dominans av sphaerider ledsaget av et mindre antall chironomidelarver.

Zooplankton

Kvantitative dyreplanktonprøver er innsamlet med Schindler prøvetaker (48 l) i dypene 1, 4, 8 og 12 m. For hver prøve er 2 ganger 1/10 talt etter fraksjonering. Resultatene er gjengitt i tabell 6.

Materialet viser at det både kvalitativt og kvantitativt er stor grad av likhet med hensyn til samfunnenes sammensetning i de to innsjøene. En t-test vedrørende forekomsten av de dominerende artene Mesocyclops leuckarti og Eudiaptomus gracilis bekreftet at den funne forskjell ikke var statistisk signifikant. Tallene for cladocerer (vannlopper) kan tyde på en større bestand i Kråkenesvatnet enn i Hanangervatnet, men er for små til å kunne tillegges betydning.

Det fremgår videre at de forskjellige formene i hovedsaken var jevnt fordelt i vannsøylen, noe som må antas å ha sammenheng med vannmassenes

isotermi (homogene temperaturforhold) og den medfølgende omrøring.

I de kvantitative prøver er bare krepsdyrene bearbejdet. Registreringene av rotatorier (hjuldyr) fremgår av tabell 7, som viser h vplankton fra overflatetrekk.

Ved sammenligning med tidligere observasjoner av dyreplanktonet (NIVA 1970, 1972) ser man at det med få unntak er de samme arter som er blitt registrert fra undersøkelsene tok til i 1969. De forskjeller som kan påpekes må formodes å skyldes tilfeldigheter. (Når det gjelder Bosmina, er det bare skjedd et navneskifte i pakt med nyere oppfatning av artene innen denne slekten).

Planteplankton

I de biologiske undersøkelsene som er foretatt inntil nå er hovedvekten hovedsakelig lagt på å gi en kvalitativ karakteristikk av h vplanteplanktonets samfunnsstruktur. I referanseøyemed er det imidlertid også blitt samlet inn kvantitative prøver.

Vesentlig fordi det er to forskjellige utsnitt av planteplanktonsamfunnene man får ved de to innsamlingsmetoder, er det funnet formålstjenelig med en kontroll av forekomsten til de arter som ikke fanges eller blir underrepresentert i håvprøver. Telleresultatene er stilt sammen i tabell 8. Det lave antall prøver gjør at det er noe tidlig å kommentere de forskjeller som fremgår av tabellen. Det er sannsynlig at sikrere konklusjoner først kan trekkes etter å ha fulgt sesongvekslingen gjennom et par år eller mer, slik det nå er blitt mulig gjennom at bedriften månedlig samler inn kvantitative prøver fra 0,5 - 1 meters dyp. De registrerte forskjeller behøver ikke skyldes annet enn naturlige variasjoner. Man kan bl.a. merke seg at stort sett alle arter av mengdemessig betydning er påvist fra år til år.

Antagelsen om at planteplanktonsamfunnene i Kråkenesvatnet og Hanangervatnet ikke har undergått vesentlige forandringer støttes av

resultatene fra håvtrekkanalysene (tabell 7). I likhet med tidligere år er følgende arter blant de mest fremtredende: blågrønnalgene Anabaena flos-aquae og Coelosphaerium nägelianum og Aphanocapsa elachista var. planctonica, grønnalgene Crucigenia rectangularis, Gloeococcus schroeteri og Quadrigula pfitzeri og videre chrysophyseartene Mallomonas caudata og Stichogloea olivacea, kiselalgen Tabellaria flocculosa og dinoflagellatene Ceratium hirundinella og Peridinium cinctum. På samme måte viser håvtrekkprøvene høy grad av stabilitet med hensyn til forekomsten av krepsdyr og hjuldyr.

5. KONKLUSJON

1. I kjemisk henseende er det foreløpig intet som tyder på at vannkvaliteten i Hanangervatnet og Kråkenesvatnet er i ferd med å forandres.
2. Resultatene av de hydrobiologiske undersøkelsene fra 1969, 1971 og 1972 har vist noe varierende forhold fra år til år, spesielt med hensyn til sammensetningen av planteplanktonsamfunn i kvantitative prøver. Strukturen av håvtrekksamfunnene har vært mer stabil, og det er sannsynlig at forandringene ligger innenfor det naturlige variasjonsområde.
3. Innsamling og bearbeidelse av kvantitative planktonprøver vil bedre grunnlaget for å bedømme de eventuelle forandringer som følger av en utnyttelse av Kråkenesvatnet/Hanangervatnet for uttak og tilbakeføring av kjølevann.

LITTERATUR

Norsk institutt for vannforskning 1970: 0-68/68 Vurdering av industri-
vannforsyning for Aluminiumsanlegget Lista. 38s. Stensilert.

Norsk institutt for vannforskning 1971: 0-68/68 Høyere vegetasjon
i Oteråna, Lista, 28. juli 1970. 7s. Stensilert.

Norsk institutt for vannforskning 1972: 0-68/68 Vurdering av industri-
vannforsyning for Lista Aluminiumsverk. Temperaturobservasjoner
i februar 1969 - desember 1971 og limnologisk kontrollundersøkelse
i Kråkenesvatnet og Hanangervatnet 1/9-71.

TABELL 1: OVERFLATETEMPERATURER (°C) I HANANGERVATNET OG
KRÅKENESVATNET 1972

Dato 1972	Hanangervatnet			Kråkenesvatnet					
	Stasjon 1			Stasjon 3			Stasjon 4		
	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m
Januar									
3	0.6	0.6	0.6	1.8	1.8	1.8	1.4	1.4	1.4
7	-0.4	-0.4	-0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4
10	-0.4	-0.4	-0.4	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
15	is	is	is	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
17	-	-	-	is	is	is	is	is	is
21	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
24	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Februar									
4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0	0
8	0	0.3	0.3	0	0.2	0.3	0	0.2	0.3
11	-0.3	0.2	0.3	0	0.2	0.3	0	0.2	0.3
15	0	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.7
18	-0.2	0.4	0.5	-0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
21	-0.2	0.5	0.6	-0.2	0.2	0.2	-0.2	0.4	0.4
25	0	1.0	1.0	0	0.6	0.6	0	0.8	0.8
28	0	1.0	1.0	-0.2	0.8	0.8	0	0.8	1.0

forts.

TABELL 1 (Forts.)

Dato 1972	Hanangervatnet			Kråkenesvatnet					
	Stasjon 1			Stasjon 3			Stasjon 4		
	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m
Mars									
3	0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
6	0	1.0	1.2	0	0.8	1.0	0	0.8	1.0
10	0.3	1.6	1.8	0.2	0.8	0.8	0.2	0.7	0.7
13	0.4	2.6	2.8	0.6	1.6	1.8	1.0	2.6	2.8
17	is	is	is	is	is	is	is	is	is
20	2.5	2.6	2.8	-	-	-	-	-	-
23	kuling	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	3.4	3.4	3.4	-	-	-	-	-	-
27	3.2	3.2	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
29	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
April									
4	4.2	4.2	4.2	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	4.0
6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.7	4.7	4.7
10	5.2	5.2	5.2	5.0	5.0	5.0	5.2	5.2	5.2
14	5.8	5.8	5.8	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
17	6.5	6.5	6.5	6.2	6.2	6.2	7.0	7.0	7.0
20	7.6	7.6	7.6	7.2	7.2	7.2	7.8	7.8	7.8
24	8.7	8.7	8.7	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
27	8.7	8.7	8.7	8.2	8.2	8.2	8.4	8.4	8.4
Mai									
2	9.2	9.2	9.2	9.0	9.0	9.0	8.8	8.8	8.8
4	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
8	11.2	11.2	11.2	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
12	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.1	11.0	11.0
15	12.2	12.2	12.2	12.4	12.4	12.4	12.3	12.2	12.2
19	11.9	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9
23	12.2	12.2	12.2	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
26	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.6	12.6	12.6
29	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	12.7	12.4	12.4	12.4

forts.

TABELL 1 (forts.)

Dato 1972	Hanangervatnet			Kråkenesvatnet					
	Stasjon 1			Stasjon 3			Stasjon 4		
	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	-1 m	0 m	0.5 m	1 m
Juni									
2	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	14.6	14.6	14.6
5	12.8	12.8	12.8	13.4	13.4	13.4	13.5	13.5	13.5
9	13.6	13.6	13.6	13.7	13.7	13.7	13.6	13.6	13.6
12	14.2	14.2	14.2	14.4	14.4	14.4	14.2	14.2	14.2
16	14.7	14.7	14.7	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
19	14.5	14.5	14.5	14.8	14.8	14.8	14.4	14.4	14.4
23	14.7	14.7	14.7	15.0	15.0	15.0	14.8	14.8	14.8
26	15.2	15.2	15.2	15.6	15.6	15.6	15.4	15.4	15.4
30	16.4	16.4	16.4	16.7	16.6	16.6	16.8	16.8	16.8
Juli									
3	16.5	16.5	16.5	16.8	16.8	16.8	16.7	16.7	16.7
8	16.7	16.7	16.7	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
10	16.6	16.6	16.6	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
14	17.5	17.5	17.5	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
17	20.2	20.-	19.8	20.8	20.4	20.2	21.2	21.1	21.2
21	20.2	20.2	20.2	21.0	21.0	21.0	21.2	21.2	21.2
24	21.3	21.3	21.3	21.9	21.9	21.9	21.8	21.8	21.8
28	19.9	19.9	19.9	20.2	20.2	20.2	20.1	20.1	20.1
31	19.0	19.0	19.0	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
August									
7	17.2	17.2	17.2	17.6	17.6	17.6	17.8	17.8	17.7
11	17.2	17.1	17.0	17.2	17.2	17.2	17.4	17.3	17.3
14	16.7	16.7	16.7	17.1	17.1	17.1	16.9	16.9	16.8
18	15.8	15.8	15.8	16.4	16.4	16.4	16.0	16.0	16.0
22	15.5	15.4	15.4	16.2	16.2	16.2	16.0	16.0	16.0
26	14.2	14.2	14.2	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3
28	15.5	15.5	15.5	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0

forts.

TABELL 1 (Forts.)

Dato 1972	Hanangervatnet			Kråkenesvatnet					
	Stasjon 1			Stasjon 3			Stasjon 4		
	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m	0 m	-0.5 m	-1 m
September									
1	17.0	17.0	17.0	17.1	17.1	17.1	17.4	17.4	17.4
4	15.8	15.8	15.8	16.3	16.3	16.3	16.1	16.1	16.1
7	15.4	15.4	15.4	15.7	15.7	15.7	15.6	15.6	15.6
11	13.4	13.4	13.4	14.3	14.3	14.3	15.6	15.6	15.6
15	12.7	12.7	12.7	13.6	13.6	13.6	13.2	13.2	13.2
18	12.6	12.6	12.6	13.3	13.3	13.3	13.1	13.1	13.1
22	12.0	12.0	12.0	12.7	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6
25	11.9	11.9	11.9	12.3	12.3	12.3	12.2	12.2	12.2
28	11.1	11.1	11.1	12.0	12.0	12.0	12.2	12.2	12.2
Oktober									
2	10.2	10.2	10.2	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
6	10.6	10.6	10.6	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
9	10.6	10.6	10.6	11.2	11.2	11.2	11.4	11.2	11.2
13	9.7	9.7	9.7	10.2	10.2	10.2	10.3	10.2	10.1
16	9.1	9.1	9.1	10.0	10.0	10.0	9.9	9.9	9.9
20	7.4	7.4	7.4	8.2	8.2	8.2	8.0	8.0	8.0
24	6.4	6.4	6.4	7.4	7.4	7.4	7.6	7.6	7.6
27	7.0	7.0	7.0	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7
30	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.8	7.8	7.8
November									
2	7.4	7.4	7.4	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
6	7.2	7.2	7.2	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3
9	7.2	7.2	7.2	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
13	6.2	6.2	6.2	7.7	7.7	7.7	7.2	7.2	7.2
16	4.4	4.4	4.4	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
20	2.3	2.3	2.3	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.2
24	2.0	2.0	2.0	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6
27	2.3	2.3	2.3	3.0	3.0	3.0	3.2	3.2	3.2

forts.

TABELL 1 (Forts.)

Dato 1972	Hanangervatnet			Kråkenesvatnet					
	Stasjon 1			Stasjon 3			Stasjon 4		
	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m	0 m	0.5 m	1 m
Desember									
1	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	4.0
5	4.8	4.8	4.8	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7
7	5.0	5.0	5.0	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
11	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
15	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8
18	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.1	4.1	4.1
22	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8
27	3.0	3.0	3.0	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3
29	2.6	2.6	2.6	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9

TABELL 2: TEMPERATURSNITT I HANANGERVATNET (ST. 1) I 1972.
MÅNEDLIGE OBSERVASJONER I 0 - 12 METERS DYP.

Dato	Jan. 3.	Feb. 4.	Mars 3.	April 4.	Mai 2.	Juni 2.	Juli 3.	Aug. 7.	Sept. 1.	Okt. 2.	Nov. 2.	Des. 1.
0 m	0.6	-0.2	0	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
0.5	0.6	-0.2	1.0	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
1.0	0.6	-0.2	1.0	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
2.0	0.6	0	1.0	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
3.0	0.6	0	1.0	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
4.0	0.6	0	1.0	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
5.0	0.6	0.3	1.4	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	17.0	10.2	7.4	4.0
6.0	0.6	0.3	1.4	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	16.0	10.2	7.4	4.0
7.0	0.6	0.3	1.4	4.2	9.2	13.8	16.5	17.2	15.4	10.2	7.4	4.0
8.0	0.6	0.3	1.6	4.2	9.2	13.6	16.4	17.2	15.1	10.2	7.4	4.0
9.0	0.6	0.3	1.6	4.2	9.0	13.6	16.3	17.2	15.0	10.2	7.4	4.0
10.0	0.6	0.3	2.0	4.2	9.0	13.6	16.3	17.0	15.0	10.2	7.4	4.0
11.0	0.6	0.3	2.2	4.2	9.0	13.6	16.3	17.0	15.0	10.2	7.4	4.0
12.0	0.6	1.2	2.2	4.2	9.0	13.6	16.3	17.0	15.0	10.2	7.4	4.0

TABELL 3: TEMPERATURSNITT I KRÅKENESVATNET (ST. 3) I 1972
MÅNEDLIGE OBSERVASJONER I 0 - 14 METERS DYP.

Dato Dyp	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
	3.	4.	3.	4.	2.	2.	3.	7.	1.	2.	2.	1.
0 m	1.8	-0.2	0.2	3.9	9.0	13.8	16.8	17.6	17.1	11.0	7.8	3.9
0.5	1.8	-0.2	0.2	3.9	9.0	13.8	16.8	17.6	17.1	11.0	7.8	3.9
1.0	1.8	-0.2	0.2	3.9	9.0	13.8	16.8	17.6	17.1	11.0	7.8	3.9
2.0	1.8	0	0.2	3.9	9.0	13.8	16.9	17.6	17.1	11.0	7.8	3.9
3.0	1.8	0	0.2	3.9	9.0	13.8	16.9	17.6	17.1	11.0	7.8	3.9
4.0	1.8	0	0.2	3.9	9.0	13.8	16.8	17.6	17.0	11.0	7.8	3.9
5.0	1.8	0.3	0.8	3.9	8.8	13.8	16.8	17.6	16.8	11.0	7.8	3.9
6.0	1.8	0.3	0.8	3.9	8.8	13.8	16.8	17.6	16.2	11.0	7.8	3.9
7.0	1.8	0.3	0.8	3.9	8.8	13.8	16.7	17.6	16.0	11.0	7.8	3.9
8.0	1.8	0.3	0.8	3.9	8.8	13.6	16.4	17.6	15.6	11.0	7.8	3.9
9.0	1.8	0.3	0.8	3.9	8.8	13.5	16.2	17.6	15.8	11.0	7.8	3.9
10.0	1.8	0.3	0.9	3.9	8.7	13.4	15.8	17.6	15.8	11.0	7.8	3.9
11.0	1.8	0.3	0.9	3.9	8.7	13.2	15.6	17.6	15.7	11.0	7.8	3.9
12.0	1.8	0.3	0.9	3.9	8.7	13.2	15.4	17.2	15.4	11.0	7.8	3.9
13.0	1.8	0.3	1.2	3.9	8.7	13.0	15.0	15.8	15.4	11.0	7.8	3.9
14.0	1.8	0.3	1.2	3.9	8.6	12.8	14.5	15.8	15.4	11.0	7.8	3.9

TABELL 4: VANNSTANDSMÅLINGER I HANANGERVATNET

3/9 1971 - 29/12 1972

Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå
3/9	2,89	1/10	2,89	1/11	3,02	3/12	3,16
6/9	2,89	4/10	2,88	5/11	3,03	6/12	3,15
10/9	2,89	8/10	2,88	8/11	3,22	10/12	3,14
13/9	2,88	11/10	2,89	12/11	3,21	13/12	3,13
17/9	2,87	15/10	2,88	15/11	3,21	17/12	3,12
20/9	2,89	18/10	2,91	18/11	3,20	20/12	3,13
23/9	2,88	22/10	2,99	22/11	3,22	23/12	3,13
28/9	2,87	25/10	3,03	26/11	3,19	27/12	3,17
		29/10	3,03	29/11	3,19	30/12	3,14

1972

Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå
3/1	3,09	4/2	3,02	3/3	2,98	4/4	3,06	2/5	3,15	2/6	3,10
7/1	3,06	8/2	3,00	6/3	3,01	6/4	3,10	4/5	3,14	5/6	3,11
10/1	3,03	11/2	3,00	10/3	3,01	10/4	3,15	8/5	3,12	9/6	3,15
15/1	3,04	15/2	3,03	13/3	3,00	14/4	3,22	12/5	3,10	12/6	3,14
17/1	3,03	18/2	3,04	17/3	2,99	17/4	3,22	15/5	3,08	16/6	3,12
21/1	3,06	21/2	3,03	20/3	2,98	20/4	3,19	19/5	3,07	19/6	3,12
24/1	3,08	25/2	3,00	23/3	3,01	24/4	3,15	23/5	3,07	23/6	3,12
29/1	3,07	28/2	2,99	27/3	3,02	27/4	3,13	26/5	3,10	26/6	3,11
31/1	3,06			29/3	3,03			29/5	3,10	30/6	3,09

Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå	Dato	Nivå
3/7	3,13	7/8	3,07	1/9	3,08	2/10	3,00	2/11	3,02	1/12	3,05
8/7	3,13	11/8	3,11	4/9	3,06	6/10	2,99	6/11	3,02	5/12	3,09
10/7	3,13	14/8	3,11	7/9	3,05	9/10	2,99	9/11	3,03	7/12	3,10
14/7	3,10	18/8	3,13	11/9	3,07	13/10	2,99	13/11	3,05	11/12	3,12
17/7	3,08	22/8	3,11	15/9	3,05	16/10	2,98	16/11	3,06	15/12	3,14
21/7	3,07	26/8	3,11	18/9	3,04	20/10	2,98	20/11	3,06	18/12	3,12
24/7	3,06	28/8	3,09	22/9	3,04	24/10	2,98	24/11	3,04	22/12	3,08
28/7	3,05			25/9	3,02	27/10	2,99	27/11	3,03	27/12	3,05
31/7	3,07			28/9	3,01	30/10	2,99			29/12	3,04

TAABELL 5: Fysiske og kjemiske forhold i Hanangervatnet (st. 1)
og Kråkenesvatnet (st. 3)

	Surhets-grad pH	Ledn. økne 20°C µS/cm	Temp. °C	Oksygen mg O ₂ /l	Oksygen % metn.	KMnO ₄ mg O ₂ /l	NO ₃ µg/l	Tot N µg/l	PO ₄ µg/l	Tot P µg/l	Jern µg/l	Mn µg/l	Mg µg/l	SO ₄ µg/l	Cl µg/l	Pb µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l
Hanangerv.																		
1 m	7,14	104	13,6	9,51	94,2	2,37	20	205	2	8	75	10	2,37	7,6	20,4	1	<10	15
4 m	7,23	103	13,6	9,48	93,8	3,4	20	240	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-
8 m	7,25	101	13,5	10,01	99,0	2,53	20	230	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-
11 m	7,25	103	13,1	9,71	95,5	2,84	10	220	2,5	10	80	15	2,39	7,8	20,4	2	<10	10
Kråkenesv.																		
1 m	7,19	104	14,3	ingen	flaske	3,32	10	265	2	8	90	10	2,29	8,4	20,4	1	<10	10
4 m	7,16	101	14,3	9,51	96,1	3,16	10	295	1)	9 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
8 m	7,12	102	14,3	9,64	97,0	2,84	20	250	4	12	-	-	-	-	-	-	-	-
12 m	7,11	103	14,0	10,34	103,5	3,00	10	270	<2	7	90	10	2,26	8,4	20,4	-	-	-
13,5 m	7,11	104	14,0	8,9	90,0	3,00	10	265	<2	7	90	10	2,31	8,7	20,2	2	<10	5

1) Feil analyse

2) Analysert to ganger med samme resultat

TABELL 6: Kvantitativ forekomst av krepsdyrplankton i Hanangervatnet (st. 1) og Kråkenesvatnet (st. 3), 12/9-73. Angitt i antall pr. m³

STASJON	St. 1					St. 3					
	1 m	4 m	8 m	Middel		1 m	4 m	8 m	12 m	Middel	
DYP											
<i>Cyclops scutifer</i> 1) ad. 2)	Inkl. i M. leuckarti 126	315	315	252		210	210	210	210	210	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> cop.	10500	7980	10500	9660		6930	12600	12600	12600	11093	
ad.	777	210	610	532		630	1050	630	315	656	
<i>Eudiaptomus gracilis</i> ad. cop.	18228	17220	14700	16716		22050	22050	21000	16800	20475	
<i>Daphnia longispina</i>	126	10	10	49		525	420	420	315	420	
<i>Eubosmina longispina</i>	42	10	-	17		315	210	210	210	236	
<i>Leptodora kindtii</i>	-	5	5	3		-	-	210	210	105	
<i>Holopedium gibberum</i>	42	5	5	16		-	-	-	-	-	
Nauplier av hoppekreps	16000	16000	16800	16300		16800	17200	17850	23100	18743	
SUM: Ekskl. nauplier	39900	30795	31180	33940		32235	38220	36330	31080	35955	
Inkl. nauplier	55900	46795	47930	50240		49035	55440	54180	54180	54698	

1) Cop. = Copepoditter (utviklingsstadier)

2) Ad. = Adulte (voksne)

TABELL 7: Plankton fra Hanangervatnet (st. 1),
Kråkenesvatnet (st. 3), 12/9-73.
Håvtrekk, maskevidde 25 µm.

ORGANISMER	STASJON	St. 1	St. 3
CYANOPHYCEAE			
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.		3	2 - 3
<i>Aphanocapsa elachista</i> var. <i>planctonica</i> G.M. Smith		2 - 3	1
<i>Aphanothece clathrata</i> var. <i>brevis</i> Bachm.		3	1
<i>Coelosphaerium nägelianum</i> Unger		2 - 3	3
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>borneti</i> Zukal		+	+
<i>Pseudanabaena</i> sp.		1	+
<i>Coelosphaerium kützingianum</i> Näg.			1
CHLOROPHYCEAE			
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs		+	+
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turner) Lemm.		1 - 2	1 - 2
<i>Arthrodesmus convergens</i> Ehrenb.		+	
<i>Arthrodesmus incus</i> (Breb.) Hass.		+	
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.			3
<i>Closterium</i> sp.		+	
<i>Cosmarium</i> sp.			+
<i>Crucigenia rectangularis</i> (A. Braun) Gay		2 - 3	
<i>Euastrum bidentatum</i> Näg.		+	
<i>Eustrum elegans</i> (Breb.) Kütz.			+
<i>Gloeococcus schroeteri</i> (Chod.) Lemm.		2	2 - 3
<i>Gloeocystis bacillus</i> Teiling		+	+
<i>Gloeocystis planctonica</i> (West & West) Lemm.			2
<i>Gonatozygon</i> cf. <i>kinahani</i> (Arch.) Rabh.		+	
<i>Micrasterias pinnatifidia</i> (Kütz.) Ralfs		+	
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.		2	
<i>Pleurotaenium ehrenbergi</i> (Breb.) deBary			+
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroeder) Printz		3	3
<i>Selanastrum capricornutum</i> Printz		+	
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West & West		+	
<i>Staunastrum</i> spp.			+
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Kütz.) Breb.		1	+

forts.

TABELL 7 (Forts.)

ORGANISMER	STASJON	St. 1	St. 3
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Achnanthes</i> sp.		1	1
<i>Cymbella</i> sp.			+
<i>Eunotia</i> sp.		+	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		+	
<i>Pinnularia</i> sp.		+	
<i>Surirella robusta</i> Ehrenb.			+
<i>Synedra</i> sp.		+	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.		+	+
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.		2	2
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Bitrichia chodatii</i> (Chodat) Rev.			+
<i>Dinobryon acuminatum</i> Ruttner		+	1
<i>Dinobryon divergens</i> . Imhof		+	
<i>Mallomonas caudata</i> . Iwanoff		2	3
<i>Stichogloea olivacea</i> Chod.		2	2 - 3
<i>Synura uvella</i> Ehrenb.		+	2 - 3
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas</i> sp.		1	1
DINOPHYCEAE			
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Schrank		+	3
<i>Peridinium cinctum</i> (Müll.) Ehrenb.		4	4
<i>Peridinium</i> sp.		1	1
PROTOZOA			
<i>Vorticella</i> sp. (på <i>Anabaena</i>)		2 - 3	
ROTATORIA			
<i>Kellicottia longispina</i> (Kell.)		3	2
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)		3	4
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin		3	2
CRUSTACEAE			
<i>Bosmina longispina</i> Leydig		+	
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Saars		4	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)		3	
Nauplier		+	

TABELL 8: Kvantitativ analyse av planteplankton i Kråkenesvannet 1969, 1971 og 1972.

Angitt i celler eller kolonier pr. l (avrundet til nærmeste 1000).

ORGANISME	16/4-69		9/7-69		1/9-71		12/9-72	
	1 m	8 m	1 m	8 m	1 m	8 m	1 m	8 m
CYANOPHYCEAE								
Anabaena flos aquae (Lyngb.) Breb.			+	+		+		
Aphanocapsa elachista var. planctonica G.M. Smith			+	+	+			
Aphanothece clathrata var. brevis Bachm.			+				89.000	62.000
Coccomyxa sp.			+					
Coelosphaerium năgelianum Unger			+	+				+
Merismopedia cf. glauca (Ehrenb.) Năgeli			+					
Microcystis sp.			+	+				
Pseudanabaena sp.	+	+	+	+			+	
Uidentifisert trådformet blågrønnalge			+	+	+			+
CHLOROPHYCEAE								
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs	360.000	510.000	+	+	18.000	66.000	230.000	74.000
Ankistrodesmus falcatus var. spirilliformis West					30.000	47.000	(inkl.var.)	27.000
Botryococcus braunii Kütz.				+				
Closterium sp.				+				
Cosmarium sp.				+			+	
Crucigenia fenestrata Schmidle	27.000	+	+			+		
Crucigenia rectangularis (A.Br.) Gay			+		+	+	+	+
Dichtyosphaerium simplex Skuja	360.000	435.000		15.000				
Elakatothrix gelatinosa Wille	+	+	28.000	30.000	+	+	+	+
Euastrum sp.			+					
Gloeococcus shroeteri (Chod.) Lemm.			138.000	71.000		+	50.000	+
Gloeocystis planktonica (West & West) Lemm.	+	+	+	+	+		+	+
Gloeocystis cf. bacillus Teiling					+			
Nephrocytium sp.							+	
Oocystis lacustris Chod.	91.000	68.000	25.000	21.000	31.000	29.000	+	
Oocystis sp.	35.000	41.000	+					
Penium sp.				+				
Quadrigula pfitzeri (Schoeder) Printz			25.000	20.000	+	+	64.000	+
Scenedesmus serratus (Corda) Bohlin			+	12.000	+			
Selenastrum capricornutum Printz			+	+	202.000	234.000	342.000	226.000
Sphaerozoma granulatum Roy et Biss.			+		+	+	+	+
Staurastrum sp.			+	+		+		
Staurodesmus sp.			+			+		
Xanthidium antilopaeum (Breb.) Kütz.	+	+						
Uidentifiserte chloromonader	+	+	35.000	30.000	41.000	19.000	49.000	
BACILLARIOPHYCEAE								
Achnanthes sp.	115.000	105.000	25.000	20.000	14.000	14.000	38.000	25.000
Cocconeis sp.				+				
Cymbella sp.	+			+			+	
Diatoma elongatum C.A. Ag.				+				
Eunotia sp.		+	+					
Nitzschia sp.	+	+			+			
Synedra rumpens Kütz.								+
Synedra sp.	81.000	90.000	+	+				
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	+	+	+	+	+	+	+	+
Uidentifiserte pennate diatomeer	+	+	+	+	+	+	+	+

forts.

TABELL 8 (Forts.)

ORGANISME	16/4-69 ^a		9/7-69		1/9-71		12/9-72	
	1 m	8 m	1 m	8 m	1 m	8 m	1 m	8 m
CHRYSOPHYCEAE								
Bicocca sp.	+	+			+			
Bitrichia chodati (Chod.) Rev.	+	+						
Chrysoikos skujai (Nauwerck) Willén								> 30.000
Dinobryon acuminatum Ruttner	60.000	72.000	+		25.000	39.000	25.000	+
Dinobryon cylindricum Imhof		+						
Dinobryon divergens Imhof	+	+		+				
Kephyrion sp.	56.000	114.000				+		
Mallomonas sp.	+							
Synura cf. uvella Ehrenb.	+	+						+
Uidentifiserte chrysophyce flagellater	550.000	810.000	300.000	220.000	340.000	420.000	1.410.000	1.011.000
CRASPECDOPHYCEAE								
Uidentifiserte krageflagellater	+	+	+	+			74.000	54.000
CRYPTOPHYCEAE								
Rhodomonas sp.					22.000	51.000	99.000	41.000
Uidentifiserte cryptomonader	+	30.000	+	+	68.000	(inkl. andre cryptomonader)	201.000	80.000
DINOPHYCEAE								
Ceratium hirundinella (O.F.M.) Schrank	+		+					
Peridinium cf. Willei Huitf. Kaas	+	+	+		+			
Uidentifiserte dinoflagellater	+		+			+	+	+
ZOOPLANKTON								
Vorticella sp.			+					
Ubestemt protozoo	+			+	+	+	+	+
Keratella cochlearis (Gosse)							+	+
Polyarthra vulgaris Carlin					+			
ANNET								
µ-alger. (uidentifiserte organismer cf. alger maks 5-(10) µ i diameter (lengde)).	1.405.000	1.615.000	290.000	500.000	290.000	210.000	856.000	700.000
Øvrige uidentifiserte alger	58.000	49.000	+	+	45.000	+	+	+