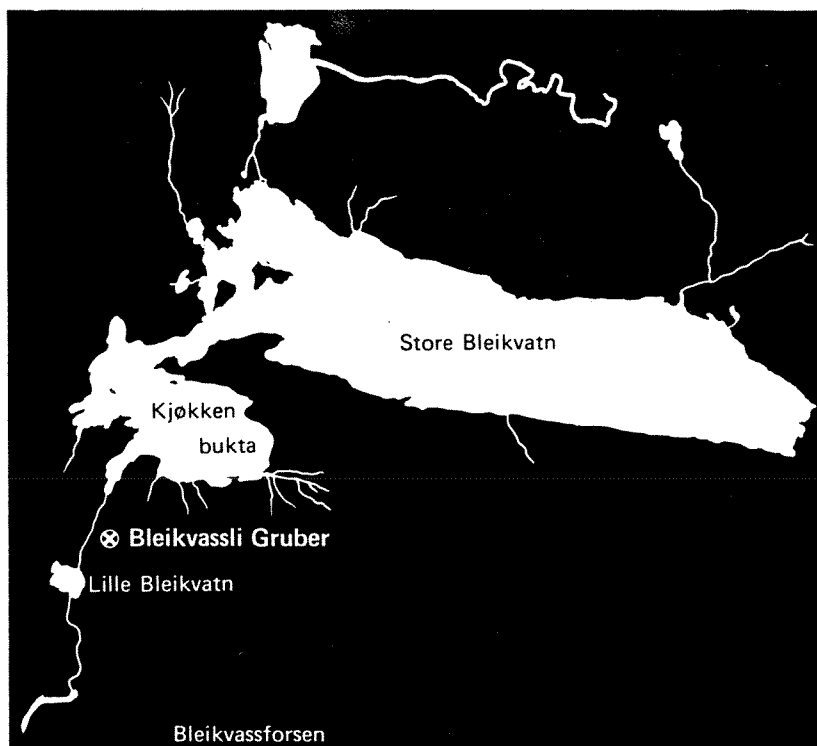


0-82121

AS Bleikvassli Gruber

Kontroll og overvåkingsundersøkelser 1993



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
81121	11
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3033	Sperret

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

Rapportens tittel: A/S BLEIKVASSLI GRUBER Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1993	Dato:	Trykket:
	15.02.94	NIVA 1994
Forfatter(e): Iversen, Eigil Rune Grande, Magne	Faggruppe:	
	Industri	
	Geografisk område:	
	Nordland	
	Antall sider:	Opplag:
	33	30

Oppdragsgiver: A/S Bleikvassli Gruber	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

Ekstrakt: Det ble ikke påvist noen endringer av betydning av forurensningssituasjonen i Bleikvatn i 1993. Som i tidligere år er innsjøen tydelig påvirket av avgangsdeponeringen ved forhøyede konsentrasjoner av bly og sink i forhold til naturlig bakgrunnsnivå. Det har ikke vært noen konsentrasjonsendringer av disse metaller i den perioden deponering har pågått, men det kan påvises at konsentrasjonene i sedimentoverflaten er økende. Det er foreløpig ikke dokumentert skadelige effekter på fiskebestanden i innsjøen. Tungmetalltilførslene til Moldåga viser en avtakende tendens etter at forurensningsbegrensende tiltak er gjennomført.

4 emneord, norske

1. Kisgruve
2. Avgangsdeponering
3. Tungmetaller
4. Hydrobiologi

4 emneord, engelske

1. Pyrite Mining
2. Tailings Disposal
3. Heavy Metals
4. Hydrobiology

Prosjektleder

Eigil Rune Iversen

For administrasjonen

Gunnar Fr. Aasgaard

ISBN-82-577-2490-4

Norsk institutt for vannforskning

O-82121

A/S BLEIKVASSLI GRUBER

Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1993

Oslo, 15.februar 1994.

Prosjektleder: Eigil Rune Iversen

Medarbeider: Magne Grande

INNHold

	Side
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	4
3. OVERVÅKINGSUNDERSØKELSER I KJØKKENBUKTA/STORE BLEIKVATN	5
3.1 Fysisk/kjemiske undersøkelser	5
3.1.1 Prøvetakings- og analyseprogram	5
3.1.2 Fysiske resultater	7
3.1.3 Vannkjemiske resultater	8
3.1.4 Sedimentanalyse	10
3.1.5 Sedimentfeller	12
3.2 Fisk	14
3.2.1 Metoder	14
3.2.2 Fiskebioloiske forhold	18
3.2.3 Tungmetaller i fisk	19
3.2.4 Sammenfattende bemerkninger om fiskeribiologiske forhold	23
4. KONTROLLUNDERSØKELSER I MOLDÅGA/RØSSÅGA-VASSDRAGET	24
4.1 Stasjoner og analyseprogram	24
4.2 Fysisk/kjemiske resultater	24
5. LITTERATUR	27

1. SAMMENDRAG

De fysiske/kjemiske undersøkelser som er gjennomført i Store Bleikvatn med Kjøkkenbukta i 1993, viser som i tidligere år, at innsjøen er tydelig påvirket av avgangsdeponeringen.

Dette gir seg utslag i høye tungmetallkonsentrasjoner nær utslippsstedet innerst i Kjøkkenbukta. Konsentrasjonene avtar med økende avstand fra deponeringsområdet. Utenfor Smalsundet i Store Bleikvatn er det først og fremst sink som er tydelig høyere enn naturlig bakgrunnsnivå.

Ved hjelp av forbedret analyseteknikk med lavere deteksjonsgrenser kan det også spores forhøyede verdier av bly utenfor Smalsundet sett i forhold til antatt naturlig bakgrunnsnivå.

Det synes ikke å ha vært noen økning i tungmetallkonsentrasjonene i Bleikvatn i den tiden deponering har pågått. Avgangsdeponeringen medfører liten flukt av avgangsslam ut av Kjøkkenbukta.

Oppryddingstiltakene i gruveområdet er avsluttet. I den tiden NIVA har foretatt kontrollanalyser i vassdraget, har det skjedd en gradvis reduksjon av tungmetallkonsentrasjonene ved utløpet av Lille Bleikvatn og i vassdraget nedenfor.

Undersøkelser av fiskeribiologiske forhold tyder på at effektene av reguleringen av Store Bleikvatn er viktigste årsak til den reduserte fiskeproduksjon i innsjøen. Det ble i 1993 påvist høyere kadmiumkonsentrasjoner i filet av røye fra Kjøkkenbukta og Bleikvatn enn tidligere. Det knytter seg en viss usikkerhet til resultatet da en normalt burde ha påvist en tilsvarende økning i lever. Fisken i Bleikvatn er av brukbar kvalitet og smak og utgjør så vidt vi kan se, heller ingen fare ved konsum på grunn av innhold av tungmetaller.

2. INNLEDNING

Formålet med undersøkelsene i Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn og vassdragsstrekningen fra gruveområdet til Røssåga er å undersøke i hvilken grad resipientene påvirkes av utslippene fra A/S Bleikvassli Gruber.

Deponering av flotasjonsavgang i Kjøkkenbukta tok til i februar 1984. Tidligere ble avgang deponert i slamdammen ved Lille Bleikvatn. Avrenningen fra denne samt gruveområdet forøvrig drenerer til lille Bleikvatn og videre til Bleikvasselva-Moldåga som igjen løper inn i Røssåga.

Gruvevannet blandes inn i flotasjonsavgangen som deponeres i Kjøkkenbukta.

I konsesjonsbetingelsene definerer Statens forurensningstilsyn undersøkelsene i Bleikvatn som overvåkingsundersøkelser, mens undersøkelsene i vassdraget fra gruveområdet ved Lille Bleikvatn til Røssåga defineres som kontrollundersøkelser. Resultatene fra undersøkelsene er samlet i årlige rapporter (Johannessen *et al.* 1985, 1986, Iversen *et al.* 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993).

Undersøkelsene i 1993 har bestått i fysisk/kjemiske undersøkelser vedrørende avgangsdeponeringen i Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn og av forurensningstilførslene til Bleikvasselva/Moldåga. Det ble videre foretatt undersøkelser av fisk i Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn. Feltbefaringer ble foretatt 21.6.1993 og 7.-8.9.1993. Undersøkelsene av fisk ble foretatt ved befaringen i september.

3. OVERVÅKINGSUNDERSØKELSER I KJØKKENBUKTA/STORE BLEIKVATN

3.1. Fysisk/kjemiske undersøkelser

Opplegget for de fysisk/kjemiske undersøkelsene i 1993 har stort sett fulgt opplegget for det foregående år.

De fysisk/kjemiske undersøkelser i 1993 omfattet prøvetaking ved 5 av de faste stasjoner i Bleikvatn og Kjøkkenbukta med analyse av vannprøver fra forskjellig dyp. Sedimentfellene, som er plassert i Smalsundet og utenfor Smalsundet for å samle opp sedimenterende partikler, ble tømt og satt ut igjen. Det ble videre tatt sedimentprøver ved de faste stasjonene.

3.1.1. Prøvetakings- og analyseprogram

Figur 1 er en kartskisse over hele vassdragsavsnittet som omfattes av A/S Bleikvassli Grubers kontroll- og overvåkingsprogram. Figur 2 er en kartskisse av Store Bleikvatn med Kjøkkenbukta hvor prøvetakingsstasjonene er markert.

Avgangsdeponeringen foregår i Kjøkkenbuktas dypeste område ved stasjon B6. Store Bleikvatn er regulert med overføring av vann til Røssvatn gjennom en tunnel i innsjøens østre ende. Avrenningen fra selve gruveområdet og den tidligere deponeringsdammen drenerer til Lille Bleikvatn og videre til Moldåga og Røssåga.

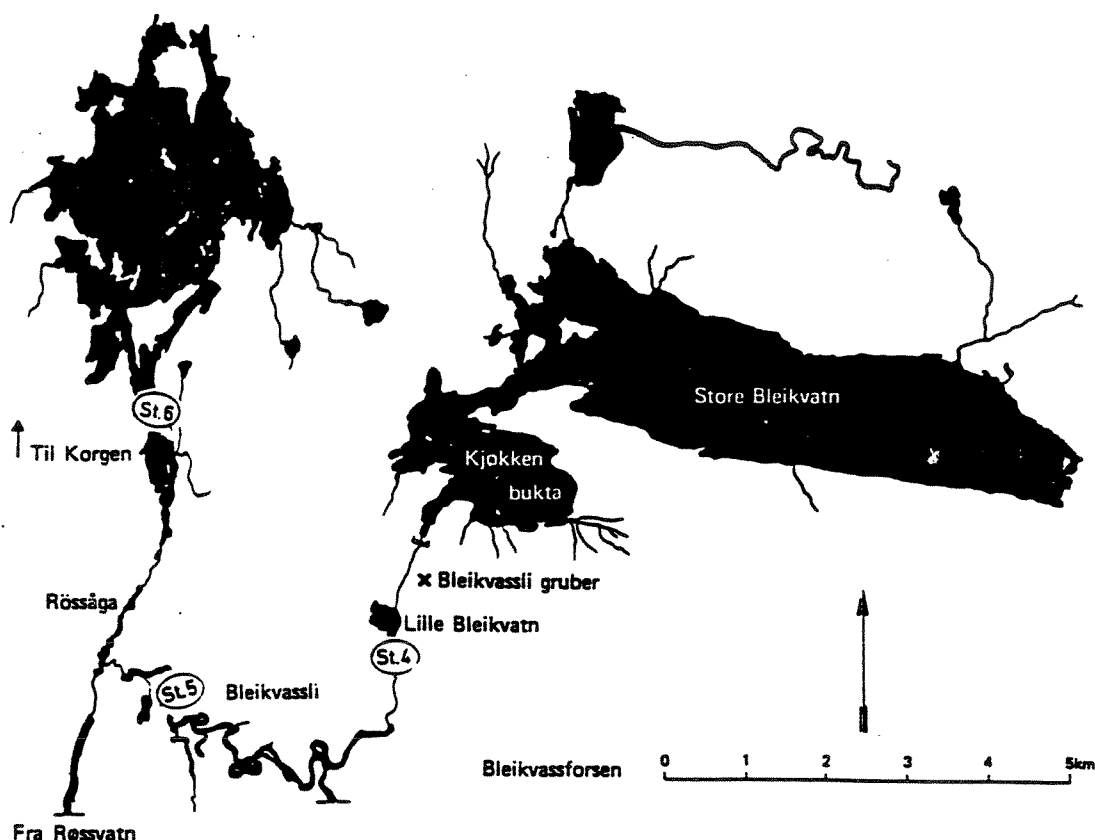


Fig. 1. Kart over Bleikvassli-området

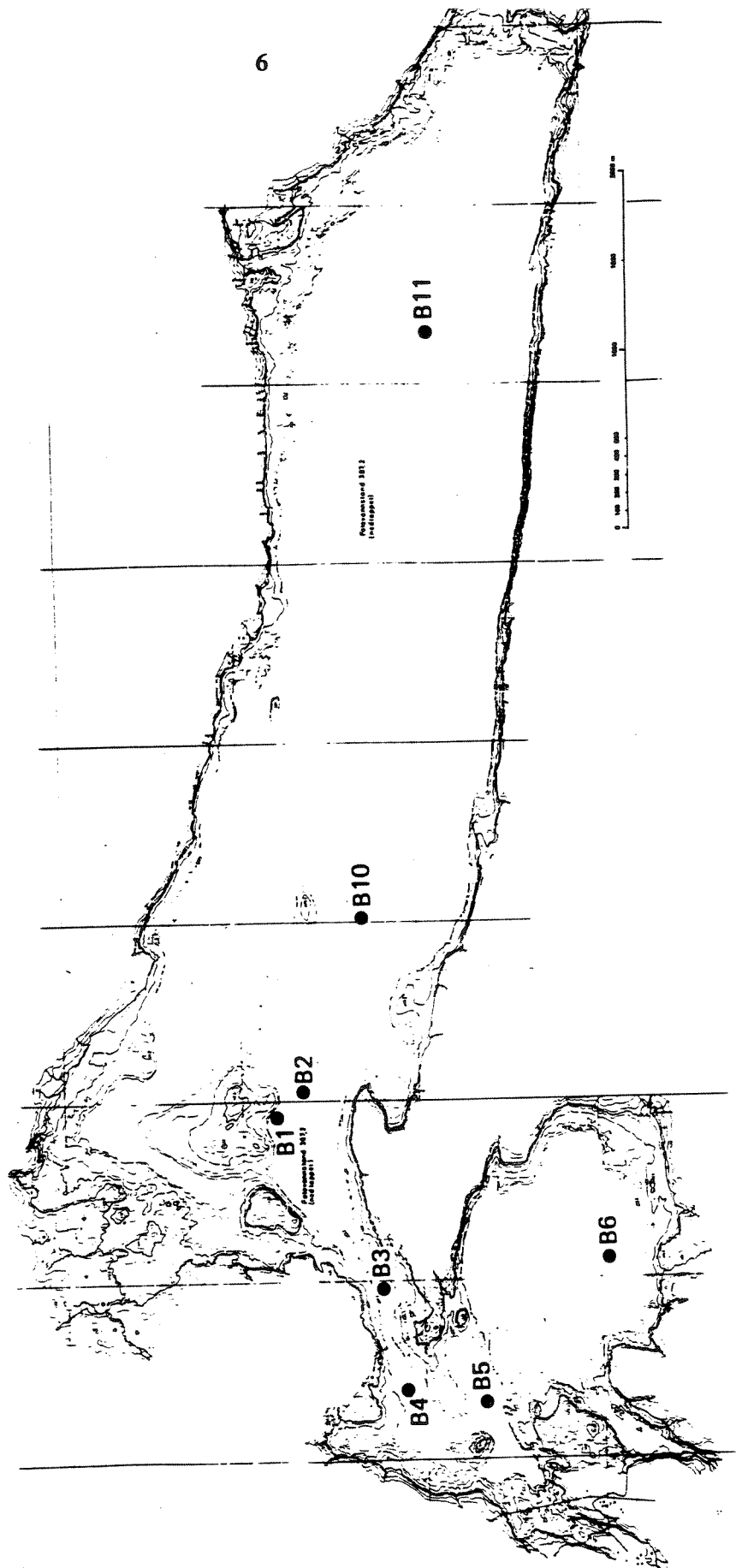


Fig. 2. Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsene i Store Bleikvatn med Kjøkkenbukta.

I 1993 ble det foretatt fysiske/kjemiske undersøkelser ved stasjonene B2, B4, B6, B10 og B11. Alle prøver i Store Bleikvatn ble tatt av NIVA.

Som i tidligere år ble det ved hver stasjon tatt prøvesnitt fra overflaten og ned til bunnen. I analyseprogrammet er det som tidligere lagt vekt på å føre kontroll med tungmetallnivået, men det er også tatt med noen andre parametre for beskrivelse av generell vannkvalitet. Alle analysedata er samlet i tabeller bak i rapporten.

3.1.2. Fysiske resultater

Figur 3 viser hvordan vannstanden i Store Bleikvatn varierte i 1993. Laveste regulerte vannstand i Bleikvatn er 386,0, mens høyeste regulerte vannstand er 407,5 m. Ved høyeste vannstand blir det overløp til Lille Bleikvatn/Bleikvasselva. I 1993 var det overløp en kort periode fra 16/8-20/8. Høyeste vannstand ble registrert til 407,59 m (19/8-93), mens laveste vannstand ble registrert til 394,02 m (24/3-93). Ved befaringstidspunktene var vannstanden:

<u>Dato</u>	<u>Vannstand</u>
21.06.93	400.65
7.09.93	406.53

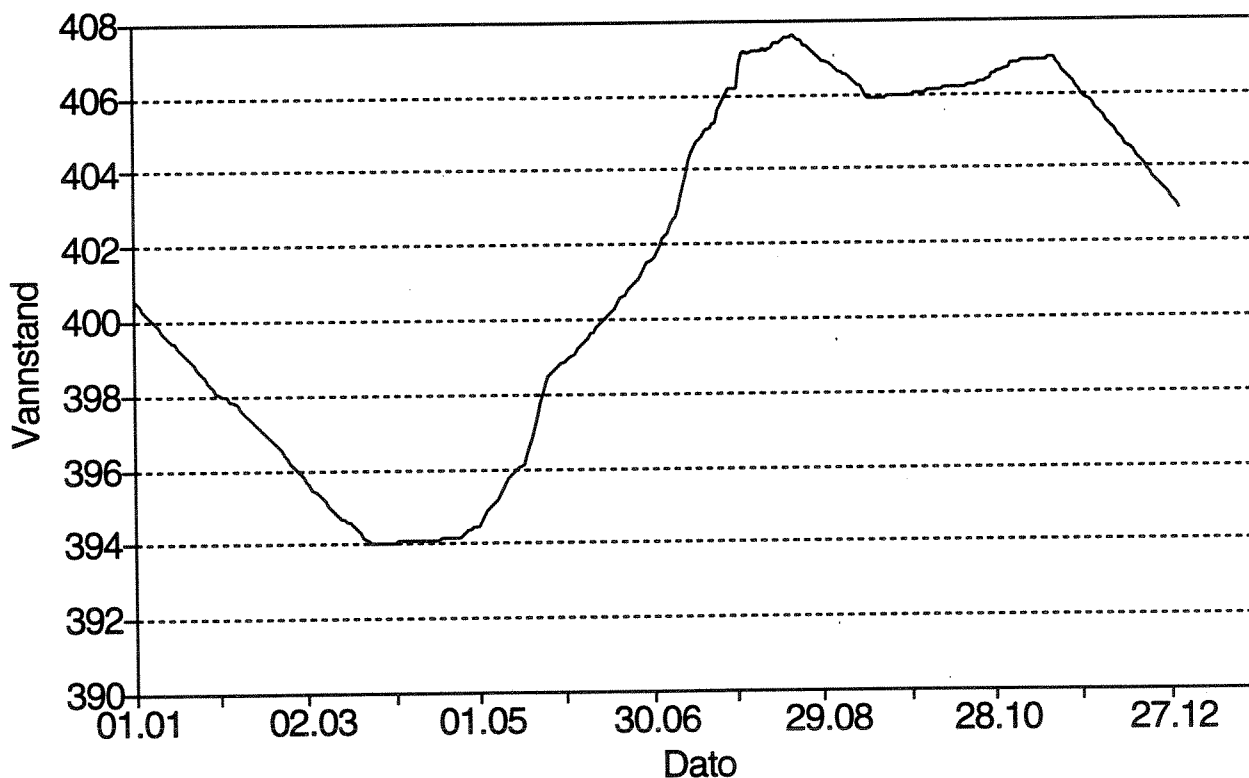


Fig. 3. Vannstanden i Bleikvatn 1993.

3.1.3. Vannkjemiske resultater

Alle analyseresultater er samlet bakerst i rapporten (tabell 13-25).

Store Bleikvatn er regulert. Vannstanden er vanligvis lavest om våren før isen går og kan stige til det maksimale utover høsten. Prøvetakingen er valgt slik at en fanger opp situasjonen ved lav vannstand om våren og høy vannstand om høsten.

Vannmassene i Store Bleikvatn er svakt alkaliske med pH-verdier omkring pH 7-7.5. Om våren er pH-verdiene oftest omkring 7, mens om høsten er verdiene erfaringsmessig noe høyere og omkring 7.5-7.7. I juni 1993 varierte pH i området 6.9 - 7.1. Dette har ingen sammenheng med avgangsdeponeringen, men har naturlige årsaker med bakgrunn i tilrenningsforhold. Avgangsdeponeringen har således ingen betydning for vannmassene i Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn hva pH-verdier angår. Avgangsutslippet består av, foruten nedmalte bergartsmineraler, også av oppløste komponenter som kalsium og sulfat. Innhold av disse ioner fører til en økning av konduktivitetsverdiene nær utslippsstedet og i Kjøkkenbukta forøvrig. Effekten kan spores utover fra deponeringsstedet i Kjøkkenbukta inntil fortynningen blir stor utenfor Smalsundet. Det sure, tungmetallholdige gruvevannet blir blandet inn i den alkaliske flotasjonsavgangen for å oppnå en utfelling og adsorpsjon av tungmetaller på mineralpartiklene.

Når oppredningsverket står, tilsettes gruvevannet kalk før det slippes ut på avgangsledningen. I 1993 var det driftsstans i perioden januar-juni (21/6).

Ved stasjon B6 i Kjøkkenbukta, som ligger bare noen hundre meter fra utslippsstedet, øker turbiditetsverdiene og dermed partikkelinnholdet med dypet. Dette er også ventet så nær utslippsstedet. Det gode siktedypet viser imidlertid at avgangen sedimenterer svært godt. Ved observasjonene i 1993 ble siktedypet målt til henholdsvis 11 og 13.5 m. Av tungmetallene er sink og bly viktigste komponenter. Konsentrasjonene øker med dypet og er betydelige nær utslippsstedet.

Tidligere undersøkelser av tungmetallinnholdet i sterkt partikkelpåvirkede vannprøver fra 40 meters dyp viser at sink og kadmium for en stor del løst i vannmassene, mens kobber og bly i det vesentligste er partikulært bundet.

Det er lettere å sammenligne utviklingen fra år til år ved stasjon B4 rett innenfor Smalsundet. Her er tungmetallkonsentrasjonene vesentlig lavere enn ved B6, delvis som følge av fortynning og delvis som følge av sedimentering av metallholdige partikler på veien ut mot Smalsundet. Sink- og blykonsentrasjonene var noe høyere ved prøvetakingen i juni enn i de foregående 4 år. Ved prøvetakingen i september var forholdene mer normale. Årsaken til at tungmetallkonsentrasjonene var noe høyere i juni til tross for at verket hadde hatt drifthvile et halvt år, kan ha sammenheng med at gruvevannet ikke ble kalket tilstrekkelig og at en ikke i denne perioden ikke har hatt noen adsorpsjon til mineralpartikler som en oppnår under normal drift. Fig. 4 viser variasjonene i sink- og blykonsentrasjoner på 10-meters dyp ved stasjon B4 for årene 1983-93.

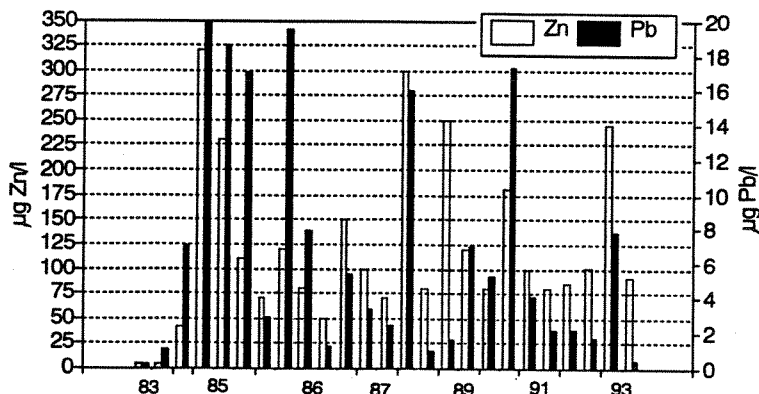


Fig. 4. Stasjon B4. Sink- og blykonsentrasjoner på 10 meters dyp 1983-93.

Variasjonene er betydelige fra år til år, noe som kan ha mange årsaker. Ved så pass få prøvetakinger pr. år er det sikkert mange situasjoner man ikke får med. Sett over hele tidsperioden tyder materialet fortsatt på en stabil forurensningssituasjon med en del årlige variasjoner som følge av naturgitte forhold. Som i tidligere år er vannkvaliteten i Kjøkkenbukta tydelig påvirket av avgangsdeponeringen ved forhøyede sink- og blykonsentrasjoner i forhold til det naturlige nivå.

Ved stasjonene i Bleikvatn utenfor Smalsundet er også situasjonen som i tidligere år. Tilførselene fra Kjøkkenbukta fortynnes med vannmassene i Bleikvatn. Innføringen av ny analysemetodikk (ICP-MS) i 1992 har gjort blyanalysene mer pålitelige enn tidligere ved at deteksjonsgrensene er senket fra 1 µg/l til 0.01 µg/l. Resultatene viser imidlertid at tidligere verdier for Store Bleikvatn tilnærmet har vært reelle og varierende i området omkring 0.2 - 1 µg/l. Sinkkonsentrasjonene er som i tidligere år i området 50-70 µg/l. Eventuelle endringer av forurensningssituasjonen vil først kunne merkes i sinkkonsentrasjonene, da sink er mer mobilt enn de andre metallene. I den perioden deponering i Kjøkkenbukta har pågått, har sinkkonsentrasjonene hele tiden ligget i området 50-70 µg/l. Konsentrasjonene er en del lavere om høsten enn om våren.

Det kan også være av interesse å sammenligne med naturlig bakgrunnsnivå for tungmetaller i to av de største tilløpselvene til Bleikvatn, Oksfjellelva og Lendingselva, som løper inn i Bleikvatnet på nordsiden.

I tabellene 19 og 20 er samlet analyseresultater for stikkprøver tatt i 1992 og 1993. Resultatene viser svært lave tungmetallverdier i disse elvene. Det er vanskelig å si eksakt hvilket tungmetallnivå man ville ha påvist i Bleikvatn før deponeringen startet, dersom man hadde hatt dagens analysemetodikk på det tidspunktet.

Med den analyseteknikk som benyttes i dag, kan man imidlertid konkludere at avgangsdeponeringen har ført til en klar økning av tungmetallkonsentrasjonene i hele Bleikvatn. Økningen er mest markert for sink, noe som også var ventet. De øvrige tungmetallverdiene utenfor Kjøkkenbukta er fortsatt lave. Vi har i dag ikke har tilstrekkelig erfaringsmateriale fra norske ferskvannsforkomster der en slik analyseteknikk (ICPMS) er benyttet. Det er derfor vanskelig i dag å vurdere den praktiske betydningen av f.eks. en blykonsentrasjon på 0.5 µg/l, selv om den trolig er 10 ganger høyere enn naturlig bakgrunnsnivå for området.

NIVA har i et forskningsprosjekt utført for SFT (Arnesen, 1993a) og i et egenfinansiert forskningsprosjekt (Arnesen, 1993b) der langtidsvirkninger ved deponering av sulfidholdig avgang under vann er behandlet, vist at avgang fra Bleikvassli Gruber er mer reaktiv enn annen sulfidholdig avgang ved deponering under vann. I laboratorieforsøk der avgang er deponert under

vann i rør, er det beregnet fluks fra sedimentoverflaten. Forsøkene viser at det er en relativt høy transport av bl.a. sink og bly fra sedimentoverflaten sammenlignet med annen sulfidholdig avgang. Forsøkene vil bli videreført i 1993 i et prosjekt finansiert av Statens forurensningstilsyn.

I kolbeforsøk der avgang og vann ble ristet i en glasskolbe over lengre tid, fikk en et kraftig pH-fall over tid og en betydelig metallutløsning. I praksis betyr disse forsøkene at den tiden avgangen bruker på å sedimentere, er avgjørende for hvor mye sink og bly som løses ut. Videre vil det arealet som avgangen dekker, også være avgjørende for hvor mye metaller som avgis til innsjøen. Når deponeringen en gang avsluttes, vil avgangen fortsatt avgi metaller til omgivelsene en viss tid. Fluksen vil avta etter hvert som avfallet dekkes av mer inerte sedimenter.

De metallkonsentrasjoner som er påvist i Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn, har hovedsakelig sin årsak i følgende kilder:

- løste metaller i avgangen
- utveksling av metaller mens avgangen sedimenterer
- utveksling av metaller fra sedimentet
- fri partikler i vannmassene som sedimenterer dårlig.

I neste avsnitt er gjort greie for metallinnholdet i de partikler som sedimenterer utover i innsjøen.

3.1.4. Sedimentanalyse

For å kontrollere spredningen av avgangspartikler og den innvirkningen avgangsdeponeringen har på sedimentet, er det fra tid til annen tatt sedimentpropper i Kjøkkenbukta og i Store Bleikvatn. I 1993 ble prøvene ble tatt med samme prøvetaker som i 1989, som tar en propp med en diameter på 5 cm. Tidligere er benyttet en mindre prøvetaker. Proppene ble snittet i segmenter med tykkelse på 1 cm. Segmentene ble frysetørret, knust og oppsluttet i varm (110 °C), halvkonsentrert salpetersyre slik som analysen er utført i tidligere år. I 1993 ble bare de to øverste cm av sedimentoverflaten analysert.

Analyseresultatene for 1993 er samlet i tabell 1.

Resultatene viser at konsentrasjonene i overflatesjiktet avtar betydelig med avstanden fra deponeringsstedet. Ved stasjon B6 består sedimentproppen bare av avgangsslam. Tungmetallkonsentrasjonene i det øverste laget på 1 cm er klart høyere enn i de øvrige sjikt for alle stasjonene i Bleikvatn utenfor deponeringsområdet (B6). Utslagene er størst for bly og sink. Et annet påfallende trekk er forholdet mellom bly og sink i overflatelaget. Ved stasjonen B4 innenfor Smalsundet er andelen av bly i forhold til sink vesentlig høyere enn for stasjonene utenfor Smalsundet. Hvis en ser på svovelinnholdet er også dette vesentlig høyere i overflatelaget innenfor Smalsundet enn utenfor. Dette viser at sedimentoverflaten i Kjøkkenbukta er vesentlig mer påvirket av sulfidholdige avgangspartikler enn hva tilfelle er utenfor Smalsundet. Ved tidligere prøvetakinger har det vært relativt liten forskjell på sinkinnholdet i overflatelaget ved stasjon B4 sammenlignet med stasjonene utenfor Smalsundet. I 1993 var det merkbart mere sink i overflatelaget ved stasjon B4 enn ved stasjonene B2, B10 og B11. Når det gjelder bly- og svovelinnhold er forholdet det samme. Spesielt svovelinnholdet viser at det foregår en transport av kismineraler fra deponeringsstedet fram til Smalsundet. Utenfor Smalsundet kan det ennå ikke påvises slike effekter som ved stasjon B4 innenfor Smalsundet. Når tungmetallkonsentrasjonene likevel er vesentlig høyere i overflatelaget utenfor Smalsundet enn lenger ned i sedimentet, kan årsaken være at det også foregår en transport av løste metaller fra deponeringsområdet og videre utover i Bleikvatn. En del av disse metallene adsorberes til naturlige partikler som f.eks. tilførsler

av breslam, og tas videre opp i forskjellig organisk materiale i vannmassene og sedimenterer. Laboratorieforskene som tidligere er omtalt, har vist at det foregår en vesentlig utløsning av bly og sink fra flotasjonsavgang som er deponert under vann. Det må i denne forbindelse nevnes at utløsningen ville ha vært mange ganger større dersom avgangen ble deponert på land.

Det kan være interessant å sammenligne med tidligere observasjoner for sedimentprøver tatt i Bleikvatn. I tabell 2 er samlet data for overflatelaget ved stasjonene B4, B5, B2 og B10.

Resultatene viser at tungmetallkonsentrasjonene er økende i overflatelaget ved alle stasjoner. Økningen er størst for bly og størst for stasjonen innenfor Smalsundet. Erfaringsmaterialet som foreligger hittil, viser at man må regne med en del lokale variasjoner i metallinnholdet ved de enkelte stasjoner. En trenger derfor flere observasjoner over tid for å vurdere utviklingen best mulig.

Tabell 1. Analyse av sedimenter.

Stasjon	Dyp cm	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	Fe %	S mg/kg
B11	0-1	174	1195	751	6.36	1151
B11	1-2	120	585	122	6.09	867
B10	0-1	135	738	347	6.23	895
B10	1-2	111	403	27	6.48	752
B2	0-1	119	590	264	5.35	751
B2	1-2	114	381	28	6.38	720
B4	0-1	460	1714	2313	8.44	7535
B4	1-2	126	684	61	7.17	1116
B6	0-1	1080	7944	6737	16.52	127057
B6	1-2	1145	9774	7388	17.11	135567

Tabell 2. Sedimentanalyse. Overflateprøver.

År	St.	Dyp cm	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg
1984	B5	0-5	98	122	24	
1986	B4	0-2	188	527	294	
1989	B4	0-1	248	663	952	
1992	B4	0-1	347	581	1840	2.3
1993	B4	0-1		1714	2313	
1984	B2	0-5	118	167	28	
1986	B2	0-2	155	196	88	
1992	B2	0-1	103	358	203	
1993	B2	0-1		590	264	
1989	B10	0-1	89.6	210	89.6	0.46
1992	B10	0-1	128	502	355	1.9
1993	B10	0-1		738	347	

3.1.5. Sedimentfeller

For å kontrollere spredningen av tungmetallholdige partikler i innsjøen er det også benyttet sedimentfeller for oppsamling av sedimenterende partikler. I 1989-90 ble fellene byttet ut med en større type som gir større prøvemengder å utføre analysene på. Fellene er plassert ved følgende lokaliteter:

- stasjon B3 i Smalsundet
- stasjon B1 Øy utenfor Smalsundet
- stasjon B10 Ved stasjon B10 ca 100 m fra land.

I 1993 ble fellene tømt i juni måned. I tabell 3 er samlet analyseresultater for de observasjoner som er gjort hittil.

Både partikkelmengder og tungmetallinnhold varierer betydelig fra år til år. Dette har trolig sammenheng med at tilførslene av naturlig slam varierer mye delvis av naturlige årsaker, men også som følge av at innsjøen er sterkt regulert og det foregår en viss resuspensjon av løsmasser i strandsonen avhengig av værforhold og vannstand. Fella i Smalsundet (B3) er sterkest utsatt for effektene av resuspensjon av løsmasser som følge av vannstandsvariasjonene.

Bly- og sinkinnholdet er gjennomgående noe lavere utenfor Smalsundet enn i Smalsundet, noe som er i samsvar med erfaringene fra vann- og sedimentprøver. Det er forholdsvis liten forskjell på metallinnholdet i de to fellene utenfor Smalsundet.

Metallinnholdet er høyere enn de observasjoner som er gjort i de øverste 0-1 cm av sedimentene (tabell 2), noe som viser at der foregår en viss transport av metaller fra Kjøkkenbukta ut i Bleikvatn.

Tabell 3. Analyse av slam i sedimentfeller

Stasjon - Periode	Mengde g/m ² .år	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Fe %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	S mg/kg
B3 28/8-83 - 25/6-84	210	616	746	6.67	2200	1.5	
B3 25/6-84 - 17/10-84	530	985	2112	8.77	4400	2.2	
B3 10/7-85 - 10/10-85	828	434	1650	7.15	2020	4.7	
B3 10/10-85 - 14/10-86	6450	123	301	6.45	144	1.6	
B3 14/10-86 - 30/6-87	4456	122	396	4.40	254	1.0	
B3 30/6-87 - 15/6-88	635	252	1243	5.70	1827	3.3	
B3 15/6-88 - 21/9-88	575	178	2977	6.61	732	4.9	
B3 21/9-88 - 22/6-89	213	178	2549		1001	3.3	
B3 22/6-89 - 11/7-90	488	220	2163	6.32	1778		
B3 11/7-90 - 11/10-90	880	149	1233	5.31	468		
B3 11/10-90 - 11/9-91	5861	154	651	4.45	614	3.4	
B3 11/9-92 - 21/6-93	504	131	1176	4.65	632	<3	528
B1 25/6-84 - 1/11-84	510	360	988	6.55	990	1.4	
B1 10/7-85 - 10/10-85	973	182	754	6.09	552	3.4	
B1 10/10-85 - 17/6-86	458	150	601	5.41	288	2.1	
B1 17/6-86 - 14/10-86	228	253	2605	8.14	1067	6.6	
B1 14/10-86 - 30/6-87	337	94	637	4.06	193	1.7	
B1 30/6-87 - 15/6-88	440	144	1369	4.43	750	3.6	
B1 15/6-88 - 21/9-88	430	153	1783	6.69	376	3.8	
B1 21/9-88 - 22/6-89	178	118	1843		370	2.7	
B1 22/6-89 - 11/7-90	300	167	1261	6.50	1100		
B1 11/7-90 - 4/7-91	809	133	1000	4.31	537	5.5	
B1 4/7-91 - 24/6-92	368	100	1524	4.08	563	4.8	1741
B1 24/6-92 - 21/6-93	315	78	1067	4.25	267	<4	813
B10 15/6-88 - 21/9-88	412	172	1579	8.25	550	3.1	
B10 21/9-88 - 22/6-89	130	180	1953		638	3.8	
B10 22/6-89 - 11/7-90	337	185	1039	6.39	1224		
B10 11/7-90 - 11/10-90	151	132	1331	5.52	807		
B10 11/10-90 - 4/7-91	654	153	705	4.02	456	3.7	
B10 4/7-91 - 24/6-92	205	120	1203	4.49	761	3.9	1361
B10 24/6-92 - 21/6-93	151	92	1238	4.19	365	<4	825

3.2 Fisk

3.2.1 Metoder

Natten til 8. september 1992 ble det fisket med en garnserie (Jensen-serie) i Kjøkkenbukta og en serie i Bleikvatn. Garnseriene består av 8 garn varierende fra 21 til 52 mm (30-12 omfar). Garnene ble satt enkeltvis og i tilfeldig rekkefølge fra stranden og utover. Garnplasseringen fremgår av Fig. 5. Hovedhensikten med prøvfisket var som tidligere å skaffe tilveie et materiale for analyse av tungmetaller i fisk. Det ble derfor også fisket samtidig i en nærliggende innsjø, Svartvatn, for å skaffe referansemateriale.

Fisken ble frosset og senere undersøkt med henblikk på lengde, vekt, kjønn, stadium i kjønnsmodning, alder (otolitter og skjell) og mageinnhold samt innhold av bly, kadmium, kobber og sink i lever og fiskefilèt (muskulatur). Filètprøvene ble tatt på siden av fisken mellom rygg- og halefinne og både de og leverprøvene ble frosset før videre bearbeiding. Prøvene ble deretter veid og oppsluttet med syre (ikke tørket) og analysert med atomabsorpsjonsspektrofotometer.

3.2.2 Fiskebiologiske forhold

Under prøvfisket ved befaringen 8. september ble det på to garnsett fisket 24 fisk, hvorav 6 ørret og 18 røye. I tabell 4 og 5 er fordelingene på de forskjellige maskevidder, totalvekt og fangst pr. garnnatt fremstilt. Data for hver enkelt fisk er oppført i tabell 6. Totalutbyttet på de to garnseriene i årene 1988-1993 er vist i Fig. 6.

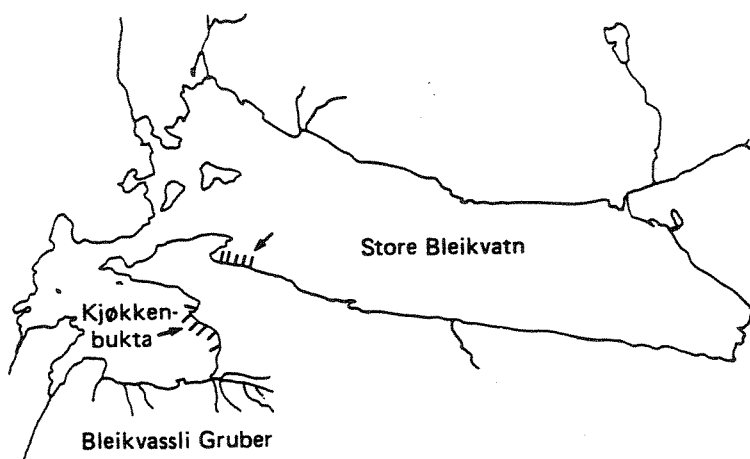


Fig. 5. Garnsett i Bleikvatn og Kjøkkenbukta 7-8. september 1993.

Både i Kjøkkenbukta og Bleikvatn var fangsten i 1993 litt mindre enn i 1991, men vesentlig mindre enn i 1989. Totalt i Kjøkkenbukta og Bleikvatn ble det i 1989 fisket 55 røyer og 5 ørret til en samlet vekt av 6.9 kg, mens det i 1993 på de samme garnserier bare ble fisket 18 røyer og 6 ørret til en vekt av 2.2 kg. Pr. garnnatt var fangsten i Kjøkkenbukta 106 gram for røye mot 44 gram i Bleikvatn. De tilsvarende tall for ørret var 84 og 45 gram. Fangsten i Kjøkkenbukta i 1993 var således dårlig og under det som er normalt for norske ørret-/røye vann på 500-1000 gram/garnnatt. Årsakene til variasjonene i fisket fra år til år kan være tilfeldigheter, som f.eks. værforholdene.

50 % av de undersøkte fisk fra Bleikvatn og Kjøkkenbukta hadde stankelbeinlarver i magen. For øvrig var 21 % representert med døgnfluelarver, 13 % med vårfluelarver, 13 % med insektræster og 8 % med dyreplankton og fjærmygglarver.

Tabell 4. Garnfangst i Kjøkkenbukta, 7-8. september 1993. Røye (R) og ørret (Ø).

Maskevidde		Fangst antall		Vekt, g		Middelvekt, g	
mm	Omfar	R	Ø	R	Ø	R	Ø
21	30	8		558		70	
21	30	5	2	288	110	58	55
26	24		1		121		121
29	22		2		441		221
35	18						
40	16						
45	14						
52	12						
Totalt		13	5	846	672	65	134
pr.garnnatt		1.6	0.6	106	84		

Tabell 5. Garnfangst i Bleikvatn, 7-8. september 1993. Røye (R) og ørret (Ø).

Maskevidde		Fangst antall		Vekt, g		Middelvekt, g	
mm	Omfar	R	Ø	R	Ø	R	Ø
21	30	2		111		56	
21	30	3		238		79	
26	24						
29	22						
35	18		1		363		363
40	16						
45	14						
52	12						
Totalt		5	1	349	363	70	363
pr.garnnatt		0.6	0.13	44	45		

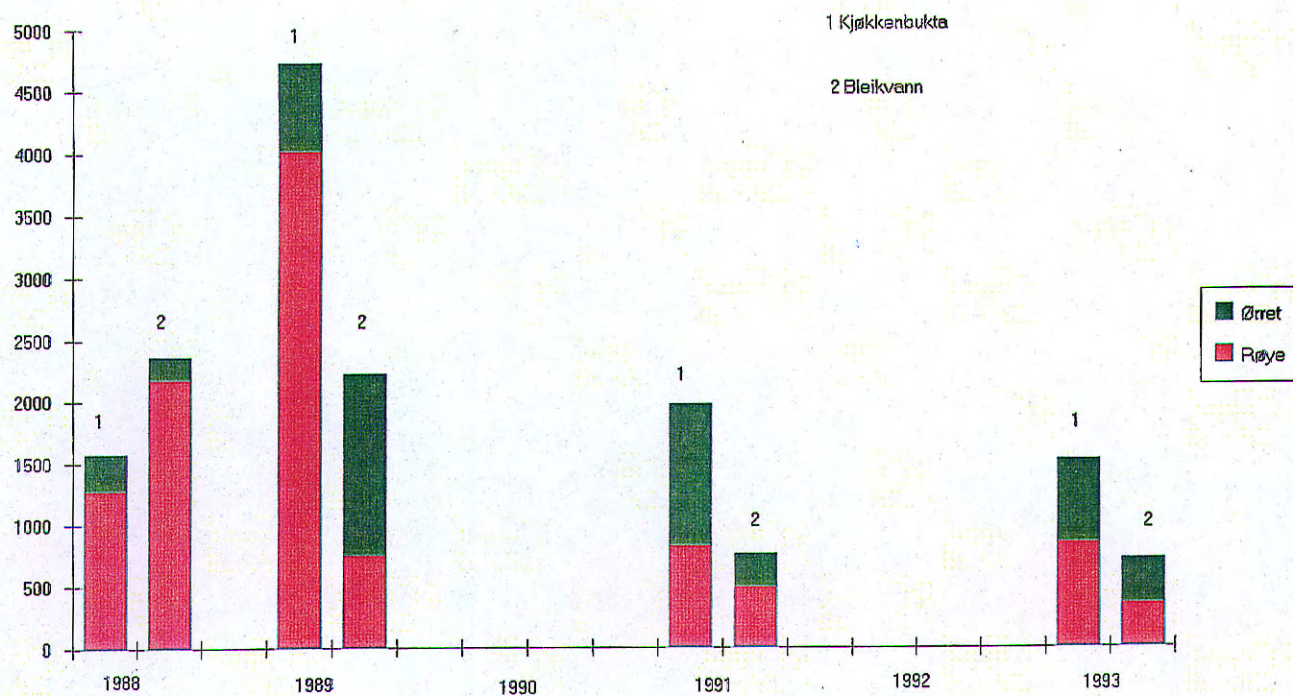


Fig. 6. Totalutbytte i gram for ørret og røye i Kjøkkenbukta og Bleikvatn i perioden 1988-93. I garnserie (Jensen-serie) à 8 gram på hver lokalitet.

Tabell 6.

Fisk fra Bleikvatn, Kjøkkenbukta og Svartvatn. 7.-8. september 1993.
 Ø = ørret, R = røye. Kjøttfarge: R = rødt, LR = lysrødt, H = hvit.
 Mageinnhold: cc = dominerende, c = noen, r = få.

Lokalitet	Fisk nr.	Vekt g	Lengde mm	Alder vintre	Kjønn Hann=1 Hunn=2	Stadium	Kjøttfarge	Kondisjonsfaktor	Mageinnhold
Bleikvatn	1R	49	170	2	1	7	R	1.00	Zooplanktonrester c, insekter c
	2R	62	190	3	1	1	H	1.11	0
	3R	92	215	4	1	7	R	0.93	Insekter
	4R	71	185	2	2	5	4	1.12	Insekter c
	5R	75	190	3	2	6	H	1.09	Stankelbeinlarver cc
Kjøkkenbukta	6Ø	363	320	4	1	7	R	1.11	Stankelbeinlarver cc, fjærmyggjarver r
	7R	93	215	2	1	4	LR	0.94	Stankelbeinlarver
	8R	54	180	3	1	4	LR	0.92	Døgnfluelarver
	9R	81	195	4	1	4	LR	1.09	Døgnfluer, sub.imago
	10R	65	195	3	2	3	R	0.88	Stankelbeinlarver
	11R	79	205	8	2	5-6	LR	0.92	Fjærmyggjarver cc, stankelbeinlarve c, døgnfluelarver r
	12R	69	190	3	1	4	LR	1.01	Vårfluer sub.imago
	13R	57	185	3	1	4	LR	0.90	Stankelbeinlarver cc, vårfluelarver
	14R	60	180	4	1	4	LR	1.03	Planterester cc, døgnfluelarver r, stankelbeinlarver r
	15Ø	121	230	3	1	4	LR	1.00	Stankelbeinlarver
	16Ø	230	260	5	2	1-2	R	1.30	Stankelbein
	17Ø	211	260	4	2	1-2	LR	1.20	Stankelbeinlarver cc, vårfluelarver r
	18Ø	57	170	2	1	1	LR	1.16	Fluer cc, tege r, døgnfluelarver r
	19Ø	53	160	2	2	4	LR	1.30	Stankelbein
	20R	58	180	4	2	4	LR	1.00	Stankelbeinlarver
	21R	59	185	3	1	4	LR	0.93	Zooplanktonrester
	22R	56	185	3	1	4	LR	0.88	Vårfluelarvehus
	23R	54	180	3	2	2-3	LR	0.93	
	24R	61	190	3	2	2-3	LR	0.89	

Tabell 6 forts.

Lokalitet	Fisk nr.	Vek t g	Lengde mm	Alder vintre	Kjønn Hann=1 Hunn=2	Stadium	Kjøttfarge	Kondisjonsfaktor	Mageinnhold
Svartvatn	25Ø	134	240	3	2	1-2	R	0.97	Planterester cc, insektrester r
	26Ø	135	220	3	1	3	R	1.27	Marflo 27, skivesnegl c
	27Ø	111	225	3	1	1	LR	0.98	Døgnfluelarver
	28Ø	131	240	3	1	3	R	0.95	Planterester
	29Ø	82	205	3	2	1	R	0.95	Skivesnegl cc, zooplankton r
	30Ø	80	195	3	2	2	R	1.09	
	31Ø	123	235	3	1	1	R	0.95	Zooplanktonrester cc, insektrester r
	32Ø	76	185	3	1	3	LR	1.20	Zooplanktonrester cc, marflo 1, skivesnegl 3
	33Ø	104	210	3	1	3	LR	1.12	Insektrester
	34Ø	92	205		1	2-3	R	1.07	Vårfluer cc, insektrester r

Røya som ble fisket varierte i vekt fra 49-93 g og lengder fra 17-22 cm. De tilsvarende tall var for ørret 53-363 g og 18-32 cm. Alderen for de fleste fisk ble bestemt til 2-4 vintre, dvs. at veksten er langsom. Kondisjonsfaktorene, $K = (\text{Vekt (gram)} \times 100) / l (\text{cm})^3$, var 0.95 og 1.19 og 1.1. En regner at ørret og røye i normal god kondisjon har en faktor på omkring 1.0. Ca. 60 prosent av fisken hadde rød eller lyserød kjøttfarge.

3.2.3 Tungmetaller i fisk

Resultatene av tungmetallanalysene av fiskens muskulatur (filèt) og lever er fremstilt i Fig. 7 og 8 og tabell 7. I 1993 ble det analysert kadmium, bly, kobber og sink. De middelverdiene som danner grunnlag for Fig. 7 og 8 omfatter for 1993 røye og ørret fra Bleikvatn, Kjøkkenbukta og Svartvatn. Som i 1989 og 1991 ble fiskeprøvene oppsluttet direkte fra fersk (frossen) tilstand uten å tørres. Dette forenkler prosedyren vesentlig, men kan muligens ha influert litt på resultatene i forhold til 1987 og tidligere år.

I det følgende skal det gis noen kommentarer til resultatene for bly og kadmium som er de metaller som kan tenkes å representere helsemessige problemer ved konsum av fisk.

Kadmium

Kadmiumverdiene i lever ligger i 1993 som i 1988 og 1991 betydelig høyere i både røye og ørret fra Bleikvatn og Kjøkkenbukta enn i ørret fra Svartvatn. Verdiene i lever er for røye også betydelig over antatt bakgrunnsnivå som er 0.03-03. mg/kg våtvekt. I muskulatur ligger verdiene for røye i 1993 høyere enn noen gang tidligere og over bakgrunnsnivået som er satt til 0.002-0.01 mg/kg våtvekt. Verdiene i ørret var vesentlig lavere og ligger innen bakgrunnsnivåene. Den store økningen i muskulatur hos røye er uforklarlig, da en liknende økning ikke har skjedd i lever eller for andre metaller.

Konklusjonen blir at det har skjedd en betydelig økning i innholdet av kadmium i lever av røye fra Bleikvatn og Kjøkkenbukta siden 1983-85 og verdiene er høyere enn antatt bakgrunnsnivå. Lever konsumeres imidlertid ikke. Verdiene i filèt av røye ligger på det nivå (0.05 mg/kg) som er den laveste utvalgte grenseverdi (nederlandske forslag, dansk "aksjonsgrense") for innhold av kadmium i spiselige organismer (Knutzen og Skei, 1990). Det vil si at en i områder med høyere innhold i fisk kanskje bør iverksette tiltak for å begrense konsumet (aksjonsgrense). I andre land ligger grenseverdiene i fiskefilèt på 0.1-0.35 mg/kg (Knutzen og Skei, 1990).

Bly

Også blyverdiene er vesentlig høyere i leverprøvene av røye fra Bleikvatn og Kjøkkenbukta enn ørret fra Svartvatn. Røya har imidlertid stort sett høyere nivåer enn ørreten fra samme vann (Bleikvatn, Kjøkkenbukta). Verdiene er høyere enn antatt bakgrunnsnivå som er 0.02-0.2 mg/kg våtvekt, dvs. som fisk fra Svartvatn. Nivåene er imidlertid lavere enn i 1986. I filèt var blyverdiene vesentlig lavere i fisk fra Svartvatn enn tidligere. Dette gjaldt også for ørret og røye fra Bleikvatn, men ikke røye fra Kjøkkenbukta.

Som ukentlig akseptabelt inntak av bly har helsemyndighetene satt 3 mg. Verdiene for røye i Kjøkkenbukta ligger på omlag 0.15 mg/kg våtvekt. Dersom en bruker 200 gram fiskefilèt som basis for et fiskemåltid, vil 7 måltider i uka legge beslag på omlag 0.2 mg Pb, dvs. under 1/10 av det akseptable inntak. Ifølge Knutzen og Skei (1990) er laveste grenseverdi for bly 0.5 mg/kg i fiskefilèt, dvs. vel 3 ganger så høyt som verdiene i røye fra Kjøkkenbukta.

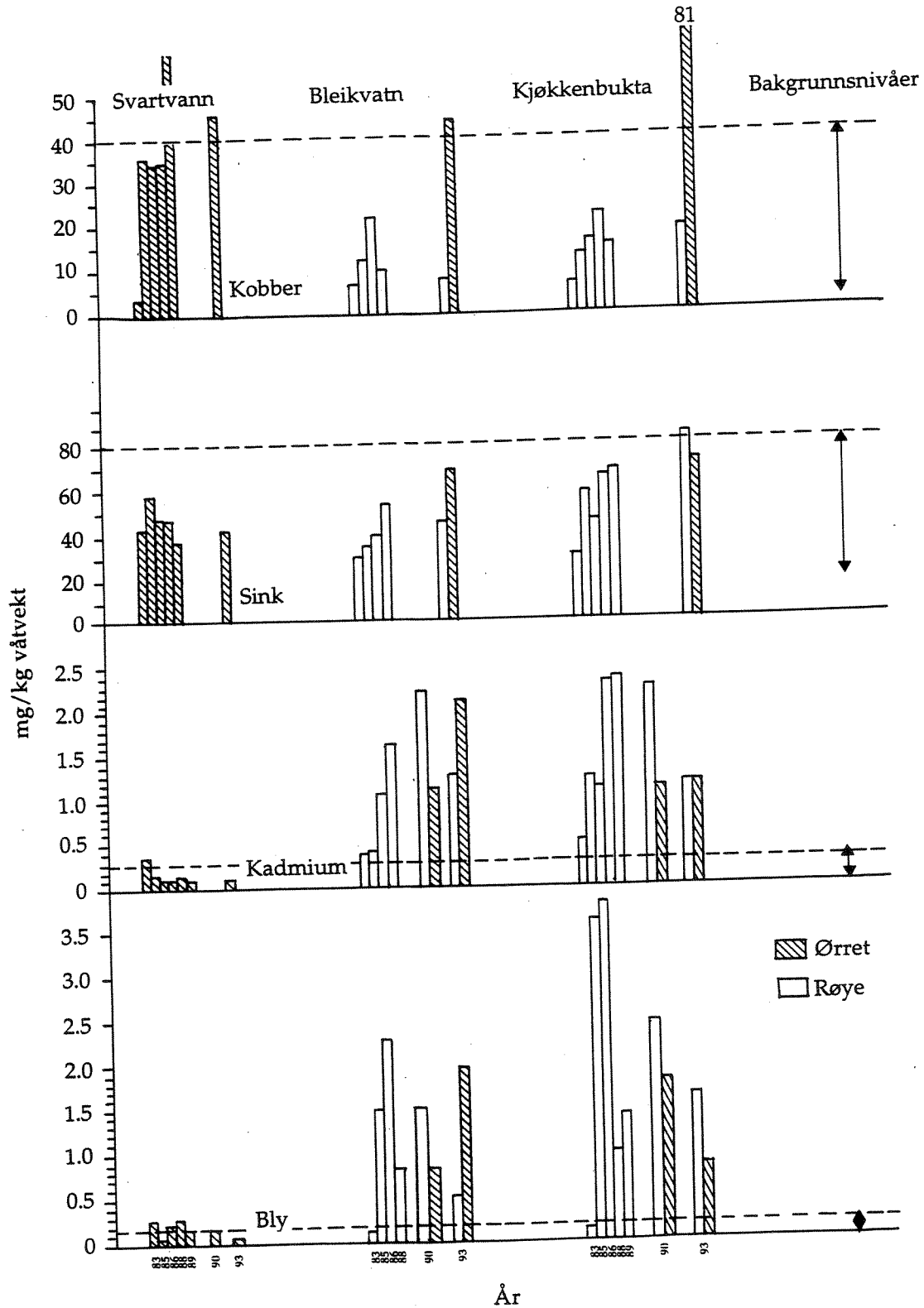


Fig. 7. Tungmetaller i lever av ørret og røye fra Bleikvatn, Kjøkkenbukta og Svartvatn. Middelerverdier 1983, 85, 86, 88, 89, 91 og 93 mg/kg våtvekt. Over stiptet strek: høyere enn bakgrunn.

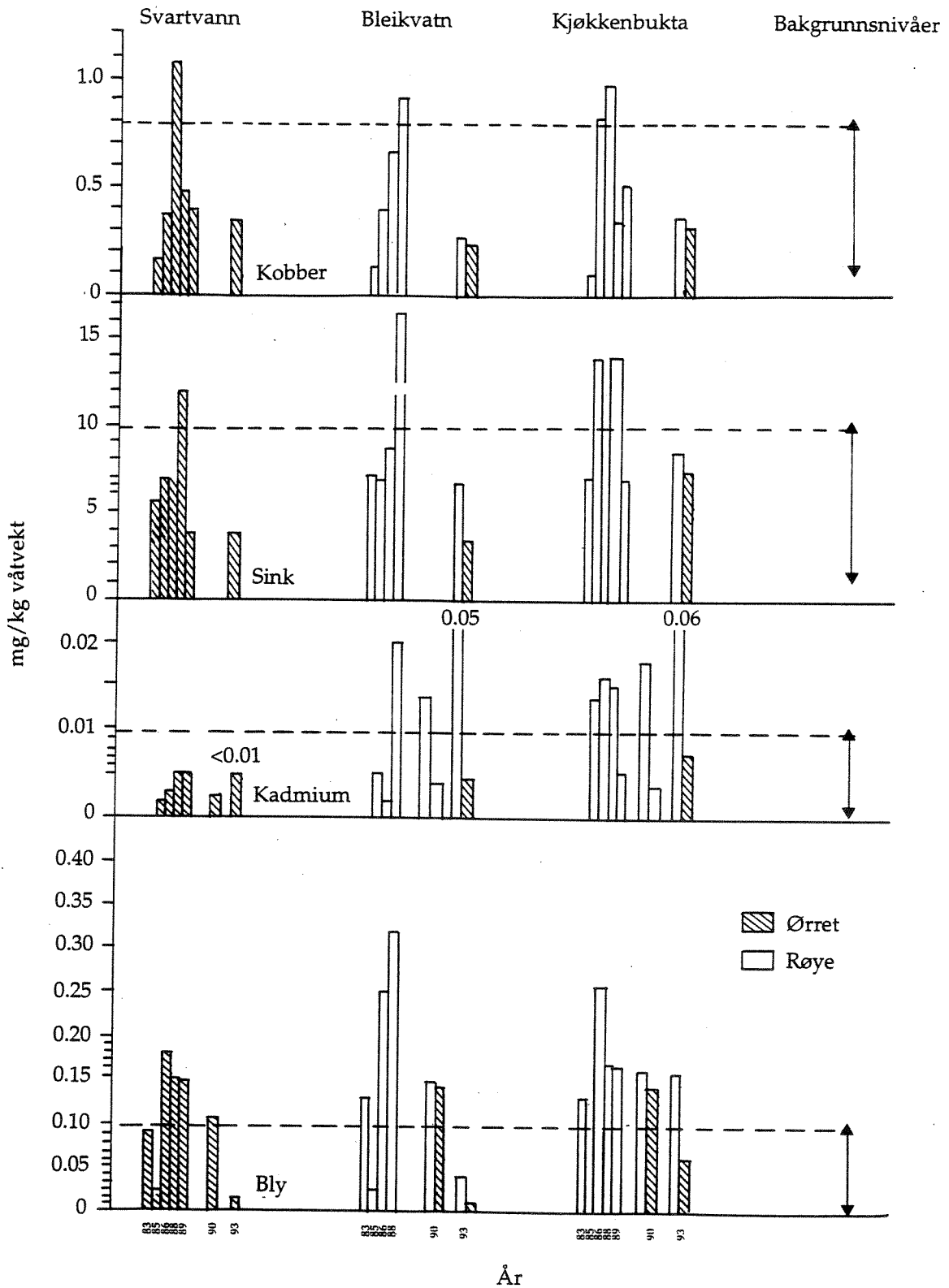


Fig. 8. Tungmetaller i filèt (muskulatur) av ørret og røye fra Bleikvatn, Kjøkkenbukta og Svartvatn. Middelerdier 1983, 85, 86, 88, 91 og 93 mg/kg våtvekt. Over stiplet strek: høyere enn bakgrunn.

Tabell 7. Tungmetaller i røye og ørret fra Bleikvatn, Kjøkkenbukta og Svartvatn.
Fisk nr. henviser til tabell 6. Mg/kg våtvekt.
L = lever, F = filet (muskulatur).

Lokalitet Fisk nr. Art	Cd		Pb		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F
Bleikvatn								
1 Røye	0.80	0.01	0.17	<0.02	8.8	0.25	43	6.6
2 "	1.14	0.13	0.59	0.06	7.4	0.31	49	7.1
3 "	1.16	<0.01	0.91	0.04	12.6	0.29	40	5.8
4 "	0.88	0.05	0.54	0.05	4.1	0.28	58	4.8
5 "	2.69	0.06	0.53	0.03	7.7	0.24	54	8.9
Middel	1.3	0.05	0.54	0.04	8.1	0.27	49	6.6
6 ørret	2.15	<0.01	1.97	<0.02	47	0.23	71	3.3
Kjøkkenbukta								
7 Røye	1.3	0.02	2.9	0.16	35	0.49	90	12
8 "	0.92	0.02	1.1	0.08	28	0.38	102	8.2
9 "	1.0	0.01	0.86	0.06	12	0.41	113	6.5
10 "	1.6	0.07	1.2	0.10	23	0.36	110	6.2
11 "	2.3	0.04	3.4	0.30	13	0.27	82	5.1
12 "	0.49	0.01	0.62	0.12	5	0.31	62	8.0
13 "	1.3	0.08	2.1	0.13	30	0.41	75	6.6
14 "	1.1	0.04	1.4	0.26	9	0.39	66	8.3
20 "	1.2	0.02	1.1	0.29	28	0.33	122	13
21 "	1.2	0.24	4.1	0.16	19	0.44	76	8.4
22 "	0.81	0.07	1.1	0.17	8.9	0.39	56	6.4
23 "	0.75	0.07	0.94	0.08	15	0.55	71	13
24 "	1.7	0.04	1.8	0.18	23	0.26	93	11
Middel	1.2	0.06	1.7	0.16	19	0.38	86	8.7
15 ørret	0.89	<0.01	0.66	0.04	69	0.32	82	4.8
16 "	2.1	<0.01	1.6	0.09	119	0.23	61	4.1
17 "	1.7	<0.01	1.5	0.07	126	0.31	76	7.6
18 "	0.98	0.01	0.23	0.05	55	0.35	80	7.6
19 "	0.56	0.01	0.44	0.05	36	0.43	88	13
Middel	1.2	0.007	0.89	0.06	81	0.33	77	7.4
Svartvatn								
25 ørret	0.08	<0.01	<0.03	<0.03	42	0.23	31	2.8
26 "	0.10	<0.01	<0.04	<0.03	119	0.43	31	3.7
27 "	0.08	<0.01	<0.04	<0.03	16	0.35	47	3.4
28 "	0.23	<0.01	0.05	<0.03	32	0.42	36	3.9
29 "	0.08	<0.01	<0.04	<0.03	38	0.33	46	3.3
30 "	0.10	<0.01	<0.05	<0.03	53	0.26	41	3.5
31 "	0.20	<0.01	<0.10	<0.03	4.8	0.29	41	5.1
32 "	0.15	<0.01	0.05	<0.03	41	0.35	40	5.2
33 "	0.14	<0.01	<0.04	<0.03	81	0.40	57	4.2
34 "	0.12	<0.01	<0.04	<0.03	35	0.30	64	4.6
Middel	0.13	<0.01	<0.04	<0.03	46	0.34	43	4.0

3.2.4 Sammenfattende bemerkninger om fiskeribiologiske forhold

Fiskebestanden i Bleikvatn og Kjøkkenbukta kan karakteriseres som "overbefolket", dvs. for stor i forhold til næringsgrunnlaget. Dette vil ikke si at det er særlig mye fisk, idet næringsgrunnlaget er dårlig, bl.a. på grunn av den store reguleringshøyden (21.5 m). Utbyttet på 190 gram pr. garnnatt i Kjøkkenbukta i 1993 kan karakteriseres som dårlig (Jensen, 1979). Fisket i 1989 var betydelig bedre enn i 1991 og 1993. Fisket kunne da karakteriseres som middels bra. I 1975 ble det foretatt prøvefiske i vannet (Heggberget og medarbeidere, 1982) og fangsten pr. garnnatt var da 328/garnnatt, dvs. noe bedre enn i Kjøkkenbukta i 1993. Fisket foregikk da i august, noe som nok vil gi mindre utbytte. På den annen side ble det også brukt garn med mindre maskevidde - noe som vil medføre større fangst (av småfisk). Kondisjonsfaktorene var dengang 0.70, mens de i 1993 var 0.95-1.05 for røye, dvs. noe over. Ørreten hadde bra kondisjon med et gjennomsnitt på 1.11-1.19 i K-faktor. Gjennomsnittsvektene var i 1975 57 gram, noe som skyldes garnsett med mer finmaskede garn. Fiskens ernæring var i hovedtrekkene dengang mest planktonkrepssdyr, fjærmygglarver og overflateinsekter. Bare en røye med marflo i mageinnholdet ble funnet i 1975.

Som det fremgår av figur 6 har utbyttet av fisket avtatt noe i perioden 1988-89 til 1993. Forskjellene er imidlertid relativt små og fangsten i Kjøkkenbukta var omtrent den samme i 1993 som i 1988. For å få et sikkert bilde av betandsvariasjoner må fangsttinsatsen være vesentlig større. Noen vesentlig endringer i fiskebestandens størrelse synes imidlertid ikke å ha skjedd og det må antas at reguleringene fortsatt er den vesentligste faktor som reduserer fiskeproduksjonen i innsjøen.

Fisken i Bleikvatn er av brukbar kvalitet og smak og utgjør såvidt vi kan se, heller ingen fare ved konsum på grunn av innhold av tungmetaller. Det ble i 1993 målt høyere kadmiumkonsentrasjoner i filèt av røye i Kjøkkenbukta og Bleikvatn enn tidligere. Det knytter seg imidlertid en viss usikkerhet til årsaken til disse resultatene, idet tilsvarende endringer ikke er påvist i lever eller for de andre metallene.

4. KONTROLLUNDERSØKELSER I MOLDÅGA/RØSSÅGA-VASSDRAGET

4.1. Stasjoner og analyseprogram

Den rutinemessige prøvetaking er utført av Bleikvassli Gruber. Analysene er utført av NIVA. Kontrollundersøkelsene har i 1993 omfattet prøvetaking ved følgende stasjoner:

Stasjon nr.	Navn
1	Gruvevann
2	Avgang flotasjon (filtrat)
4	Utløp Lille Bleikvatn
5	Moldåga ved kirken
5A	Moldåga før Bleikvasselva
6	Røssåga ved Forsmoen

Det er tatt månedlige prøver ved stasjon 4. Ved stasjon 5 er det tatt prøver hver 2. måned. Ved stasjonene 1 og 2 ble det ikke tatt prøver i den perioden det var driftshvile. Stasjonene 5A og 6 er kun tatt under befaringsene som en kontroll på bakgrunnsnivåer for tungmetaller.

Analyseprogrammet ble noe endret i 1992, da analyse av tungmetaller i lave konsentrasjoner ble utført vha. ICP-MS ved Norsk institutt for luftforskning (NILU). De øvrige analyser er utført ved NIVA.

4.2. Fysisk/kjemiske resultater

St. 1 Gruvevann

Gruvevannet er sterkt surt og hadde en midlere pH-verdi på 2,79 i 1993. I tabell 8 er gjort en sammenstilling av middelverdier for årene 1984-93. I denne perioden er gruvevannet blitt en del surere med derav økende metallinnhold. Middelverdiene for 1993 er noe usikre ved sammenligning med de foregående år da antall prøvetakinger var færre i 1993 p.g.a. driftshvilen. Endringene i vannkvaliteten i forhold til foregående år synes likevel å være beskjedne. Så lenge gruve driftet pågår og gruvevannet blandes inn i den alkaliske avgangen som går til Kjøkkenbukta, har de endringer som er påvist i vannkvaliteten neppe noen praktiske konsekvenser.

Tabell 8. Middelverdier for st. 1. Gruvevann.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l
1984	3.47	205	1114				204	0.25	38.5	1.09	0.048
1985	3.22	208	1565				208	0.78	78.8	1.69	0.136
1986	3.23	209	1510				201	0.73	59.6	0.89	0.090
1987	3.49	210	1211				251	0.31	57.8	1.89	0.079
1988	2.83	256	1474				310	0.24	73.0	1.68	0.097
1989	2.84	284	1635				315	0.51	86.7	1.77	0.075
1990	2.77	298					311	0.32	232.0	2.79	0.122
1991	2.80	295					329	0.64	157.0	2.49	0.203
1992	2.87	321	2063	223	70.4	24.2	306	0.64	253.0	2.46	0.342
1993	2.79	330	2465	255	97.3	33.0	428	0.53	248.0	1.85	0.308

St. 2. Avgang flotasjon

Analysene er utført på filtrerte prøver. pH-verdiene varierte i området 4.5 til 7.6 (3 prøver). pH i avgangen bør holdes mer stabil til noe over 7 for å oppnå optimale betingelser for adsorpsjon av metallioner på avgangspartiklene (Ljøkjell, 1983). I tabell 9 er stilt sammen middelerverdier for perioden 1984-93. Resultatene viser tydelig at innholdet av løste metaller avtar sterkt med økende pH og at det er nødvendig å holde pH over 7.

Det pågikk ingen avgangsdeponering i 1. halvår 1993.

Tabell 9. Middelerverdier St. 2. Avgang flotasjon (filtrat).

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l
1984	10.80		62					0.00	0.03	0.05	0.003
1985	9.63		128					0.02	0.23	0.21	0.002
1986	8.31	43.3	188					0.03	0.03	0.01	0.002
1987	6.61	49.1	227					0.07	5.14	0.60	0.009
1988	7.16	53.7	217	67.1				0.49	4.10	0.17	0.005
1989	5.73	71.0	292	73.4				0.13	9.67	0.64	0.013
1990	6.20							0.24	4.64	0.78	0.005
1991	5.90	68.8						0.15	14.30	1.02	0.011
1992	6.42	80.6	411	114.8	12.8	0.332	5.35	0.15	19.17	0.18	
1993	6.32	87.8	461	138.0	14.7	0.138	7.62	0.04	17.75	0.06	0.033

St. 4. Utløp Lille Bleikvatn

I tabell 10 er gjort en sammenstilling av middelerverdier for stasjon 4 for perioden 1984-93, dvs. perioden etter at deponering i dammen opphørte. En del avgang som lå over vannspeilet i dammen, ble fjernet i 1990. Sett over hele perioden har det vært en avtakende trend i tungmetallkonsentrasjoner ved begge stasjoner. Året 1989 var noe spesielt da vassdraget ble tilført mye vann på høsten, da dammen i Kjøkkenbukta hadde overløp. Figur 9 viser utviklingen i middelerverdier for sink og bly for stasjon 4 i perioden 1984-93.

Tabell 10. Middelerverdier st. 4. Utløp Lille Bleikvatn.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l
1984	5.37	22.2	90.8				35.2	2828	796	159.0	7.8
1985	5.76	26.9	120.0				92.8	3634	487	114.0	8.2
1986	5.45	27.3	120.0				135.0	3493	512	34.2	7.7
1987	6.26	27.9	110.0	34.8			52.7	3125	632	50.4	7.2
1988	6.57	27.3	107.0	38.9			22.0	2563	597	11.6	5.2
1989	6.92	14.8	44.5	20.4			11.7	1033	938	23.4	1.9
1990	7.03	16.8	43.5	19.8			10.7	1203	396	11.0	2.2
1991	6.85	19.4	56.3	24.7			16.1	1539	518	9.1	2.7
1992	6.75	21.1	62.8	27.0	3.42	277	18.5	1372	919	18.1	2.4
1993	6.72	18.0	47.0	21.9	3.22	177	11.3	1396	723	10.5	2.4

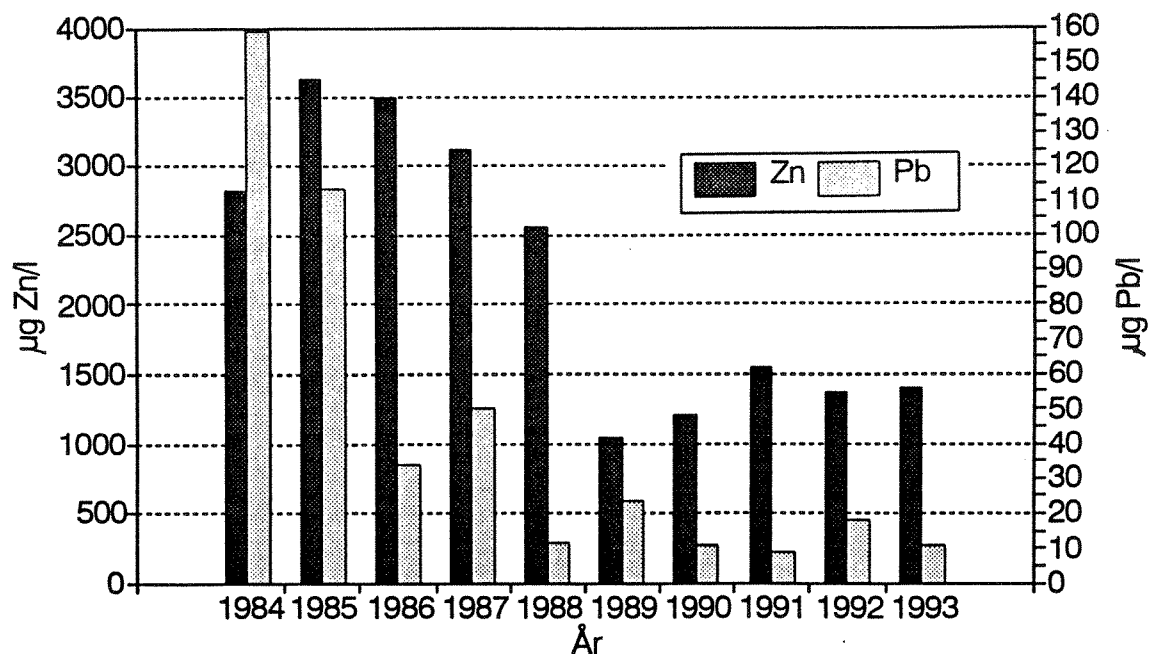


Fig. 9. St. 4. Utløp Lille Bleikvatn. Utviklingen i bly- og sinkkonsentrasjoner. Middelerverdier.

Stasjonene i Moldåga 5A og 5. St. 6 Røssåga

St. 5A er referansestasjon før innblanding av tilførselene fra Lille Bleikvatn i Moldåga. Ved st. 5 er innblandingen fullstendig. St. 6 er nederste kontrollstasjon i vassdraget. Her er Moldåga blandet inn i Røssåga. Resultatene for disse stasjonene viser tydelig effekten av at tungmetalltransporten fra Lille Bleikvatn er avtakende. Tungmetallkonsentrasjonene i Moldåga har i den perioden NIVA har utført kontrollanalyser (fra 1987) vist en nedadgående tendens. I tabell 11 er samlet middelerverdier for st. 5 årene 1987-93. Ved st. 6 i Røssåga er det knapt mulig å spore noen effekter av tilførselene fra gruveområdene.

Tabell 11 . Middelerverdier St. 5 Moldåga ved kirken.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Pb µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l
1987	7.05	8.89	11.1	8.5	2.9	212
1988	7.02	6.70	7.4	2.3	2.4	119
1989	6.96	5.53	4.7	6.8	2.0	93
1990	6.91	5.56	4.8	3.8	1.8	63
1991	6.96	5.00	3.4	1.7	2.1	42
1992	6.89	7.81	4.6	1.6	1.1	73
1993	6.90	7.46	4.5	0.53	0.81	64

5. LITTERATUR

- Jensen, J.W. 1979. Utbytte av prøvefiske med standardverdier av bunngarn i norske ørret- og røyevatn. *Gunneria* 31:1-36.
- Knutzen, J. og Skei, J. 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport O-862602 (l.nr. 2540), 139 s.
- Johannessen, M. og Iversen, E. 1983. A/S Bleikvassli Gruber. Vurdering av miljøkonsekvenser ved avgangsdeponering. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 1462. 34 s.
- Johannessen, M., Iversen, E., Grande, M., Aanes, K. J., Rørslett, B. og Mjelde, M. 1984. A/S Bleikvassli Gruber. Kjemiske og biologiske forundersøkelser i Kjøkkenbukta og Store Bleikvatn. NIVA-rapport O-82121. L. nr. 1643. 39 s.
- Johannessen, M., Iversen, E. og Aanes K. J. 1985. A/S Bleikvassli Gruber. Kontrollundersøkelser i 1984. NIVA-rapport. O-82121, L.nr. 1735. 45 s.
- Johannessen, M., Grande, M. og Iversen, E. 1986. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser i resipientene for avgang og avrenning fra gruveområdet 1985. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 1837. 61 s.
- Iversen, E., Grande, M. og Aanes, K. J. 1987. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser i resipientene for avgang og avrenning fra gruveområdet 1986. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2040. 47 s.
- Iversen, E. og Aanes, K. J. 1988. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser i resipientene for avgang og avrenning fra gruveområdet 1987. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2104. 28 s.
- Iversen, E., Grande, M. og Aanes, K. J. 1989. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1988. Tiltaksrettede undersøkelser av avrenningen fra gruveområdet til Lille Bleikvatn/Moldåga. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2234. 52 s.
- Iversen, E. og Grande, M. 1990. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1989. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2446. 40 s.
- Iversen, E., Aanes, K.J. og Bækken, T. 1991. A/S Bleikvasli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1990. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2548. 23 s.
- Iversen, E. og Grande, M. 1992. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1991. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2689. 28 s.
- Iversen, E. og Aanes, K. J. 1993. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1992. NIVA-rapport O-82121. L.nr. 2864. 32 s.
- Arnesen, R.T. og Iversen, E. 1993. Langtidsvirkninger ved deponering av sulfidholdig avgang under vann. NIVA-rapport O-89116. L.nr. 2919. 104 s.
- Ljøkjell, P., Arnesen, R.T. og Iversen, E. 1983. Undersøkelse av rensing av gruvevann ved Bleikvassli Gruber. Bergforskningen. Teknisk rapport nr. 47/4. Trondheim, mai 1983. 29s.

VEDLEGG

Tabell 13. Fysisk/kjemiske analyseresultater.St.1 Gruvevann

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
07.01.93	2.81	318	2425	251	85.0	28.3	402	0.39	267	350	2400
18.05.93	2.70	324	2255	241	86.1	31.0	355	1.25	229	350	1230
22.06.93	2.63	337	2410	262	103.0	28.4	456	0.32	182	200	1290
08.09.93	3.01	342	2770	265	115.0	44.1	497	0.16	313	330	2490
Gj.snitt	2.79	330	2465	255	97.3	33.0	428	0.53	248	308	1853
Maks.verdi	3.01	342	2770	265	115.0	44.1	497	1.25	313	350	2490
Min.verdi	2.63	318	2255	241	85.0	28.3	355	0.16	182	200	1230

Tabell 14. Fysisk/kjemiske analyseresultater.St.2 Avgang flotasjon, filtrat

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
07.01.93	4.53	85.6	464	108	17.3	190	22400	100	42800	50	160
24.06.93	6.82	87.1	422	140	12.3	150	30	3	10300	25	3
08.09.93	7.60	90.6	497	165	14.6	75	440	25	140	25	5
Gj.snitt	6.32	87.8	461	138	14.7	138	7623.3	43	17747	33	56
Maks.verdi	7.60	90.6	497	165	17.3	190	22400	100	42800	50	160
Min.verdi	4.53	85.6	422	108	12.3	75	30	3	140	25	3

Tabell 15. Fysisk/kjemiske analyseresultater.St.4 Utløp Lille Bleikvatn

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
07.01.93	6.60	18.08	46.4	24.2	3.01	150	760	15.6	1750	3.7	6.3
01.02.93	6.29	19.54	44.6	21.2	3.25	350	1130	21.8	1780	3.6	20.8
02.03.93	6.60	19.80	50.3	27.4	4.23	75	280	11.7	1540	3.5	3.3
05.04.93	6.61	22.80	43.1	27.6	4.37	75	440	7.6	1260	2.2	2.1
03.05.93	6.23	21.00	53.0	21.4	3.49	590	2260	15.6	3180	3.7	6.3
02.06.93	6.81	10.90	20.3	12.6	1.69	170	620	16.4	950	2.25	18.8
21.06.93	6.86	16.46	47.9	20.2	2.98	75	640	11.9	1577	3.16	13.5
10.08.93	6.84	20.60	64.1	26.8	3.87	75	440	3.8	840	1.27	5.9
08.09.93	7.41	13.19	37.1	15.8	2.54	75	430	3.0	482	0.79	5.3
04.10.93	7.02	15.90	50.0	18.7	2.99	75	360	2.9	598	0.53	9.3
03.11.93	6.65	17.70	54.2	22.4	3.11	340	900	17.0	1450	2.85	16.5
01.12.93	6.73	19.40	52.7	23.9	3.09	75	410	8.1	1350	1.72	17.7
Gj.snitt	6.72	17.95	47.0	21.9	3.22	177	723	11.3	1396	2.4	10.5
Maks.verdi	7.41	22.80	64.1	27.6	4.37	590	2260	21.8	3180	3.7	20.8
Min.verdi	6.23	10.90	20.3	12.6	1.69	75	280	2.9	482	0.5	2.1

Tabell 16. Fysisk/kjemiske analyseresultater.St.5 Moldåga ved kirken

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
07.01.93	6.76	8.87				0.85	73.0	0.14	0.57
02.03.93	6.70	13.30	8.0	11.20	2.48	0.92	90.0		0.75
03.05.93	6.18	8.33				0.85	73.0	0.14	0.57
21.06.93	7.21	4.00	2.5	3.69	0.74	0.62	39.7	0.06	0.33
08.09.93	7.68	4.81	3.0	5.35	1.13	0.65	31.9	<0.01	0.34
03.11.93	6.85	5.43	4.6			0.98	75.2		0.61
Gj.snitt	6.90	7.46	4.53	6.75	1.45	0.81	63.80	0.08	0.53
Maks.verdi	7.68	13.30	8.00	11.20	2.48	0.98	90.00	0.14	0.75
Min.verdi	6.18	4.00	2.50	3.69	0.74	0.62	31.90	<0.01	0.33

Tabell 17. Analyseresultater St.5A Moldåga før Bleikvasselvaa

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
21.06.93	7.18	3.47	1.5	2.84	0.69	0.31	0.86	<0.01	<0.02
08.09.93	7.57	4.81	2.0	5.20	1.33	0.33	<0.50	<0.01	<0.02

Tabell 18. Analyseresultater St.6 Røssåga ved Forsmoen

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
21.06.93	7.24	4.18	2.1	4.59	0.78	0.20	2.8	<0.01	<0.02
08.09.93	7.68	4.06	1.9	4.67	0.84	0.23	2.6	<0.01	<0.02

Tabell 20. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.11 Oksfjellelva

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu ug/l	Zn ug/l	Cd ug/l	Pb ug/l
17.06.86	7.04	2.38	2.4	2.18	0.58	3.20	10.00	<0.10	1.30
24.06.92	7.10	4.46	3.3	3.53	0.74	0.05	0.25	0.09	0.06
21.06.93	6.70	4.84	3.1	4.27	0.95	0.21	<0.50	<0.01	0.04

Tabell 19. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.15 Lendingselva

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu ug/l	Zn ug/l	Cd ug/l	Pb ug/l
10.09.92	7.32	3.54	1.5	5.26	0.76	0.24	0.25	<0.01	0.02
21.06.93	7.14	6.51	2.3	7.38	1.32	0.24	0.56	<0.01	0.03

Tabell 21. Fysisk/kjemiske analyseresultater.Store Bleikvatn Stasjon B11

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Siktedyp m
21.06.93	1	3.1	7.14	5.27	1.20	4.5	0.34	60.5	0.53	0.15	16.5
21.06.93	10	3.0	7.15	5.27			0.42	61.9	0.46	0.14	
21.06.93	20	3.0	7.14	5.27	0.53	4.1	0.35	62.8	0.51	0.18	
21.06.93	40	3.0	7.14	5.27			0.49	63.8	0.53	0.13	
21.06.93	60	3.0	7.13	5.30	0.52	4.3	0.51	64.8	0.62	0.13	
21.06.93	80	3.2	7.13	5.31			1.12	66.6	1.62	0.10	
21.06.93	100	3.2	7.17	5.40	0.63	4.4	0.54	71.4	0.86	0.12	
07.09.93	1	9.0	7.05	4.87	0.27	3.0	0.56	76.7	0.54	0.14	13.5
07.09.93	10	8.7	7.28	4.71			0.44	74.0	0.33	0.16	
07.09.93	20	8.6	7.38	4.71	0.26	3.5	0.48	75.5	0.36	0.14	
07.09.93	40	5.9	7.38	4.92			0.41	65.9	0.66	0.15	
07.09.93	60	5.4	7.45	5.06	0.21	4.0	0.50	67.8	0.35	0.09	
07.09.93	80	5.2	7.48	5.09			0.51	65.7	0.40	0.09	
07.09.93	100	5.2	7.53	5.16	0.22	3.5	0.47	67.7	0.27	0.21	

Tabell 22. Fysisk/kjemiske analyseresultater.Store Bleikvatn Stasjon B10

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Siktedyp m
21.06.93	1	3.1	7.16	5.29	0.46	4.2	0.53	67.7	0.62	0.15	16.0
21.06.93	10	3.1	7.15	5.29			0.43	66.0	0.70	0.14	
21.06.93	20	3.0	7.16	5.29	0.45	4.3	0.43	65.2	0.57	0.11	
21.06.93	40	3.0	7.16	5.29			0.56	66.3	0.65	0.13	
21.06.93	60	3.1	7.14	5.31	0.53	4.4	0.52	66.0	0.54	0.15	
21.06.93	80	3.3	7.16	5.41	1.10	4.3	0.63	79.8	1.48	0.14	
07.09.93	1	8.9	7.44	4.71	0.28	4.0	0.41	79.4	0.15	0.13	13.5
07.09.93	10	8.7	7.46	4.69			0.46	79.2	0.26	0.09	
07.09.93	20	8.1	7.50	4.69	0.30	3.5	0.38	71.4	0.23	0.05	
07.09.93	40	6.2	7.52	5.00			0.44	65.7	0.26	0.06	
07.09.93	60	5.4	7.53	5.05	0.25	4.0	0.44	62.0	0.19	0.06	
07.09.93	80	5.2	7.54	5.09	0.25	3.5	0.44	65.2	0.36	0.07	

Tabell 23. Fysisk/kjemiske analyseresultater.Store Bleikvatn Stasjon B2

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Siktedyp m
21.06.93	1	3.2	7.17	5.30	0.58	4.3	0.49	65.8	0.69	0.12	16.0
21.06.93	10	3.1	7.16	5.29		0.47	66.0	0.62	0.12		
21.06.93	20	3.1	7.17	5.28	0.54	4.6	0.55	73.5	0.64	0.14	
21.06.93	40	3.4	7.00	5.44	0.49	4.8	0.50	71.5	0.75	0.16	
07.09.93	1	8.9	7.63	4.73	0.25	4.5	0.48	88.5	0.44	0.14	13.5
07.09.93	10	8.4	7.63	4.70		0.35	69.6	0.29	0.09		
07.09.93	20	8.0	7.69	4.69	0.30	3.5	0.42	68.2	0.29	0.09	
07.09.93	40	5.9	7.70	5.01	0.23	3.5	0.48	71.3	0.33	0.25	

Tabell 24. Fysisk/kjemiske analyseresultater.Store Bleikvatn Stasjon B4

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Siktedyp m
21.06.93	1	4.4	7.11	7.05	0.64	7.2	1.01	203	5.72	0.35	12.5
21.06.93	10	4.1	7.07	7.35	0.86	8.5	1.16	245	7.83	0.40	
21.06.93	20	3.8	7.03	7.65	0.58	9.6	1.32	252	8.31	0.33	
21.06.93	28	3.3	6.91	13.16	0.54	13.6	2.08	143	5.67	0.29	
07.09.93	1	9.0	7.73	4.9	0.25	4.0	0.52	117	0.57	0.14	14.5
07.09.93	10	8.7	7.73	4.78	0.29	3.5	0.48	90	0.40	0.23	
07.09.93	20	7.0	7.59	5.79	0.26	7.0	0.89	319	4.39	0.59	
07.09.93	33	6.4	7.54	5.91	0.24	7.0	0.95	299	4.03	0.49	

Tabell 25. Fysisk/kjemiske analyseresultater.Store Bleikvatn Stasjon B6

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Siktedyp m
21.06.93	1	4.5	7.04	6.87	0.70	7.2	1.05	254	8.4	0.33	11.0
21.06.93	10	4.4	7.02	7.04	0.72	8.9	1.07	256	8.6	0.36	
21.06.93	20	3.6	6.95	7.73	0.83	11.6	1.46	510	16.8	0.73	
21.06.93	30	3.1	6.64	12.37	1.80	14.8	3.07	2550	46.4	3.53	
21.06.93	40	3.3	6.16	13.85	1.70	18.8	6.90	3280	24.8	4.56	
07.09.93	1	9.1	7.65	4.9	0.24	4.5	0.56	119	0.63	0.22	13.5
07.09.93	10	9.0	7.67	4.91	0.23	4.5	0.49	120	0.72	5.45	
07.09.93	20	5.9	7.42	7.31	0.56	12.0	1.60	692	15.5	0.91	
07.09.93	30	5.0	7.22	9.52	3.00	20.5	3.75	1226	76.5	1.68	
07.09.93	40	5.0	7.13	9.63	2.30	20.0	3.95	1261	76.0	1.63	
07.09.93	45	5.0	7.30	9.83	2.20	23.0	3.48	1385	73.6	1.72	

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2490-4