

Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvedfelt, Fauske kommune

Undersøkelser i 2008



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2008	Løpenr. (for bestilling) 5750-2009	Dato 28.2.2009
	Prosjektnr. Undernr. 28155, 28323	Sider 67
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune Kristensen, Torstein Aanes, Karl Jan	Fagområde Miljøgifter	
	Geografisk område Nordland	Trykket CopyCat AS, 2009

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best.nr. 04/08, 15/08, 23/08 og 34/08
---------------------------------	---

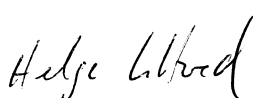
Sammendrag :

Oppryddingen i Sulitjelma gruvefelt har pågått siden gruvedriften ble nedlagt i 1991. De siste tiltakene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004. Etter den tid har vannkvaliteten i Langvann vært tilnærmet stabil. Tilførslene av kobber og sink til Langvann er redusert med ca 50 % sett i forhold til situasjonen i 1991 da gruvedriften opphørte og før tiltakene ble iverksatt. Vannkvaliteten i utgående vann fra Kjell Lund sjakt i Nordgruvefeltet forverret seg ved synkende pH-verdier og økende kobberkonsentrasjoner fram til 2008. I 2008 ser situasjonen ut til å ha stabilisert seg. Gruvevannet fra Nordgruvefeltet er største forurensningskilde i området. Tilførslene av kobber fra det vannfylte Norgruvefeltet utgjør ca. 50 % av transporten ut av Langvann. Den resterende transport kommer fra en rekke mindre kilder. Samlet årstransport ut av Langvann er beregnet til ca 20 tonn kobber og 24 tonn sink. Det er nå fisk i hele Langvann, noe som bekrefter at situasjonen er bedre enn da gruvedriften pågikk. Bunndyrfaunaen i Langvann er fortsatt fattig.

Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Tungmetalltransport 3. Hydrobiologi 4. Sulitjelma 2008	Fire engelske emneord 1. Pyrite Mining 2. Transport of Pollutants 3. Hydrobiology 4. Sulitjelma 2008
---	--



Eigil Rune Iversen
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

O-28155 og O-28323

Oppfølging av forurensningssituasjonen i

Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune

Undersøkelser i 2008

Forord

Oppryddingsarbeidene etter mer enn 100 års gruvedrift i Sulitjelma har pågått over en lang tidsperiode. Arbeidene i forbindelse med sikring og begrensnig av vannforurensning har vært omfattende. Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser i området siden 1973. I denne rapporten er hovedvekten lagt på å gi en vurdering av utviklingen i forurensingssituasjonen etter at gruvedriften opphørte i 1991 og etter at de siste tiltakene ble avsluttet i 2004. Undersøkelsene i 2008 har omfattet fysisk/kjemisk vannkvalitet ved utvalgte målepunkter på strekningen fra gruveområdene og ned til Øvrevann. En har også forsøkt å vurdere hva de enkelte forurensningskilder betyr mht transport. Høsten 2008 ble det også foretatt undersøkelser av fiskebestanden i Langvann samt av næringsdyr for fisk.

Bergvesenet har hatt ansvaret for miljøundersøkelsene siden 1998. Vi takker for samarbeidet og takker også Kjell Sture Hugaas, Fauske som har bistått under feltundersøkelsene mens gruvedriften pågikk og i alle år etter at driften ble nedlagt. En takk også til Per Arne Mathisen, SKS Produksjon AS for avrenningsdata for Langvann og for utlån av båt.

Eigil Iversen, NIVA har vært prosjektleder for undersøkelsene, mens Torstein Kristensen og Karl Jan Aanes har hatt ansvaret for de biologiske undersøkelsene. Arne Veidel ved NIVAs instrumentsentral har hatt ansvaret for instrumentanalyser i felt og automatiske vannmengdemålinger i Grunnstollen.

Oslo, 28. februar 2009

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	9
2. Fysisk/kjemiske undersøkelser	11
2.1 Langvannet	11
2.2 Vannkvalitet	11
2.2.1 Prøvetakingsstasjoner	11
2.2.2 Analyseprogram	15
2.2.3 Stasjon 5 - Langvann ved utløp Hellarmo	15
2.2.4 Langvann	16
2.2.5 Tilløp til Langvann	21
2.2.6 Gruvevann i Nordgruvefeltet	24
2.2.7 Gruvevann og drens vann i Sydgruvefeltet	28
2.2.8 Øvrevann	32
2.3 Materialtransport	35
2.3.1 Vannføring ved utløpet av Langvann	35
2.3.2 Avløp fra Grunnstollen	35
2.3.3 Forurensningstransport	36
3. Fiskebiologiske undersøkelser i Langvann	43
3.1 Innledning	43
3.2 Materiale og metoder	43
3.2.1 Kartlegging av gytebekker	43
3.2.2 Garnfiske	43
3.3 Resultater	45
3.3.1 Kartlegging av gytebekker	45
3.3.2 Garnfiske i Langvann	48
3.4 Diskusjon	51
3.4.1 Kartlegging av gytebekker	51
3.4.2 Garnfiske	51
3.4.3 Metallinnhold i muskel	52
4. Undersøkelser av vassdragets bunnfauna	53
4.1 Materiale og metoder	53
4.2 Resultater	54

5. Samlet vurdering	59
6. Referanser	61
Vedlegg A. Fysisk/kjemiske analyseresultater	62
Vedlegg B. Metallinnhold i fiskemuskel fra Langvann	66

Sammendrag

Etter at gruvedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991 har oppryddingstiltakene pågått fram til 2004. I april 2005 ble det overløp fra gruvesystemet i Nordgruvefeltet etter at de endelige tiltakene i forbindelse med vannfyllingen ble avsluttet i november 2004.

Kontrollprogrammet som er gjennomført de siste 12 årene har omfattet kontroll av vannkvalitet ved utløpet av Langvann på Hellarmo og overløpsvann fra Nordgruvefeltet ved Kjell Lund sjakt og i Grunnstollen. Det er også gjennomført kontroll av vannkvalitet ved en rekke andre forurensningskilder i Sydgruvefeltet og i Nordgruvefeltet. Utviklingen etter vannfyllingen av Jakobsbakken gruve i Sydgruvefeltet har også vært fulgt opp.

Fram til og med 2002 viste kobber- og sinkkonsentrasjonene ved utløpet av Langvann en fallende tendens. I 2003 økte de merkbart igjen, og har siden holdt seg stort sett på dette nivå. En har ingen god forklaring på hvorfor nivåene økte i 2003. En har sjekket ut en rekke andre mulige kilder uten å kunne påvise noe unormalt. Mye tyder derfor på at forholdene har tilknytning til hendelser i Nordgruvefeltet. Kobber- og sinknivåene er for tiden omkring halvparten av de nivåene en hadde i de siste årene mens gruvedriften pågikk. Naturlig bakgrunnstransport av kobber og sink utgjør ca 20 % av dagens årstransport. En kan derved anslå at metalltransporten til Langvann er redusert med i størrelsesorden 50 % i tiden etter at gruvedriften ble nedlagt. Mer omfattende undersøkelser gjennomført i 2008 bekrefter dette.

Vannkvaliteten i Øvrevann har ikke endret seg vesentlig siden foregående undersøkelser i 1993. Tungmetallnivåene i ferskvannslaget var i 2008 omtrent de samme som i 1993. Tungmetallnivåene faller nedover i saltvannslaget og særlig under 100 meters dyp der en har hydrogensulfid.

En har nå vel ett års målinger av vannføringen ved utløpet av Grunnstollen. Resultatene så langt viser at overløpsvannet fra gruva er en stor forurensningskilde og at den utgjør omkring 50 % av tilførselene av kobber til Langvann. Undersøkelsene i 2008 tydet ikke på at en har noen andre store kilder, men derimot en rekke mindre kilder. Eventuelle enkelttiltak ved noen de små kildene vil bety lite for vannkvaliteten i Langvann.

Vannkvaliteten til overløpsvannet fra gruva ved Kjell Lund sjakt forverret seg fram til 2007 ved at pH-verdiene falt merkbart og at kobberkonsentrasjonene økte. Denne utviklingen synes å ha stoppet opp i 2008. Siden gruvevannet fortsatt er så surt med pH-verdier omkring 3, anbefaler vi derfor at en følger opp gruvevannet ennå en tid for å se om situasjonen har stabilisert seg.

For det hydrologiske året 1.9.2007-31.8.2008 har en beregnet følgende nøkkeltall for den største forurensningstilførselen til Langvann (utløp Grunnstoll) og for samlet avrenning fra Sulitjelma gruvefelt (utløp Hellarmo):

Stasjon	Vannmengde m ³	SO ₄ Tonn/år	Al Tonn/år	Fe Tonn/år	Cu Tonn/år	Zn Tonn/år	Cd Kg/år
Utløp Grunnstoll	661673	821	10,3	23,9	8,0	9,1	22,4
Utløp Hellarmo	1012080598	4455	54,9	107,6	19,8	24,1	61,8

Det er fisk i Langvann og den synes å være i god kondisjon selv ved så høye kobberkonsentrasjoner som omkring 20 µg/l. Det er nå fisk i hele Langvann og ikke bare utenfor de rene tilløpselvene slik situasjonen var mens driften pågikk. Fiskeundersøkelsene i Langvann med tilstøtende bekker viste at alle bekkene hadde moderat tetthet av ungfisk med beregnede tettheter på 30-60 individer pr 100 m². Kobbernivået i Langvann er imidlertid så vidt høyt at det ikke bør øke vesentlig over dagens nivå igjen

før det får konsekvenser for fiskebestanden. Når det står fisk i en elv som Balmi er dette bemerkelsesverdig med de høye kobberkonsentrasjonene som ble påvist der. Forholdet har sammenheng med kobberets tilstandsform. Supplerende undersøkelser der en gjør spesieringsundersøkelser av kobber vil kartlegge dette bedre.

Bunnsedimentet i Langvann har en tydelig negativ effekt på tetthet og mangfold av bunndyr. Faunaen er fattig. Det ble ikke funnet bunndyr på dyp under 10 meter. I Sjønståelva og de to tilløpselvene Rupsi og Villumelva er situasjonen langt bedre. Den økologiske tilstanden i Rupsi og Villumelva kan klassifiseres som svært god, mens i nedre del av Sjønståelva klassifiseres tilstanden som god.

Summary

Title: The Pollution Situation in the Sulitjelma Mining Area in 2008

Year: 2009

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5485-3

The Sulitjelma mining area is located above the Arctic Circle in the community of Fauske in Nordland County close to the Swedish border. Mining operations took place in the period of 1887-1991. About 26 million tonnes of ore were processed containing 470.000 tonnes of copper, 215.000 tonnes of zinc and 5.320.000 tonnes of S.

The whole mining area is draining to Lake Langvann in the Sjønstå River system. The Sjønstå River flows into the Skjerstad Fjord at the Fauske community centre. The mines are located at both sides of Lake Langvann in the Southern and Northern mining area. Except for one mine, all the mines are underground mines worked from 500 metres below the water table of Lake Langvann and up to 600 metres above the lake. Waste rock and mines are generating substantial acid rock drainage. The main problems are connected to the discharge of mine water in the Northern mining area. The heavy metal loadings from the area have for long time caused severe effects on the water system down to the fjord.

After mine closure in 1991 a difficult clean up programme has been accomplished. About 20 mill NOK has been invested in securing the mines and in a water flooding project. In the Southern mining area the most polluting mine, Jakobsbakken, is almost completely flooded. The most time-consuming work has been carried out in the Northern mining area. Most of the mines in this area are now flooded and connected to the outlet of the main adit about 50 metres above the water table of Lake Langvann. At the outlet of 2008 the transport of copper at the outlet of Lake Langvann is reduced with about 50 % compared to the situation at mine closure. However, four years after finishing the flooding project, the situation has not yet stabilised. The instability is probably connected to the loadings of ferric iron from the un-flooded part of the mines on the flooded mine system. The final flooding works were finished in November 2004. In April 2005 the first discharge from the flooded mine system took place. It will presumably take some years until we see the final answer of the flooding project.

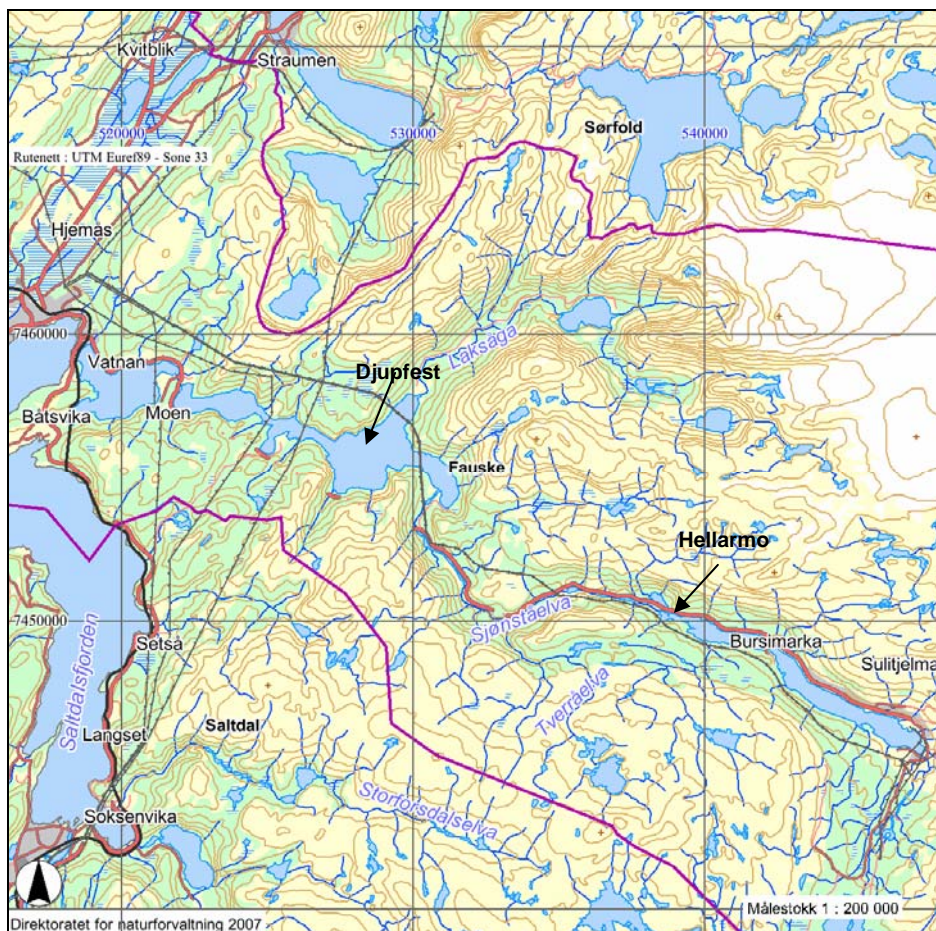
The survey of the Lake Langvann fish population with adjacent recruitment streams showed moderate fish densities in all streams, with calculated densities of 30-60 individuals pr 100m². Short stream length and a large lake area give a small recruitment area for brown trout, which may limit the production potential for this species. The streams were relatively unaffected in the lower lake basin, while Lomi River was strongly affected by direct sewage release and not by ARD. Balmi River was strongly affected by ARD, but had comparable fish densities with all age-classes present. The standard gill-net survey of Lake Langvann showed moderate densities of brown trout and Arctic char, with a large size spectrum of fish present for both species. The levels of metals in muscle were low for both species, with no signs of accumulation with increasing size. Significantly higher levels of Cd and Cu were found in brown trout, indicating higher metal uptake in this species compared with Arctic char.

1. Innledning

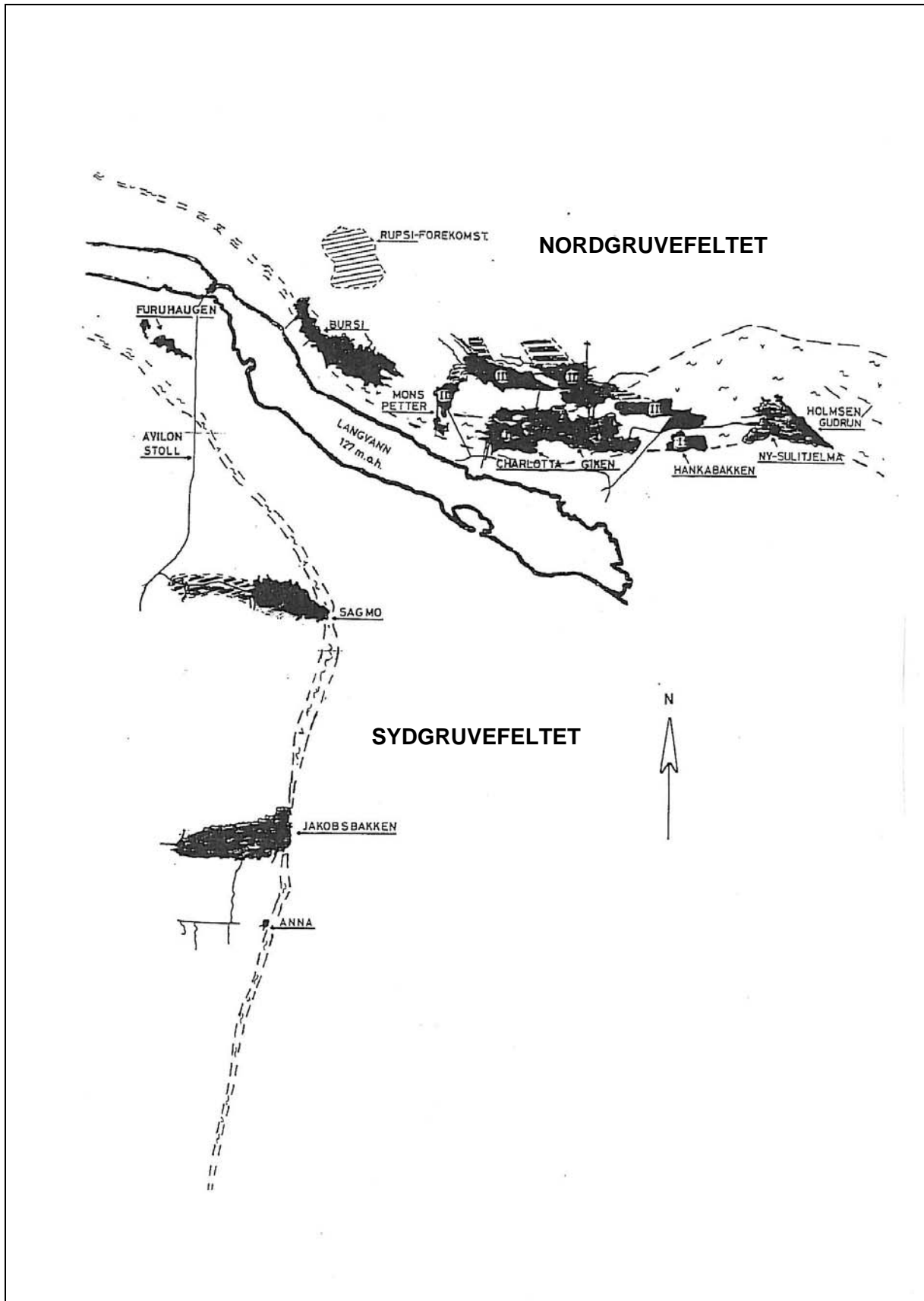
Gruvedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991 og Sulitjelma Bergverk AS opphørte som selskap i 1998.

I tiden etter driftsnedleggelsen har Bergvesenet fortsatt arbeidene i forbindelse med sikring og tiltak mot vannforurensning. Forurensningsproblemene i Sulitjelmafeltet er kompliserte, idet virksomheten har vært spredd over et stort område med mange kilder som har forskjellige egenskaper. En har derfor vært nødt til å gå skrittvis framover og teste virkningene av de enkelte tiltak etter hvert som de ble avsluttet. Arbeidene i forbindelse med vannfylling av gruvene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004. Disse arbeidene var de siste som er planlagt i Sulitjelma. Nordgruvefeltet fikk endelig overløp på Grunnstoll-nivå den 26.4.2005.

Den rutinemessige prøvetakingen i Sulitjelmafeltet har i 2008 fulgt samme opplegg som i tidligere år. I tillegg ble undersøkelsene utvidet til å omfatte kartlegging av fysisk/kjemisk vannkvalitet ved en rekke forurensningskilder i gruveområdet, samt kartlegging av vannkvalitet i Langvann og i Øvrevann. Videre ble det gjennomført undersøkelser av fiskebestanden i Langvann og av næringsdyr for fisk. Det ble utarbeidet tre programforslag for undersøkelsene den 21.1.2008 (rutineprogram), den 3.7.2008 (supplerende undersøkelser, kjemi) og 9.9.2008 (supplerende undersøkelser, biologi) som ble bestilt i brev av 19.2.2008, 4.7.2008 og 15.9.2008. Den faste prøvetakingen er som i tidligere år utført av Kjell Sture Hugaas, Fauske. Prøvetakingsflasker er utsendt av NIVA. Figur 1 viser et kartutsnitt med vassdragsstrekningen fra Langvann, Sulitjelma til Fauskevika. Figur 2 viser en prinsippskisse over gruvefeltene i Sulitjelma.



Figur 1. Sulitjelmavassdraget fra Langvann til Fauskevika med markering av prøvetakingspunkter på Hellarmo og i Øvrevann ved største dyp ved Djupfest.



Figur 2. Kartskisse over Sulitjelma gruvefelt.

2. Fysisk/kjemiske undersøkelser

2.1 Langvannet

Tabell 1. Innsjødata fra NVE Atlas.

VATN_LNR	NAVN	HOYDE	AREAL_KM2	MAGNR	VASSDRAGNR	HIERARKI
811	LANGVANNET	127	5.465	219	164.D10	SULITJELMAVASSDRAGET

I en NIVA-rapport fra 1976 er samlet flere innsjødata for Langvannet og for vassdraget (Arnesen et al, 1976). På et gammelt dybdekart fra ca 100 år siden er største dyp angitt til 91 meter utenfor Glastunes. Vi har ikke gjenfunnet dypet under våre målinger med ekkolodd. Trolig dreier det seg om et meget begrenset areal. Innsjøarealet innenfor Avilonfyllingen er beregnet til 3,9 km² og volumet til 14·10⁷ m³.

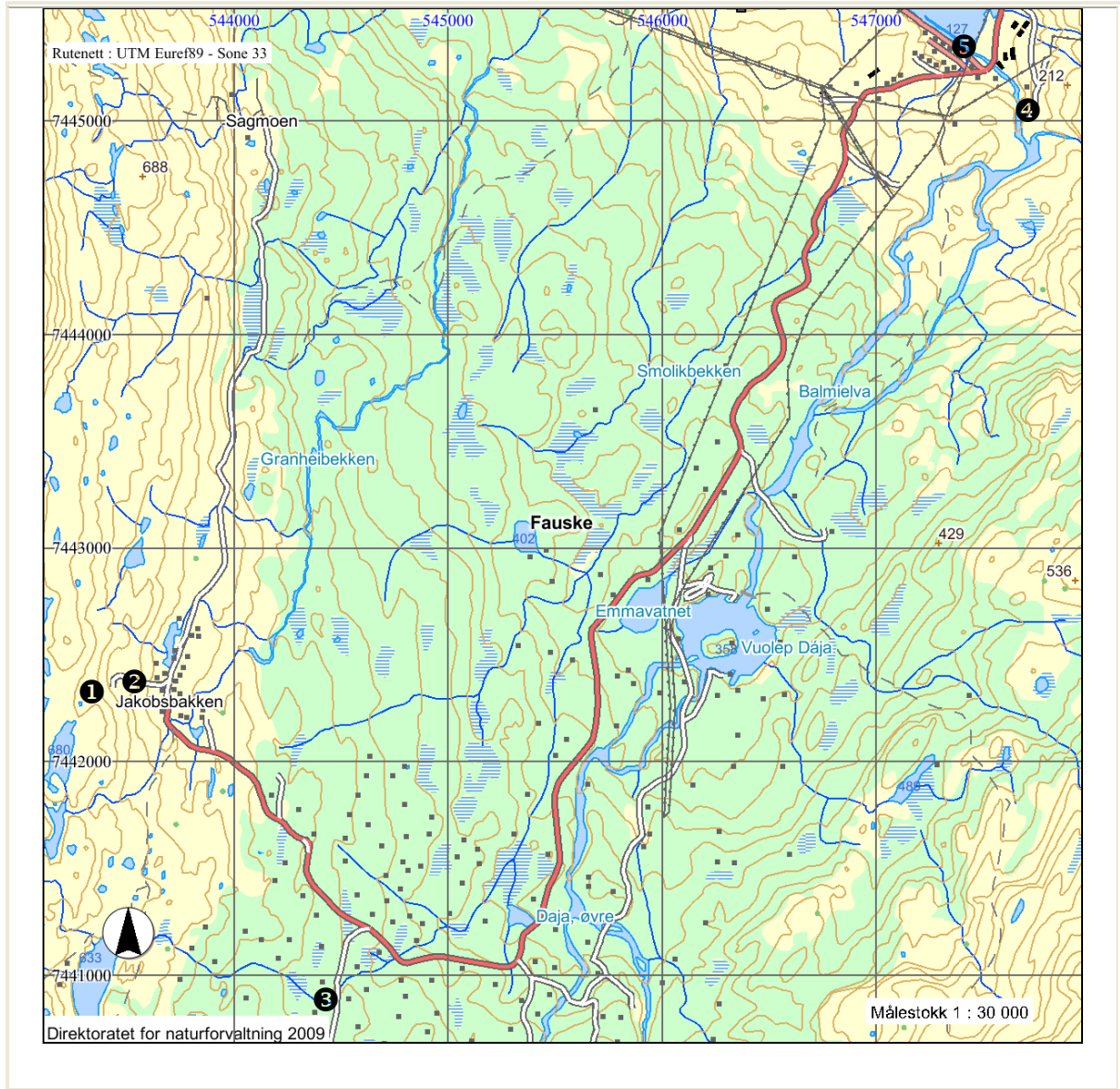
2.2 Vannkvalitet

2.2.1 Prøvetakingsstasjoner

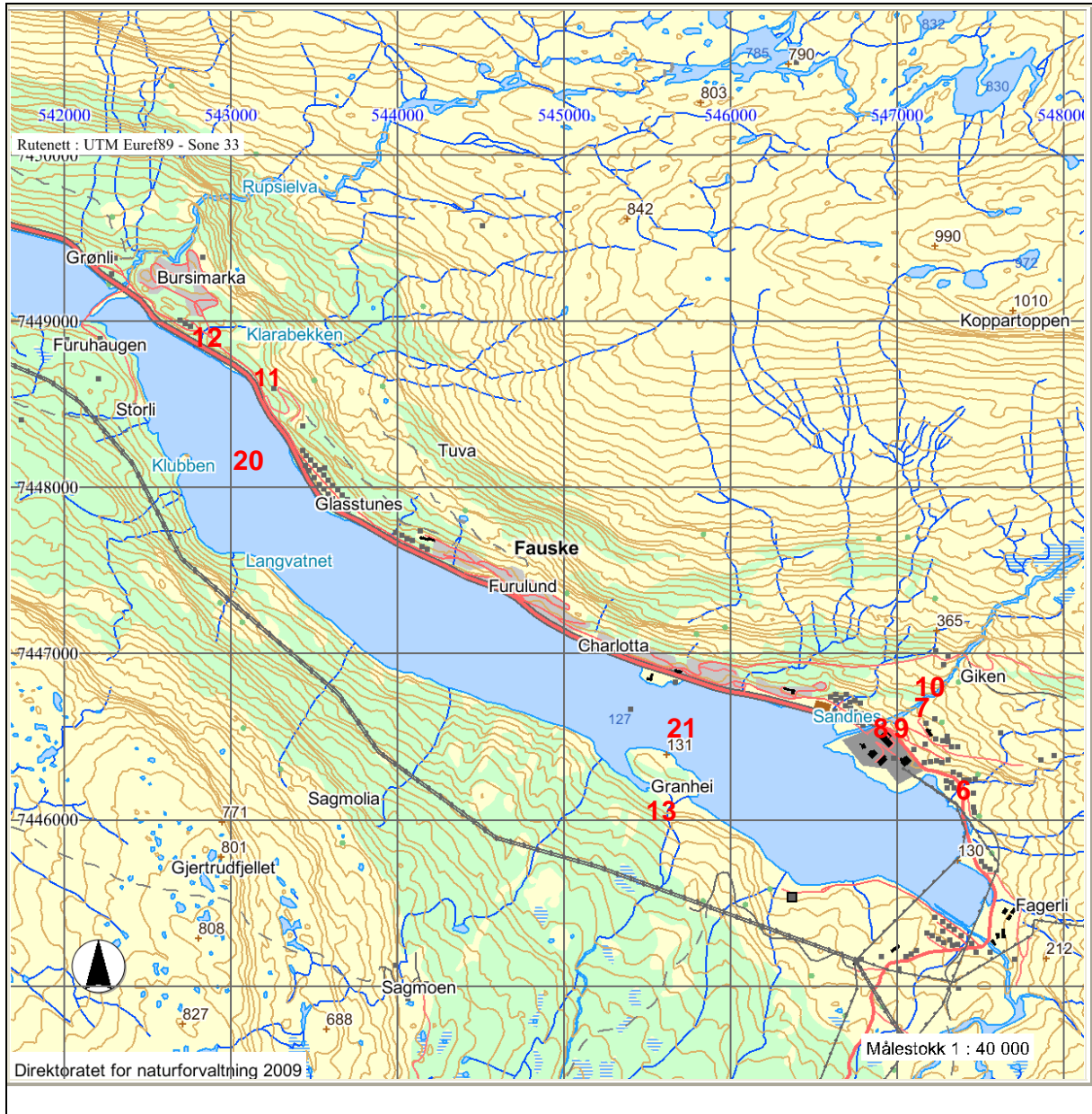
I tabell 2 er gitt en oversikt over prøvetakingsstasjonene som er benyttet ved undersøkelsene i 2008.

Tabell 2. Prøvetakingsstasjoner under feltundersøkelsen i 2008.

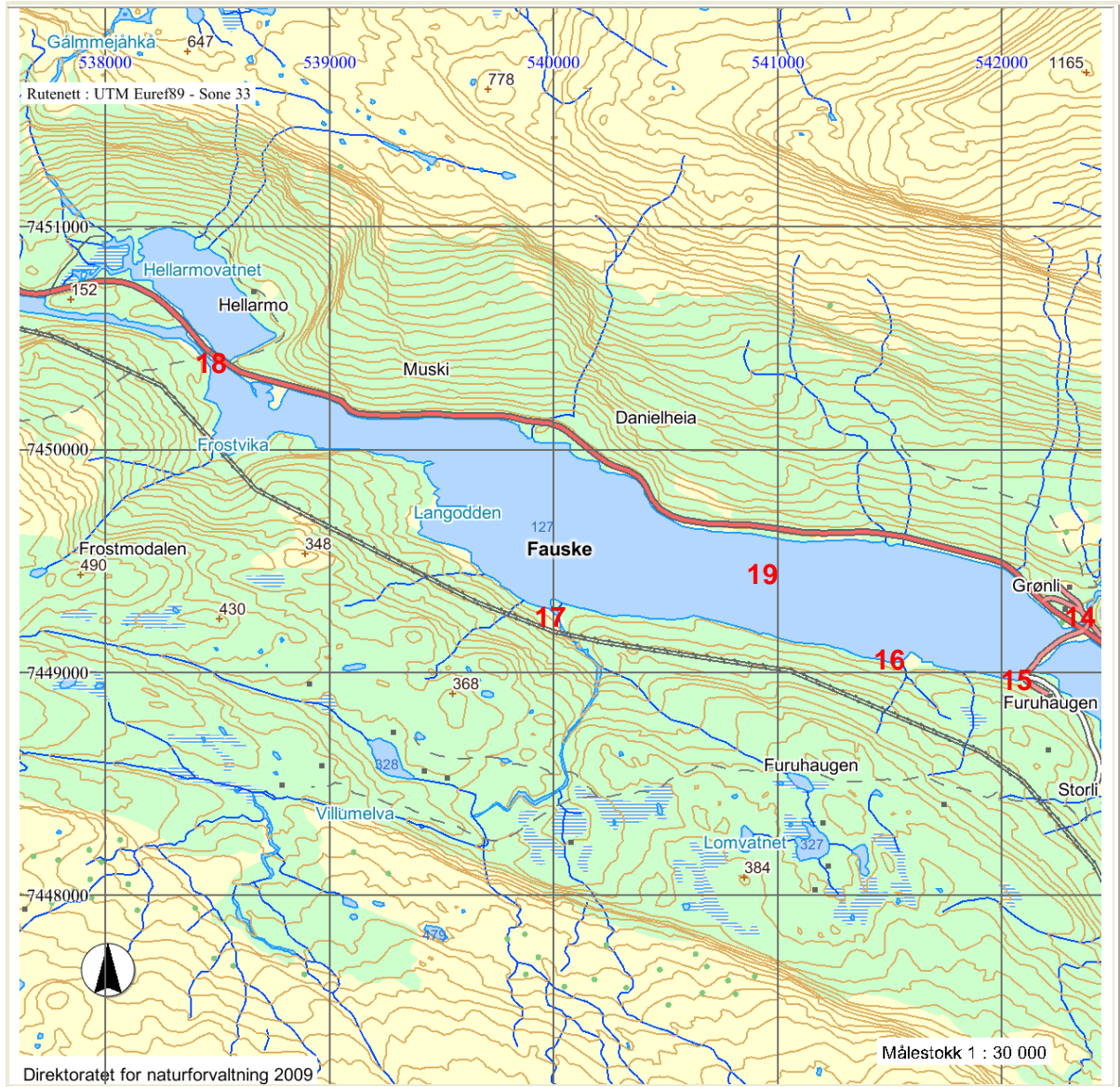
Nr.	Navn	Posisjon målt med GPS
1	Gruvevann, overløp Nils Stoll	N 67gr 05,711 min; Ø 16 gr 00,002 min
2	Jakobsbakken, bekk ved inntak i kum	N 67gr 05,712 min; Ø 16 gr 00,243 min
3	Annabekken ved vei til skihytta	N 67gr 04,948 min; Ø 16 gr 01,404 min
4	Balmi ovenfor smelteverksområdet	
5	Balmi ved innløpet i Langvann	N 67gr 07,270 min; Ø 16 gr 05,966 min
6	Lomi ved innløpet i Langvann	N 67gr 07,757 min; Ø 16 gr 05,574 min
7	Giken ovenfor tilløp fra Grunnstoll	N 67gr 07,993 min; Ø 16 gr 05,125 min
8	Giken ved veibru på Sandnes	N 67gr 07,964 min; Ø 16 gr 04,881 min
9	Gruvevann ved utløpet av Grunnstollen	N 67gr 09,091 min; Ø 16 gr 05,265 min
10	Overløp Kjell Lund sjakt	N 67gr 07,929 min; Ø 15 gr 59,761 min
11	Gruvevann utløp Rupsi stoll	N 67gr 09,091 min; Ø 16 gr 05,265 min
12	Klarabekken	N 67gr 09,234 min; Ø 16 gr 59,263 min
13	Granheibekken ved innløp i Langvann	N 67gr 07,728 min; Ø 16 gr 03,292 min
14	Rupsi ved innløp i Langvann	N 67gr 09,432 min; Ø 15 gr 58,686 min
15	Gruvevann ved utløpet av Avilon stoll	N 67gr 09,286 min; Ø 15 gr 58,277 min
16	Furuhaugbekken	N 67gr 09,331 min; Ø 15 gr 57,562 min
17	Villumelva ved innløp i Langvann	N 67gr 09,478 min; Ø 15 gr 55,386 min
18	Langvann ved utløp på Hellarmo	N 67gr 10,112 min; Ø 15 gr 53,239 min
19	L1 Langvann ved største dyp nedenfor Furuhaugen	N 67gr 09,644 min; Ø 15 gr 56,477 min
20	L2 Langvann ved største dyp ved Glastunes	N 67gr 09,037 min; Ø 15 gr 59,413 min
21	L3 Langvann ved største dyp innenfor fyrlykt	N 67gr 07,887 min; Ø 16 gr 03,405 min
22	Langvann ved utløp ved Avilonfyllingen	N 67gr 09,327 min; Ø 15 gr 58,336 min
23	Øvrevann ved største dyp ved Djupfest	N 67gr 13,234 min; Ø 15 gr 37,909 min



Figur 3. Kartutsnitt med prøvetakingsstasjoner i Sydgruvefeltet.



Figur 4. Kartutsnitt med markering av prøvetaksstasjoner i Langvann innenfor Avilonfyllingen.



Figur 5. Kartutsnitt med markering av prøvetakingsstasjoner i Langvann utenfor Avilonfyllingen.

2.2.2 Analyseprogram

Ved valg av analyseprogram har en lagt mest vekt på tungmetallanalyser. Analyse av tungmetaller i saltvannsprøvene fra Øvrevann er utført av ALS Scandinavia vha høyttopløselig ICPMS-teknikk (HD-ICPMS). De øvrige analysene er utført av NIVA etter akkrediterte metoder. Metallanalysene er utført vha ICP-teknikk eller ICPMS-teknikk.

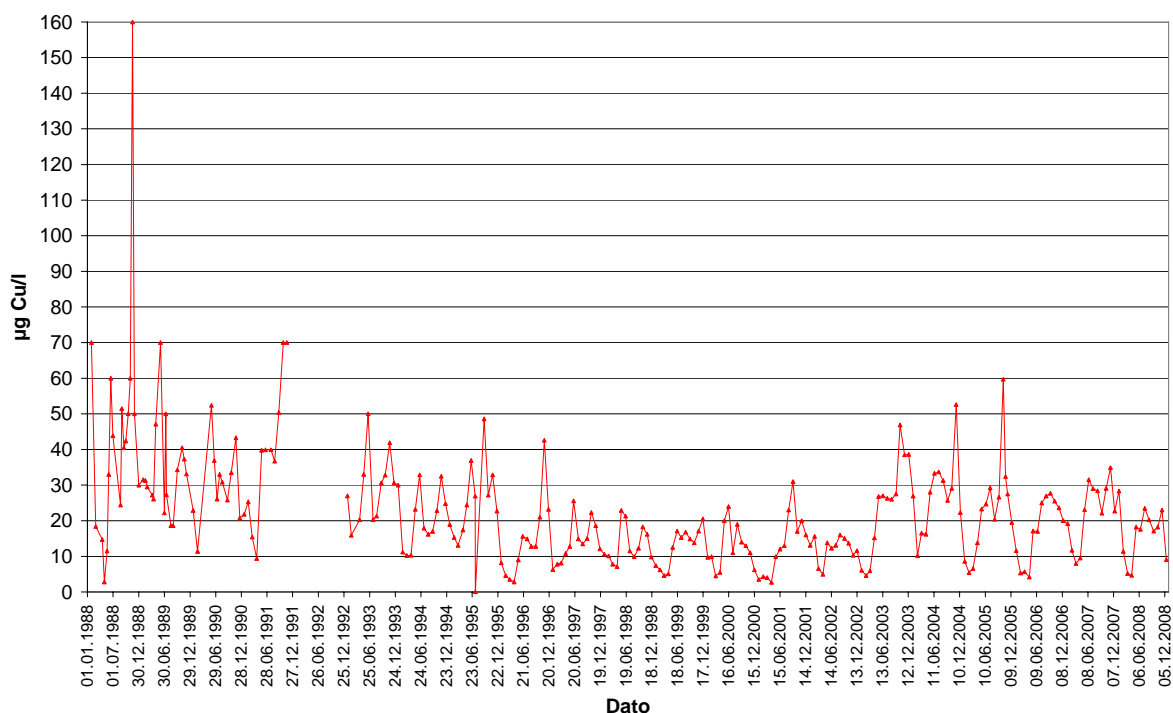
2.2.3 Stasjon 5 - Langvann ved utløp Hellarmo

I tabell 3 er det beregnet tidsveiede årlige middelverdier for de viktigste analyseparametre. Figur 6 viser observasjonsmaterialet for kobber for perioden 1988-2008. Resultatene for 2008 er samlet i vedlegg A bak i notatet. Vanligvis er metallkonsentrasjonene forholdsvis moderate om vinteren og øker om våren og i løpet av sommeren. I 2008 ble høyeste kobberkonsentrasjon ble målt til 28,3 µg/l den 15. januar.

Konsentrasjonene er delvis avhengig av nedbør og klima og produksjonen ved kraftverkene, dvs vanngjennomstrømningen gjennom Langvann. Om vinteren er tilførslene av surt, metallholdig gruvevann mindre fordi tilsiget til gruva avtar når det er frost. Likeledes er det mindre metallavrenning fra gruveavfall som er deponert i dagen om vinteren.

Tabell 3. Tidsveiede middelverdier for St.5 Langvann ved utløp Hellarmo 1987-2008.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1987	6,87	4,27	7,6	4,51	0,67		205	35,9	53,6	0,180
1988	6,77	4,29	7,7	4,71	0,65		124	44,9	57,1	0,180
1989	6,85	4,63	6,9	4,48			249	34,0	51,9	0,130
1990	7,05	4,04	5,6	4,03	0,50		167	30,6	42,0	0,080
1991	6,97	4,18	6,5	4,36	0,64		131	38,1	47,0	0,130
1993	6,87	3,83	4,6	3,93	0,63		93	28,4	25,0	0,020
1994	7,27	4,11	4,3	3,67	0,57		66	20,8	15,9	0,050
1995	7,12	3,75	4,6	4,17	0,60		122	25,8	23,5	0,070
1996	6,99	3,43	4,2	3,91	0,56		87	14,2	17,4	0,040
1997	6,97	3,74	4,6	4,10	0,64		108	14,0	28,8	0,060
1998	6,99	3,52	4,4	3,79	0,56		94	13,2	22,1	0,050
1999	6,99	3,93	4,8	4,02	0,58		95	12,7	21,5	0,070
2000	7,03	3,54	4,4	3,99	0,57		108	12,4	18,1	0,050
2001	7,08	3,65	4,8	4,16	0,58		95	13,1	20,8	0,050
2002	7,04	3,80	5,0	5,30	0,65		91	12,2	19,3	0,050
2003	6,98	4,02	4,7	4,52	0,63		75	24,2	26,7	0,078
2004	6,97	4,07	5,6	5,04	0,73		117	27,2	38,8	0,110
2005	6,96	4,04	5,2	5,21	0,66		104	21,8	35,8	0,094
2005	6,96	4,04	5,2	5,21	0,66		104	21,8	35,8	0,094
2006	7,21	4,03	5,1	5,17	0,66		73	17,5	29,1	0,142
2007	7,14	4,08	4,8	4,96	0,68	36,9	73	22,5	28,4	0,082
2008	7,06	3,88	4,3	4,58	0,59	50,2	98	16,4	21,6	0,056



Figur 6. Kobberkonsentrasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1988-2008.

Figuren viser at etter hvert som tiltakene ble igangsatt, sank kobberkonsentrasjonene gradvis fram til 1997. I perioden 1997-2002 var situasjonen forholdsvis stabil. Fra og med høsten 2003 økte konsentrasjonene en del for igjen å vise en avtakende tendens igjen i 2006. I 2007 økte konsentrasjonene noe i 2. halvår. Maksimalverdiene i 2008 var noe lavere enn i 2007. Situasjonen i øyeblikket synes stabil.

2.2.4 Langvann

Programmet omfattet også en undersøkelse av vannkvaliteten i Langvann, også i den delen av Langvann som ligger nedstrøms Avilonfyllingen. Denne delen er ikke undersøkt tidligere. Hensikten var å se hvordan gruvevannet lagrer seg inn i innsjøen og om det var mulig å spore ukjente tilførsler til Langvann. Det ble benyttet en YSI-sonde for måling av pH, konduktivitet, temperatur og oksygen på stedet. Det ble videre tatt stikkprøver for kjemisk analyse av prøver fra utvalgte dyp.

Langvann består av 3 bassenger. Den innerste delen er innenfor fyrlykta der største dypet er omkring 30 meter. Avgangsdeponeringen ble foretatt i den innerste delen. Ved fyrlykta er en terskel med dyp omkring 4 meter. Mellom fyrlykta og Avilonfyllingen er største dyp mellom 75 og 80 meter så vidt vi kunne se på ekkoloddet som vi benyttet. På gamle loddkart er angitt et dyp på 90 meter ved Glastunes. Ved Avilonfyllingen er dypet ca 1 meter. I den nederste delen nedenfor Avilonfyllingen målte vi største dyp til ca 60 meter midt i sjøen nedenfor Furuhaugen gruve.

Det ble tatt 3 prøvesnitt i hvert av bassengene. Analyseresultatene for prøvetakingene er samlet i tabell 4, tabell 5 og tabell 6. I figur 7, figur 8, figur 9, figur 10, figur 11 og figur 12 er vist måleresultatene fra registreringer med YSI-sonde under prøvetakingen den 16. september 2008. Med denne sonden ble målt pH, konduktivitet, temperatur og oksygen (% metning).

Resultatene viser at det ikke er noen oksygensvikt i innsjøen. Ved de to dypeste stasjonene ved Furuhaugen og ved Glastunes var det et temperatursprangsjikt ved 25-30 meters dyp. For øvrig er vannkvaliteten forholdsvis lik ved alle stasjoner og dyp. Det var noe lavere metallnivåer ved den

innerste stasjonen (L1). Dette har sammenheng med tilførsler av uforurenset vann fra Lomi og Fagerli kraftverk. Tilførslene av forurenset gruvevann via Giken elv blandes inn i Langvann langs nordsiden utover mot fyrlykta. Dette er også synlig når en ser ned på innsjøen et stykke opp i lia på nordsiden.

Under prøvetakingen den 16. september ble det også tatt en stikkprøve ved utløpet ved Avilonfyllingen. Resultatene som er samlet i tabell 7 viser at vannkvaliteten er svært lik overflatevannet ved Glastunes.

Tabell 4. Stasjon L1. Langvann ved største dyp nedenfor Furuhaugen gruve den 16.9.2008

Dyp m	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	SO ₄ mg/l	Al µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
1	7,21	4,05	4,93	0,65	5,23	28,9	0,110	0,521	<0,1	20,7	45	7,27	0,48	0,100	31,6
5	7,21	4,07	4,88	0,63	5,20	27,9	0,087	0,505	<0,1	20,4	41	7,23	0,47	0,059	30,6
10	7,21	4,01	4,86	0,63	5,13	28,1	0,088	0,497	0,1	20,5	42	7,14	0,46	0,055	30,1
20	7,20	3,98	4,89	0,62	4,94	28,3	0,080	0,520	<0,1	20,3	46	7,24	0,46	0,054	29,2
30	7,17	4,10	4,93	0,62	4,92	26,6	0,072	0,510	0,1	20,0	46	7,56	0,44	0,051	29,6
40	7,12	4,17	4,97	0,64	5,05	26,1	0,073	0,504	<0,1	19,8	49	7,38	0,53	0,049	28,6
50	7,10	4,15	4,91	0,62	5,10	26,1	0,078	0,503	<0,1	20,3	53	7,42	0,54	0,056	29,2
59	7,11	4,17	4,96	0,64	4,98	27,2	0,079	0,485	<0,1	20,5	52	7,34	0,49	0,048	29,4

Tabell 5. Stasjon L2. Langvann ved største dyp utenfor Glastunes den 16.9.2008.

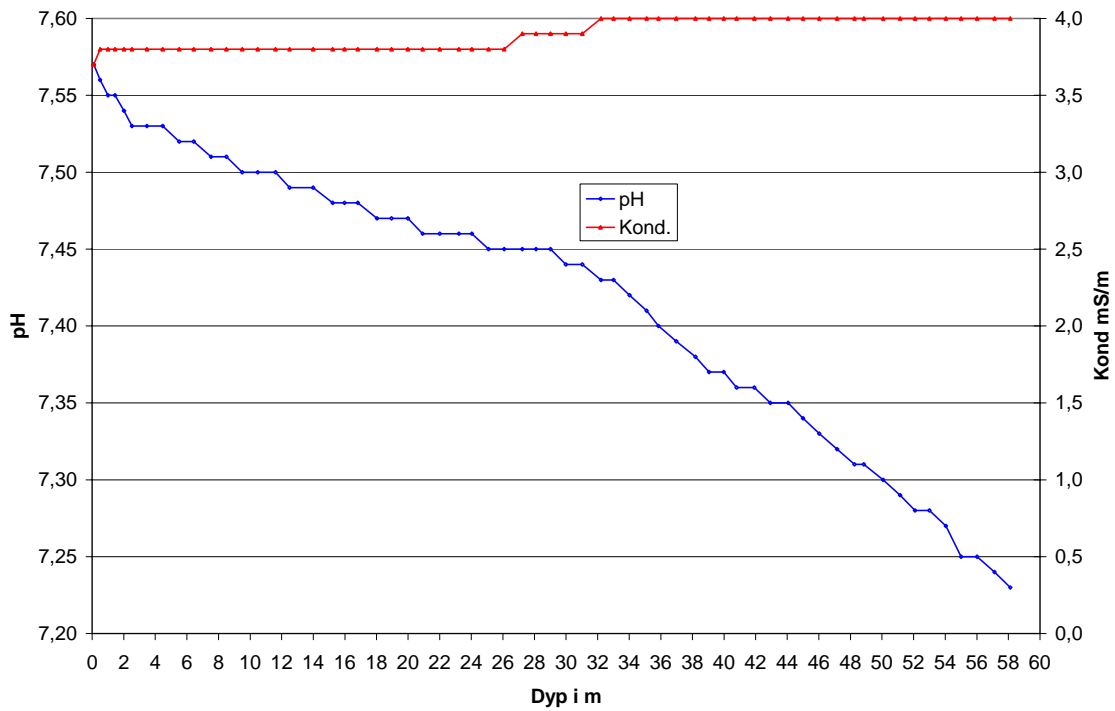
Dyp m	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	SO ₄ mg/l	Al µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
1	7,20	3,87	4,78	0,61	5,03	24,9	0,063	0,461	<0,1	18,7	39	6,55	0,41	0,052	28,0
5	7,21	3,90	4,79	0,62	4,72	25,1	0,063	0,470	<0,1	19,1	38	6,74	0,42	0,046	27,8
10	7,16	3,84	4,71	0,61	4,71	25,7	0,072	0,461	<0,1	18,9	39	6,50	0,45	0,052	27,3
20	7,16	3,85	4,74	0,61	4,81	26,0	0,073	0,449	<0,1	18,3	42	6,63	0,42	0,056	27,0
40	7,14	4,31	5,13	0,67	5,39	26,2	0,076	0,560	<0,1	21,4	60	8,62	0,49	0,077	32,6
60	7,09	4,33	5,16	0,67	5,49	27,7	0,079	0,576	<0,1	22,0	64	9,18	0,50	0,077	32,8
75	7,13	4,36	5,17	0,67	5,72	27,6	0,083	0,586	<0,1	22,2	66	9,05	0,52	0,087	32,4

Tabell 6. Stasjon L3. Langvann ved største dyp innenfor fyrlykt den 16.9.2008.

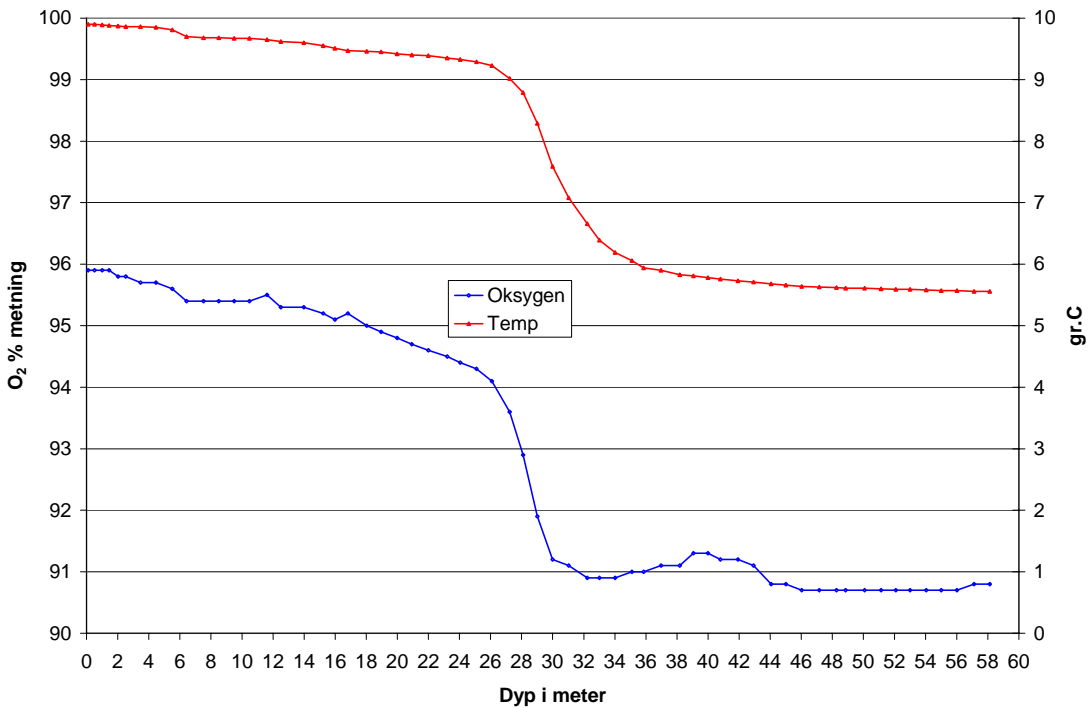
Dyp m	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	SO ₄ mg/l	Al µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
1	7,21	3,88	4,71	0,62	4,85	25,8	0,075	0,455	<0,1	19,1	38	6,60	0,44	0,046	27,8
5	7,18	3,63	4,50	0,58	4,83	27,2	0,068	0,400	<0,1	17,2	42	6,09	0,43	0,050	25,0
10	7,18	3,48	4,30	0,54	4,20	22,1	0,048	0,305	<0,1	12,6	32	4,73	0,32	0,036	18,4
20	7,18	3,40	4,19	0,53	4,00	19,7	0,043	0,254	<0,1	10,7	30	4,06	0,32	0,035	15,6
30	7,18	3,39	4,19	0,53	3,85	22,6	0,039	0,245	<0,1	10,1	30	3,91	0,31	0,037	14,9

Tabell 7. Langvann ved utløpet av Avilonfyllingen den 16.9.2008.

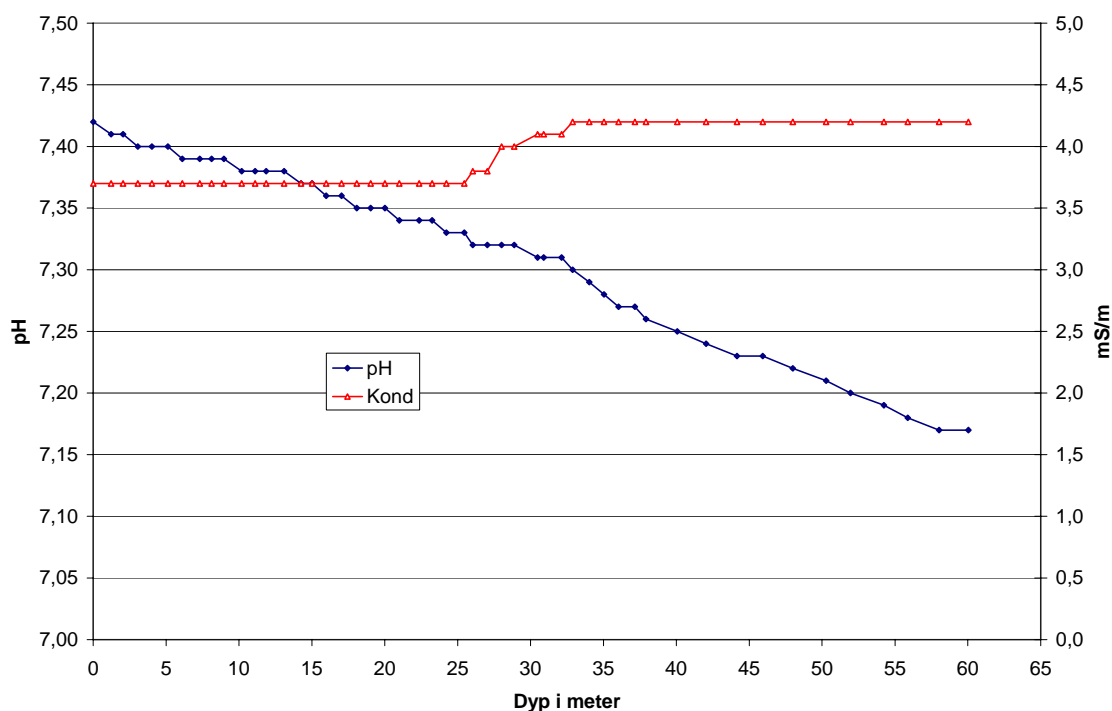
pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
7,16	3,89	4,97	4,74	0,59	23,3	36	18,3	27,4	0,046	0,078	6,45	0,43	0,461	0,4



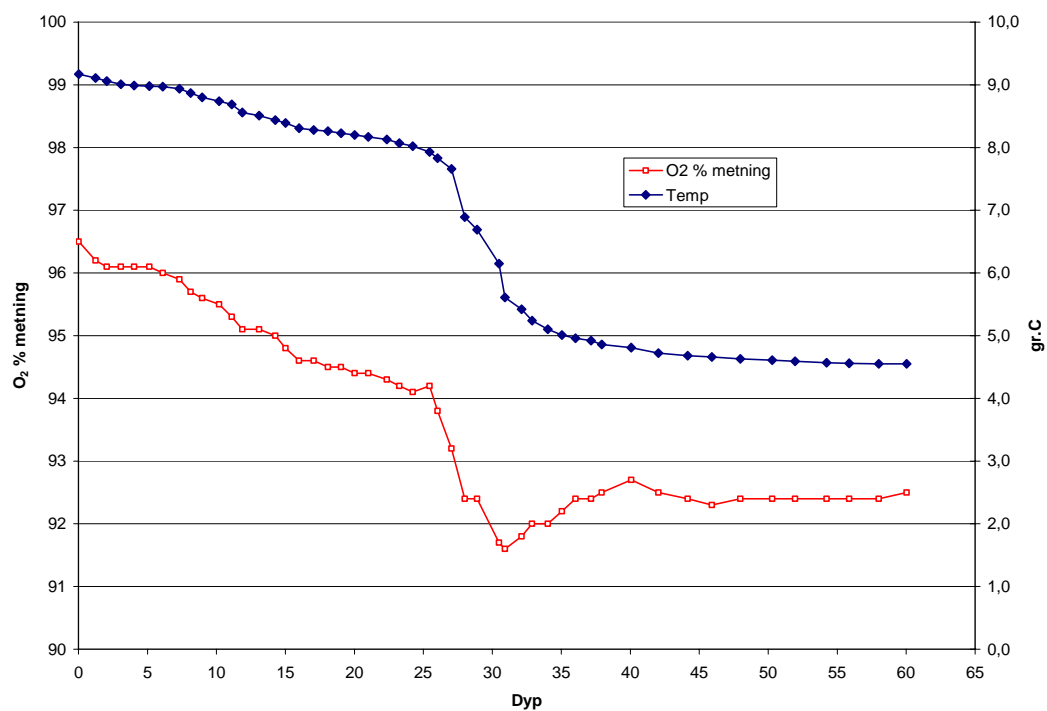
Figur 7. pH- og konduktivitetsprofiler i Langvann ved stasjon L1, største dyp utenfor Furuhaugen gruve den 16.9.2008.



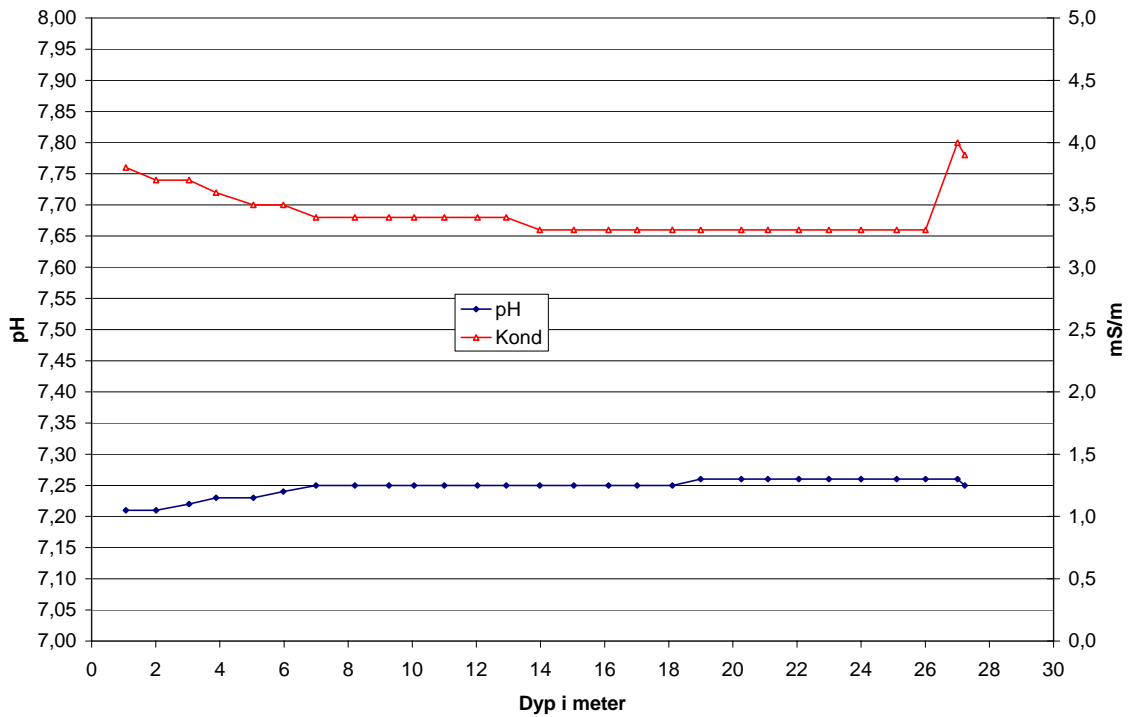
Figur 8. Oksygen- og temperaturprofiler i Langvann ved stasjon L1, største dyp utenfor Furuhaugen gruve den 16.9.2008.



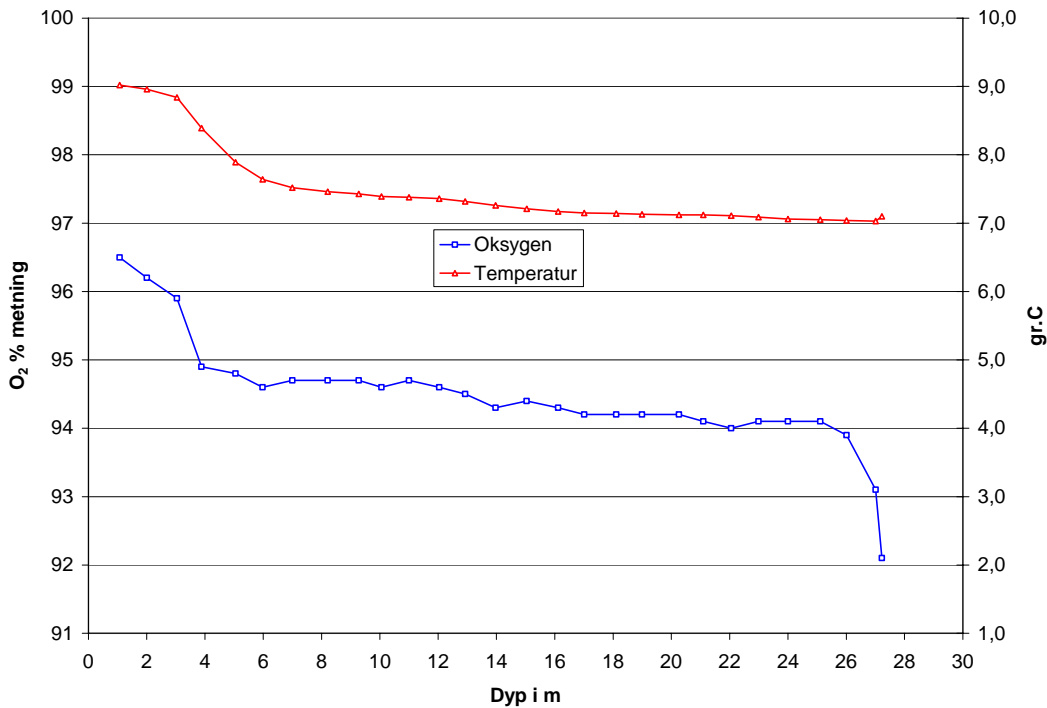
Figur 9. pH- og konduktivitetsprofiler i Langvann ved stasjon L2, største dyp utenfor Glastunes den 16.9.2008.



Figur 10. Oksygen- og temperaturprofiler i Langvann ved stasjon L2, største dyp utenfor Glastunes gruve den 16.9.2008.



Figur 11. pH- og konduktivitetsprofiler i Langvann ved stasjon L3, største dyp innenfor fyrlykt den 16.9.2008.



Figur 12. Oksygen- og temperaturprofiler i Langvann ved stasjon L3, største dyp innenfor fyrlykt den 16.9.2008.

2.2.5 Tilløp til Langvann

Det ble tatt stikkprøver av de viktigste tilløpene til Langvann, både elver som antas å være upåvirket av avrenning fra gruver eller gruveavfall, samt av bekker og elver som en vet er påvirket. Innenfor Avilonfyllingen ble følgende lokaliteter prøvetatt:

- Annabekken
- Granheibekken
- Balmi
- Lomi
- Giken
- Klarabekken

Utenfor Avilonfyllingen ble det tatt prøver av:

- Rupsi
- Furuhaugbekken
- Villumelva

Annabekken ble prøvetatt nedenfor utløpet av Annavann. Bekken mottar avrenning fra Anna guve i Sydgruvefeltet. Bekken er merkbart påvirket av avrenningen fra gruveområdet ved at kobbernivået er forhøyet. Vannføringen i bekken var meget beskjeden (ca 2 l/s) på prøvetakingstidspunktet pga en lengre tørrværsperiode. Bekken løper inn i Smolikbekken som igjen løper inn i Langvann i Fagerlia. Forurensningstilførslene fra Anna gruve er for beskjedne til å bety noe for forholdene i Langvann. Analyseresultatene for stikkprøven er samlet i tabell 8.

Tabell 8. Analyseresultater. Annabekken ved vei til skihytta den 17.9.2008.

pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Si
	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
7,39	6,23	6,29	7,1	0,96	10	25	13,0	7,6	<10	<1	7,9	<4	<2	1,25

Balmivassdraget er regulert og mesteparten av vannet går kraftverket som har avløp til overflaten av Langvann like nedenfor utløpet av det gamle elveleiet. Det er likevel en del restvannføring i det gamle elveleiet som mottar avrenning fra det gamle smelteverksområdet i Fagerlia. Det ble tatt to vannprøver ved utløpet av Balmi og en prøve ovenfor smelteverksområdet høsten 2008. Analyseresultatene er samlet i tabell 9 og tabell 10. Resultatene viser at elva er betydelig påvirket av avrenning fra smelteverksområdet. Forurensningskilden antas å være området der det ble foretatt røsting av kobbermalm i de første driftsårene. En ser at kobberverdiene er høye i elva. Det er også noe kobber i elva ovenfor smelteverksområdet, kanskje av naturgitte årsaker, men dette ble ikke videre undersøkt.

Tabell 9. Analyseresultater. Balmi (Fagerlielv) ved innløpet i Langvann.

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
15.10.2008	7,44	5,92	5,71	8,23	0,82	97,0	84	170	42,4	0,652	0,140	6,40	0,88	1,34	<0,1
7.11.2008	7,27	6,65	4,64	9,21	1,04	52,2	20	51,6	15,1	0,212	0,046	2,46	0,64	0,427	<0,1

Tabell 10. Analyseresultater. Balmi ovenfor sig fra smelteverksområdet den 7.11.2008.

pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr
	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
7,31	6,51	3,8	9,29	0,95	22,9	10	5,85	13,0	0,874	0,026	0,89	0,92	0,056	<0,1

Det ble også tatt en prøve i det gamle elveleiet til Lomi. Vannføringen er beskjedne pga reguleringen. Prøven ble tatt for å vurdere mulige tilførsler fra tørravsetninger fra den tiden utslippene fra smelteverkene pågikk. Som en ser av tabell 11 er tungmetallnivåene lave og uten betydning i forurensningssammenheng.

Tabell 11. Analyseresultater. Lomi ved innløpet i Langvann den 15.10.2008.

pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr
	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
7,68	5,88	1,91	8,91	0,84	7,39	<10	1,9	1,1	0,053	0,020	0,59	<0,05	0,009	<0,1

Giken har hatt store tilførsler av gruvevann og av forurenset overflatevann i lang tid. Etter at tiltakene ble avsluttet er det for tiden det samlede gruvevannet fra Nordgruvefeltet som går ut på Grunnstollnivå som er den største kilden. Under befaringen den 17.september var det meget tørt. Fra området oppe ved Ny-Sulitjelma gruve var det ingen synlig overflateavrenning. Det ble tatt en prøve av Giken nede ved veibrua på Sandnes og like før tilløp av gruvevann fra Grunnstollen. Analyseresultatene for stikkprøvene er samlet i tabell 12 og tabell 13. Resultatene viser som antatt at tilførslene fra områder ovenfor tilløp av Grunnstollen er meget beskjedne. I perioder med mer nedbør og under mer normale vannføringer tror vi likevel at bidraget fra Ny-Sulitjelma-området er noe større enn ved prøvetakingsdagen den 17.september. I tabell 12 er også tatt med resultater for prøve tatt i desember 2005. Det var i april 2005 at det første overløpet kom etter at vannfyllingstiltaket i Nordgruvefeltet ble avsluttet. De to stikkprøvene tyder ikke på vesentlige endringer i vannkvaliteten de tre siste år.

Tabell 12. Analyseresultater. Giken ved veibru

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Co	Ni	Vannf
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	l/s
15.12.2005	4,85	68,4	320	85,2	13,4	2640	8640	2140	4080	<10	9,1	1020	67,4	35	
17.9.2008	4,61	51,2	248	67,0	10,7	3410	6820	2770	3440	<10	7,7	775	56,0	24	64,8

Tabell 13. Analyseresultater. Giken ovenfor tilløp fra Grunnstollen den 17.9.2008.

pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Co	Ni
	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
7,34	6,75	10,5	9,1	0,73	44	15	45	34	<10	<1	4,2	<2	<4



Figur 13. Giken vei veibru ved Sandnes 17.september 2008. Foto: E.R. Iversen.

Klarabekken er ikke prøvetatt tidligere, men en har vært klar over at bekken mottar forurenset drenevann fra en del skjerp i fjellsiden og mulig også naturlige tilførsler fra områder der malmen går ut i dagen. Under prøvetakingen den 17.september var det tørt og liten vannføring. Det ble tatt en ny prøve i oktober etter at det var kommet en del regn. En ser at kobberkonsetrasjonen (tabell 14) steg kraftig. Nede ved riksveg 830 er bekken ikke synlig forurenset for publikum fordi det meste av jernet trolig er felt ut i bekkeleiet lengre oppover i bekken.

Tabell 14. Analyseresultater. Klarabekken ved riksveg 830.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
17.9.2008	7,33	6,66	7,69	9,00	0,92	12	94	13,2	10,5	0,045	0,044	12,3	0,53	0,467	0,3
15.10.2008	7,26	5,34	8,87	5,46	0,66	112	100	78,6	18,7	0,048	0,064	6,38	1,00	1,66	<0,1

Under befaringen den 16.-17. september ble det tatt stikkprøver av Rupsi og Villumelva nedenfor Avilonfyllingen. Ingen av elvene mottar tilførsler av forurenset vann. Analyseresultatene i tabell 15 viser meget lave tungmetallverdier. Vannføringen i Rupsi er sterkt redusert pga reguleringen.

Tabell 15. Analyseresultater. Prøver tatt 16.-17.9.2008.

	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
Rupsi	7,28	3,78	4,48	4,91	0,42	5,91	<10	0,57	0,38	0,025	0,010	0,2	0,33	0,01	0,2
Villumelva	7,58	5,43	1,16	8,01	0,75	3,47	<10	0,30	0,28	<0,005	<0,005	0,2	<0,05	<0,005	0,2

Furuhaugen gruve ligger nedenfor Avilonfyllingen. Selve gruveområdet har avrenning til Furuhaugbekken. En mindre tipp er deponert nede ved Langvann og forårsaker trolig noe metallavrenning direkte til Langvann. Tippen er relativt lite forvitret slik at tilførslene fra tippen antas å være beskjedne. I tabell 16 har en samlet en del analysedata fra tidligere prøvetakinger i bekken. Vannkvaliteten varierer en del, trolig som følge av ulike nedbørforhold og vannføring. Bekken er

sterkt sur, men inneholder likevel moderate mengder tungmetaller. Under prøvetakingen i september 2008 var bekken nesten tørr. Som det framgår av fotoet i figur 14 er det relativt lite gruveavfall oppe i gruveområdet.

Tabell 16. Analyseresultater. Furuhaugbekken ved innløpet i Langvann.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Co µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Vannf l/s
14.9.1977	3,36	65,4	220	10,5	15,0		12000	5500	2350						
6.9.1978	3,47	70,4	290	30,5	18,8		1120	5000	2800	9,1				2,5	
28.6.1979	3,32	45,6	142	8,99	4,70		5320	3700	1710						
7.10.1981	3,20	59,9	209	13,7	3,83	9000	14400	4620	2100	10,0	370			3,5	
7.10.1982	3,33	63,0	239	20,9	14,4	13500	6920	4700	2340	5,0	480			3,2	
18.6.1987	2,91	98,9	338	45,3	6,20	6140	62000	2810	5400	17,0					
9.7.1989	3,42	43,9	123	10,6	5,40	5720	3490	2440	1030	2,9					
16.9.2008	3,66	44,0	175	24,3	12,2	6480	360	2340	1250	3,7	425	84,6	37,0	<10	<1



Figur 14. Furuhaugen gruveområde med tipp nede ved Langvann den 16.9.2008.
Foto E.R. Iversen

2.2.6 Gruvevann i Nordgruvefeltet

Tiltakene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004 og vannfyllingen av gruvesystemet ble startet umiddelbart. Det ble overløp fra Kjell Lund sjakt den 26.4.2005 kl 12:00. Fra og med den 27.4 ble det startet et månedlig prøvetakingsprogram der det ble tatt prøver av overløpsvannet fra Kjell Lund sjakt og lenger ut i Grunnstollen ved utløpet. Resultatene for prøvetakingene i 2008 er samlet i tabell 33 og tabell 34 i vedlegg A. I tabell 17 er det beregnet årlige middelerverdier for de enkelte analyseparametre for Grunnstollen. Sommeren 2007 ble det montert en kontinuerlig loggende vannføringsmåler ved utløpet av Grunnstollen.

Tabell 17. Årlige middelverdier for gruvevann fra Grunnstollen.

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	Cd mg/l	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
1997	4,53	276,0	1909	373	155,3	15,2	187	7,26	26,0	<0,05	13,3	0,35	0,20	11,8
1998	3,01	278,0	1547	315	81,1	20,0	135	9,19	12,7	<0,05	6,63	0,14	0,32	13,2
1999	3,50	238,3	1515	362	61,5	14,0	138	5,71	11,0	<0,05	5,76	0,10	0,23	11,7
2000	4,39	197,8	1230	368	51,1	8,24	94,4	3,63	5,70	<0,05	4,17	0,06	0,17	9,71
2001	4,14	206,5	1274	387	62,3	13,3	80,7	5,42	5,94	0,009	4,28	0,06	0,20	10,8
2002	4,16	201,3	1501	366	50,7	10,5	83,9	2,89	7,74	0,010	3,44	0,07	0,21	10,3
2003	4,57	53,7	276	51,4	19,2	9,64	11,5	4,24	3,64	0,009	0,67	0,03	0,09	4,58
2005	3,86	205,9	1300	329	52,3	10,5	58,7	9,36	19,1	0,044	4,65	0,14	0,28	12,4
2006	3,51	204,0	1274	325	49,3	11,7	41,4	9,86	15,5	0,034	3,91	0,10	0,25	12,7
2007	3,18	202,0	1285	292	46,6	16,0	35,8	12,4	15,1	0,035	3,42	0,09	0,25	13,4
2008	3,17	198,5	1207	289	46,5	15,8	37,9	11,5	13,7	0,035	3,33	0,09	0,24	13,3

En ser at vannkvaliteten i Grunnstollen forbedret seg gradvis fram til og med 2002 med lavere konsentrasjoner for jern og kobber. I 2003 var det intet overløp på Kjell Lund sjakt. Resultatene for det året gir derfor bare uttrykk for de øvrige tilførselene i Grunnstollen. I tiden etter at overløpet kom på nytt i 2005 etter de siste tiltakene, tyder pH-verdien på at situasjonen ennå ikke har stabilisert seg. Synkende pH-verdi i forhold til i 2005 synes likevel ikke å ha ført til noen vesentlige endringer i metallkonsentrasjonene bortsett fra kobber. Kobberkonsentrasjonene har vist en stigende tendens i tiden etter at de siste tiltakene ble gjennomført. Det er imidlertid vanskelig å vurdere utviklingene i konsentrasjonene mer detaljert uten også å sammenligne med vannføringsobservasjoner slik at en også kan beregne utslippsmengder. Vannføringsmålingene kom først i gang i 2. halvår i 2007. pH-verdiene faller noe fra overløpet av Kjell Lund sjakt til utløpet av Grunnstollen. Dette er en naturlig konsekvens idet jerninnholdet i overløpsvannet fra Kjell Lund sjakt sannsynligvis foreligger som toverdige. Når toverdige jern oksiderer utover i stollen og treverdige jern felles ut (hydrolyserer), faller også pH-verdien.

For å ha best mulig kontroll med virkningene av tiltaket har en derfor inntil videre også tatt månedlige stikkprøver ved overløpet av Kjell Lund sjakt. I tabell 33 i vedlegg A er resultatene for 2007 samlet. I tabell 18 er beregnet årlige middelverdier for de årene en har hatt overløp på sjakta. En ser av tabell 18 at i perioden 1997-2002 var pH-verdiene i overløpsvannet svakt fallende. Dette hadde ingen vesentlige konsekvenser bortsett fra at aluminiumkonsentrasjonene økte noe med fallende pH-verdier. Fra 2005, etter at avrenningen fra Mons Petter og Ny-Sulitjelma gruver ble koblet til gruvesystemet, ser en at pH-verdiene har falt ytterligere og var fortsatt fallende ved utgangen av 2008. Dette har ført til at aluminium- og kobberkonsentrasjonene har økt. Erfaringene har vist at det er overløpet fra Kjell Lund sjakt som betyr mest for vannkvaliteten i Grunnstollen. Videre framover vil rutinemessig prøvetaking ved utløpet av Grunnstollen være tilstrekkelig for å ha kontroll med forurensningssituasjonen i Nordgruvefeltet.

Tabell 18. Årlige middelv verdier for overløpsvann fra Kjell Lund sjakt.

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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
1997	5,84	321	2520	522	215	0,08	243	0,40	35,6	<0,05	<0,05	20,2	0,40	0,28	10,8
1998	5,88	346	2040	554	108	0,09	203	0,26	10,1	<0,05	<0,005	11,3	0,24	0,14	10,4
1999	5,58	273	1924	542	71,4	0,11	204	0,17	4,42	<0,05	<0,005	7,86	0,05	0,10	10,2
2000	5,29	247	1650	534	60,7	0,29	135	0,32	6,08	0,04	0,008	5,91	0,06	0,15	10,7
2001	5,21	248	1490	536	63,3	0,34	111	0,48	4,90	<0,01	0,008	5,55	0,05	0,12	10,4
2002	5,10	243	1644	528	53,9	1,00	97,0	0,29	7,97	<0,01	0,010	4,41	0,17	0,06	10,3
2005	4,22	239	1654	449	64,3	7,13	81,0	7,55	22,5	0,030	0,050	6,21	0,17	0,31	13,6
2006	3,97	212	1361	363	53,1	9,79	54,2	8,71	16,5	0,030	0,035	4,37	0,11	0,26	12,9
2007	3,23	215	1410	318	49,6	16,6	41,3	13,5	16,4	0,036	0,038	3,69	0,10	0,26	14,6
2008	3,19	215	1328	331	50,3	16,0	41,4	12,5	15,0	0,041	0,037	3,68	0,09	0,26	14,8

Figur 15 viser observasjonsmaterialet for pH og kobber for overløpet fra Kjell Lund sjakt. Figuren viser at pH-verdien har vist en fallende tendens hele tiden etter at overløpet kom i 1996, men at endringene var forholdsvis beskjedne de første årene. I 1999-2002 ble den fallende tendensen mer tydelig. Fra høsten 2002 til april 2005 var det intet overløp mens tiltaksarbeidene pågikk. Gruvevannet gikk da ut av 6a-stollen og direkte i dykket utløp til Langvann i den perioden. I tiden som har gått etter at gruva igjen fikk overløp fra Kjell Lund sjakt, har fallet i pH-verdiene tiltatt. En ser også at når pH-verdien faller under ca 4, øker kobberkonsentrasjonene betydelig. Kobberkonsentrasjonene varierer for tiden en del i løpet av året og er lavest på ettervinteren, sannsynligvis fordi tilsiget til gruva da er på det laveste. Den vannfylte gruva er da mindre belastet, noe som trolig gir en bedre adsorpsjonseffekt av kobberioner på kisflater i gruva. Det kan se ut som om situasjonen har stabilisert seg noe i 2008 sett i forhold til situasjonen ved utgangen av 2007.

**Figur 15.** pH- og kobberobservasjoner i overløpsvann fra Kjell Lund sjakt.

Vannkvaliteten i gruvevannet fra Rupsi stoll ble fulgt opp med en stikkprøve under befaringen i september måned. Gruvevannet renner ut i Langvann ved Glastunes. I tabell 19 har en samlet analysedata for samtlige prøvetakinger en har ved denne lokaliteten. En har således opplysninger om vannkvalitet ved denne kilden over en periode på nesten 40 år. Vannkvaliteten ser ut til å ha endret seg relativt lite. pH-verdien var i 2008 fortsatt høy. Tungmetallinnholdet antas for en stor del å være bundet i utfelte partikler. Vannføringen på prøvetakingstidspunktet (se figur 16) mindre enn 5 l/s.

Tabell 19. Analyseresultater for gruvevann fra Rupsi stoll 1972-2008.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Si mg/l
20.1.1972	8,40						3000	900	1350		4,0				
2.1.1977	7,58						50	30	1100						
23.5.1977	7,27						30	100	1040						
16.8.1977	6,71						30	50	420						
30.8.1977	7,44						30	30	970						
13.9.1977	7,38						30	80	1450						
14.9.1977	7,32	93,5	390	158	17,0		1520	670	1750						
22.9.1977	6,87						130	260	3100						
27.9.1977	7,62						30	30	1650						
4.10.1977	7,33						120	70	1250						
18.10.1977	5,18						340	2700	3850						
25.10.1977	7,39						100	130	1700						
1.11.1977	7,51						100	50	1400						
8.11.1977	7,40						50	50	1080						
15.11.1977	7,47						50	30	1190						
22.11.1977	7,64						50	30	1020						
29.11.1977	7,58						50	30	1100						
06.12.1977	6,91						50	200	2750						
13.12.1977	7,59						50	30	970						
6.6.1978	6,61						30	80	940						
20.6.1978	7,15						50	110	610						
6.9.1978	7,25	93,5	376	167	16,4		2500	230	1500	0,5	2,0				
28.6.1979	7,42	72,0	285	126	12,7		2290	546	1470						
6.5.1983	7,26	62,1		90,6		1350	1800	1380	2050						
9.7.1989	7,39	65,4	268	97,4	10,3	471	1040	630	1240		3,0				
15.7.1994	7,65	78,1	332	137	14,4	1050	1370	890	1720	<100	<10	400	<20	30	3,44
17.9.2008	7,64	101,7	473	181	23,4	951	2370	720	2150	<10	3,7	710	21	58	3,89



Figur 16. Gruvevann fra Rupsi stoll den 17.9.2008. Foto E.R. Iversen.

2.2.7 Gruvevann og drenevann i Sydgruvefeltet

I Sydgruvefeltet er Jakobsbakken gruve største forurensningskilde. Gruva ble vannfylt ved naturlig tilsig. Utløpet gjennom Nils stoll ble stengt med vannlås i 1994. Vannlåsen ble senere fjernet pga praktiske problemer med tilslamming. Vannkvaliteten i området har vært jevnlig fulgt opp ved prøvetakinger ved utløpet av Nils stoll (figur 17) og i kummen for samlet avrenning fra området. Prøvetaking i kummen fanger også opp tilførsler fra tippet på Jakobsbakken (figur 18).



Figur 17. Overløp Jakobsbakken gruve gjennom Nils stoll den 17.9.2008. Foto: E.R. Iversen.

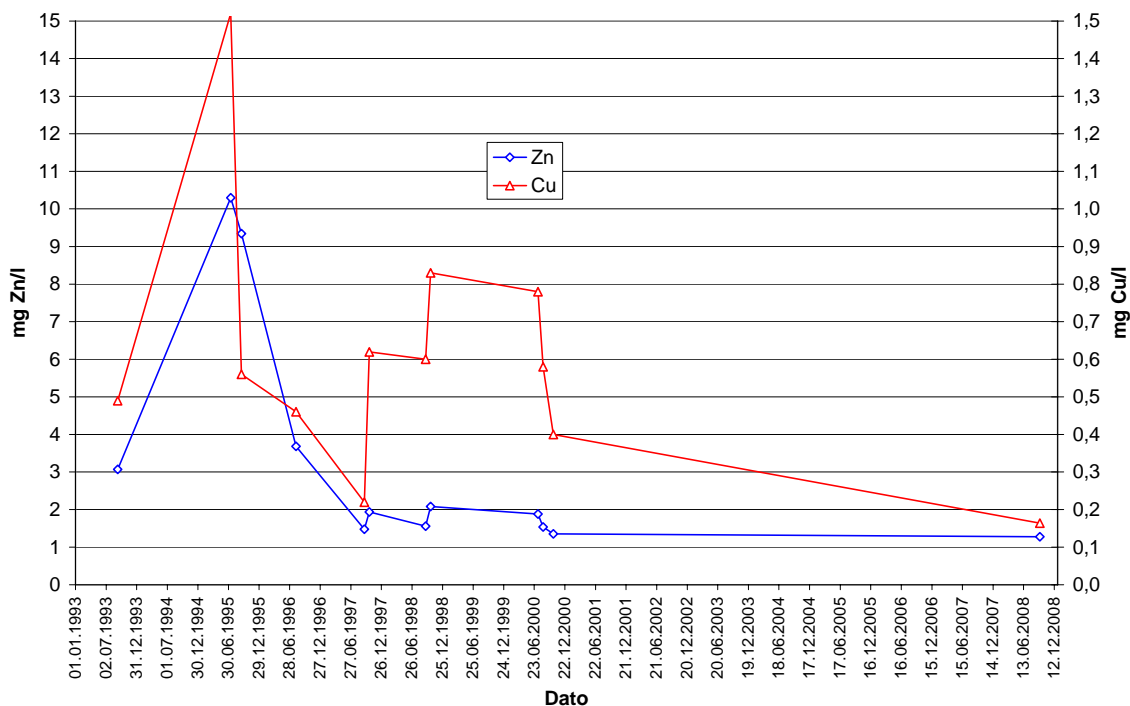


Figur 18. Samlet avrenning fra Jakobsbakken gruve ved innløp i kum den 17.9.2008.
Foto: E.R. Iversen.

I tabell 20 har en samlet analysedata for alle prøvetakinger i Nils stoll. Som figur 19 viser, tyder resultatene på at metallkonsentrasjonene i gruvevannet er avtakende.

Tabell 20. Analyseresultater. Gruvevann i Nils stoll 1993-2008.

Dato	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	Cd mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
9.9.1993	2,99	82,3	249	53,4	6,04	2,86	29,1	0,49	3,07	<0,2	<0,05	0,88	<0,1	<0,05	5,31
14.7.1995	2,86	125,0	449	91,0	10,7	5,25	72,0	1,52	10,30	<0,1	0,02	1,88	<0,1	<0,01	5,64
15.9.1995	2,92	119,0	470	102,0	10,4	4,40	80,0	0,56	9,34	<0,1	<0,05	1,92	<0,01	0,05	4,97
5.8.1996	2,89	98,9	287	66,0	6,13	1,78	24,0	0,46	3,68	<0,01	0,01	1,05	0,03	0,10	5,37
15.9.1997	2,94	94,8	302	48,8	4,56	0,90	83,0	0,22	1,48	<0,005	<0,05	0,64	<0,005	<0,01	4,97
15.10.1997	3,04	92,0	344	52,6	5,31	1,40	94,8	0,62	1,94	0,005	<0,05	0,70	0,01	<0,01	4,77
15.9.1998	2,93	73,8	210	30,3	3,36	1,21	51,2	0,60	1,56	<0,05	0,005	0,37	<0,01	0,015	3,53
15.10.1998	2,91	99,1	338	46,8	4,80	1,26	95,2	0,83	2,08	<0,05	0,01	0,57	<0,01	0,015	4,53
15.7.2000	2,88	95,9	230	37,7	3,92	1,25	73,2	0,78	1,88	0,009	<0,01	0,49	0,013	0,007	4,49
15.8.2000	2,88	88,0	213	36,3	3,68	1,17	64,0	0,58	1,54	0,007	<0,01	0,46	0,011	0,007	4,46
15.10.2000	2,82	93,5	223	37,4	3,95	0,94	78,5	0,40	1,35	<0,005	<0,01	0,49	0,009	0,005	5,05
17.9.2008	2,78	63,9	186	34,0	4,00	1,25	34,4	0,16	1,28	0,002	<0,01	0,43	0,008	0,007	5,02

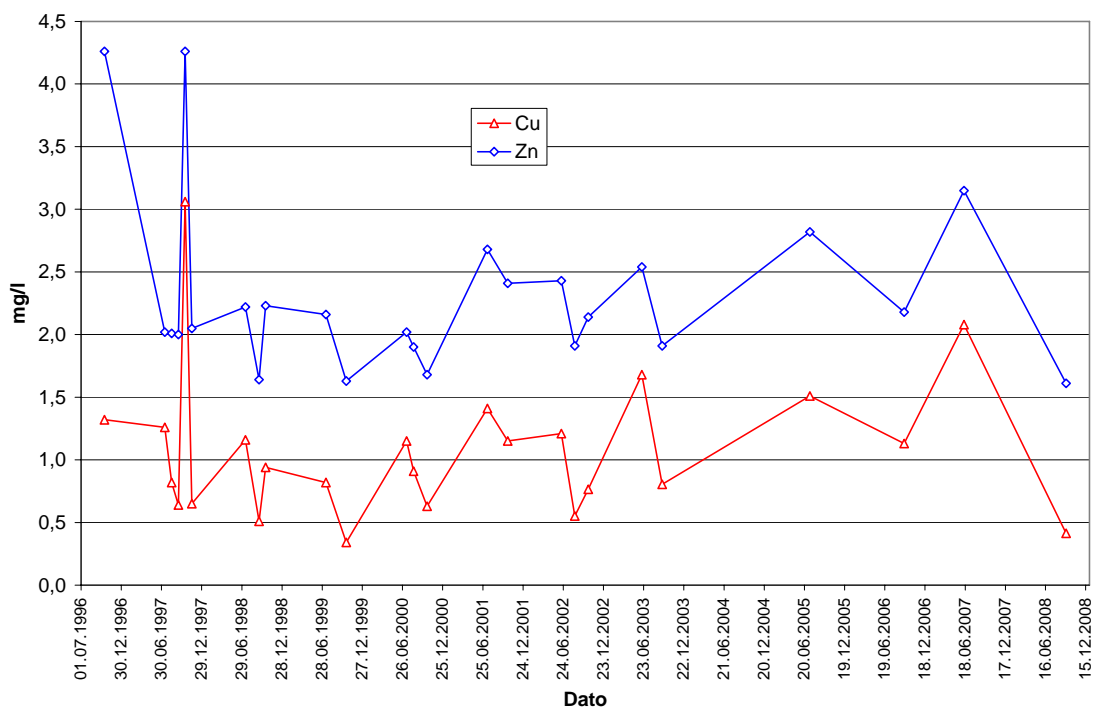


Figur 19. Kobber- og sinkkonsentrasjoner i overløpsvann fra Jakobbakken gruve i Nils stoll.

Samlet avrenning fra Jakobbakken ved innløp i kum har vært prøvetatt siden 1977. I tabell 21 er resultatene for de 4 siste år gjengitt. Vannkvaliteten er sterkt sur, men inneholder relativt lite kobber og sink. Vannkvaliteten har endret seg forholdsvis lite i den perioden en har data for, noe som også framgår av figur 20 som viser observasjonsmaterialet for kobber og sink for de 12 siste år.

Tabell 21. Analyseresultater. Samlet avrenning fra Jakobbakken ved innløp i kum 2005-2008.

Dato	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	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
15.7.2005	2,95	83,0	243,7	34,4	6,05	5,08	35,6	1,51	2,82	0,01	0,0092	0,668	0,028	0,030	5,68
15.9.2006	3,14	73,2	215,9	34,5	5,40	3,92	30,2	1,13	2,18	0,02	0,0063	0,620	0,022	0,024	5,90
13.6.2007	3,02	74,4	231,7	30,6	5,59	5,52	31,8	2,08	3,15	0,01	0,0097	0,570	0,026	0,035	5,50
17.9.2008	2,71	72,1	232,0	42,1	5,73	3,05	36,7	0,413	1,61	<0,01	0,0030	0,775	0,019	0,017	5,92



Figur 20. Kobber- og sinkkonsentrasjoner i samlet avrenning fra Jakobsbakken 1996-2008.

Sagmo gruve er drenert ved avløp gjennom Avilon stoll som renner ut i overflaten av Langvann ved Avilonfyllingen. Lokalt er det fulgt opp siden 1978 dvs over en periode på 30 år. Vannkvaliteten er sterkt sur, men konsentrasjonene av f.eks kobber og sink er relativt lave. Under prøvetakingen i september 2008 rant det lite vann ut av gruva, ca 0,5 l/s.

Tabell 22. Analyseresultater. Gruvevann utløp Avilon stoll 1978-2008.

Dato	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	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
6.9.1978	3,24	264	1410	317	98,0		30,0	1,29	2,80		0,0066				
28.6.1979	4,58	147	800	30,1	46,0		1,57	0,26	0,84						
7.10.1998	4,94	51,1	265	60,8	3,93	4,80	1,56	0,08	0,29	0,0038	0,0008	0,66			
10.7.1982	2,94	201	3200	150	88,6	50,0	53,0	0,54	0,40	0,0125	0,0065	3,98			
23.8.1982	3,54	88,0	414	85,0	23,6	10,5	9,64	0,15	0,82	0,0047	0,0013	1,30			
7.10.1982	3,12	175	1000	122	49,5	50,0	60,1	0,57	3,57	0,0095	0,0048	3,56			
18.11.1982	3,38	99,3	470	86,9	33,7	17,0	14,0	0,17	1,38	0,0055	0,0020	1,60			
6.5.1983	3,18	121		77,4		13,0	22,0	0,17	2,46						
9.7.1989	2,96	157	1281	85,9	37,1	24,3	39,8	0,34	1,27		0,0016				
15.12.1990										<0,2		0,88	<0,05	<0,1	4,76
15.12.1993	3,31	72,7	272	43,5	18,6	9,17	17,7	0,12	0,33		<0,05				
15.7.1994	3,10	92,7	332	48,1	22,7	11,6	23,3	0,16	0,30	<0,1	<0,01	1,03	0,090	<0,02	5,10
13.6.2007	2,81	228	1431	133	86,5	59,3	117	0,94	1,38	<0,01	0,0010	3,17	0,064	0,081	18,4
16.9.2008	2,38	255	1596	160	104	67,9	115	1,15	1,34	<0,01	0,0020	3,99	0,079	0,090	21,7



Figur 21. Gruvevann fra Avilon stoll 17.9.2008. Foto: E.R. Iversen

2.2.8 Øvrevann

Vannkvaliteten i Øvrevann ble fulgt opp regelmessig fra 1977 til 1993, et par år etter at gruvedriften ble nedlagt. Siden 1993 har det ikke vært tatt prøver i Øvrevann. Prøvene ble i alle år tatt ved største dyp ved Djupfest der en har målt dyp på 400 m. Øvrevann er påvirket av tidevannet, noe som gjør at saltholdigheten øker betydelig fra dyp omkring 15 meter. Ved omkring 50 meters dyp var vannet tidligere oksygenfritt og sulfidholdig. Det har alltid vært en del usikkerhet knyttet til tungmetallkonsentrasjonene i saltvannet idet en måtte benytte en spesiell metodikk som ekstraksjonsteknikk med kompleksdanner. Da en nå har tilgang til moderne analyseteknikk som HD-ICPMS der en kan gjøre analysen direkte på surgjorte prøver, ble det valgt å gjennomføre en ny prøvetaking. Det ble tatt prøver ned til 100 meters dyp den 15.9.2008. Det ble videre benyttet en YSI-sonde for måling av temperatur, konduktivitet og oksygeninnhold.

Resultatene fra målingene med sonden viser at den generelle vannkvalitet er som ved tidligere observasjoner. Ved ca 15 meters dyp begynner saltholdigheten å øke merkbart. Som for oksygen og konduktivitet er det også et sprangsjikt for temperatur. Oksygeninnholdet begynner å falle betydelig ved dyp omkring 25 meter. Ved 40 meters dyp er det intet oksygeninnhold og vannet inneholder økende mengder hydrogensulfid med dypet. I 2008 ble det ikke analysert på sulfid.

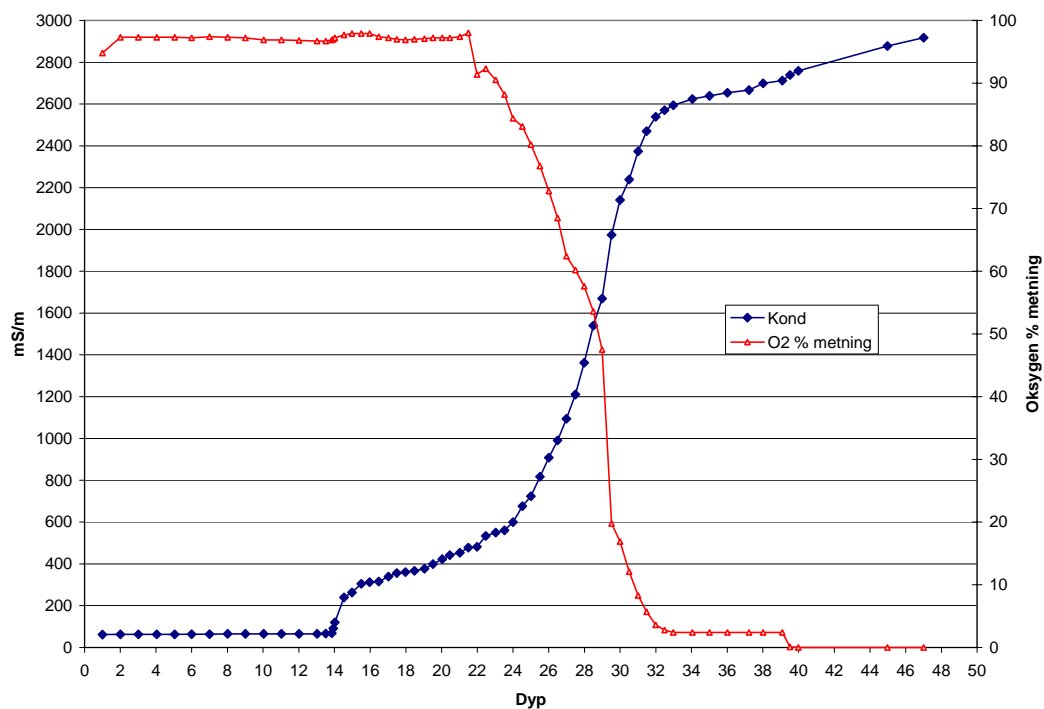
For oversiktens skyld har en i tabell 24 også tatt med resultatene fra foregående prøvetaking i 1993. Resultatene for 2008 viser at overflatevannet i Øvrevatn ikke har endret seg vesentlig siden 1993. Kobber- og sinkkonsentrasjonene er omtrent på samme nivå. Kobberkonsentrasjonene var noe lavere i ferskvannslaget ved siste prøvetaking i 2008. I saltvannet (under 20 m) er tungmetallanalysene mer pålitelige med dagens teknikk. En ser bl.a at kobberkonsentrasjonen faller betydelig etter hvert som sulfidkonsentrasjonen øker (under ca. 40 m). For øvrig er det ingen vesentlige endringer i den generelle vannkvalitet siden 1993.

Tabell 23. Analyseresultater. Øvrevann ved største dyp ved Djupfest den 15.9.2008.

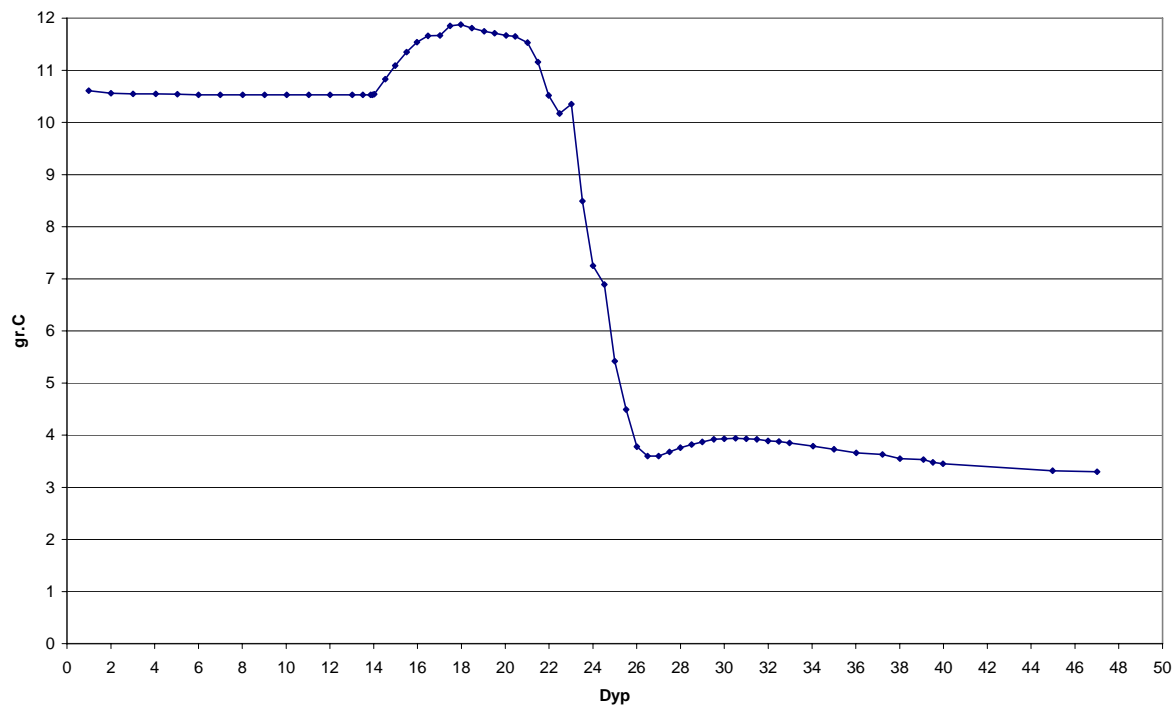
Dyp m	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	SO ₄ mg/l	Al µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
1	7,14	61,87	8,1	10,7	25,9	24,0	0,059	0,382	0,30	19,1	30	5,44	2,01	1,820	23,9
5	7,22	63,28	8,2	11,0	25,8	22,7	0,083	0,268	0,44	13,5	20	4,85	4,39	0,417	43,3
10	7,19	65,90	8,4	11,4	27,7	18,2	0,057	0,261	0,76	10,6	20	4,57	0,38	0,110	21,1
15	7,31	268,6	21,0	49,6	111	20,8	0,160	0,200	<0,1	11,0	20	5,17	3,70	0,340	29,9
20	7,35	420,9	31,0	81,1	175	14,2	0,036	0,190	<0,1	7,47	10	8,44	0,24	0,100	11,9
25	7,36	869,1	63,1	177	383	11,5	<0,05	0,79	0,11	11,8	11,4	87,4	1,16	0,683	23,3
30	7,41	1919	146	424	891	11,3	<0,05	7,64	0,26	19,4	23,2	769	1,61	0,669	18,4
50	6,54	2870	213	615	1300	22,1	<0,05	2,07	0,55	3,72	3950	1220	2,19	0,640	3,56
100	6,83	3350	258	749	1450	41,6	<0,05	0,66	1,23	1,34	4460	1730	1,62	0,621	4,26

Tabell 24. Analyseresultater. Øvrevann ved største dyp ved Djupfest den 13.10.1993.

Dyp	Temp. gr.C	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1	6,8	7,17	66,8	34	8,35	15,1	40	18,4	18,2	<0,01
5	6,8	7,17	80,4	34	8,29	15,1	40	18,0	18,9	<0,01
10	6,8	7,18	82,5	34	8,37	15,2	39	18,5	17,5	<0,01
12,5	6,8	7,18	81,6	34	8,36	15,2	39	17,1	17,9	<0,01
15	6,8	7,15	255	35	8,36	15,2	40	19,7	19,0	0,04
17	8,2	7,15	520	106	19,3	48	34	15,8	14,1	<0,01
20	5,7	7,18	457	210	37	100	24	17,5	19,4	0,09
25	3,9	6,97	1510	680	110	330	16	8,2	40,0	
50	3,1	7,06	2665	1200	200	595	2770	8,0	<10	
100	4,1	7,30	2854	1200	220	640	3780	8,0	<10	



Figur 22. Oksygen- og konduktivitetsprofiler i Øvrevann ved største dyp den 15.9.2008.

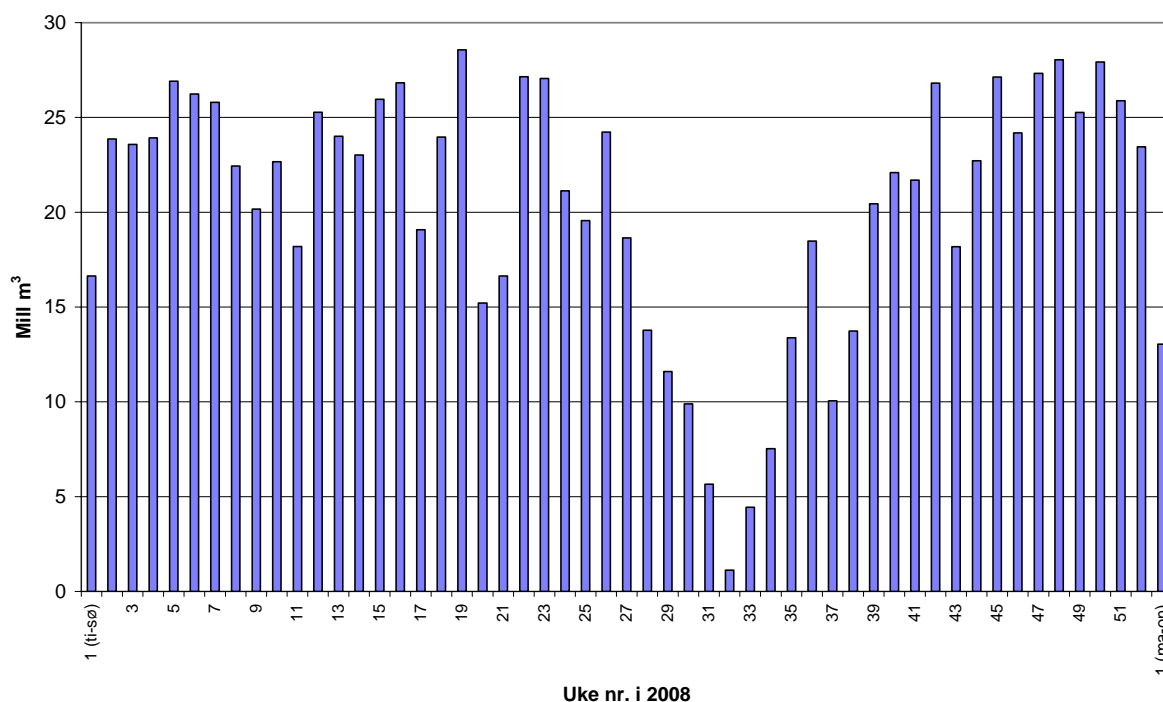


Figur 23. Temperaturprofil i Øvrevann ved største dyp den 15.9.2008.

2.3 Materialtransport

2.3.1 Vannføring ved utløpet av Langvann

Vanligvis overføres hele avrenningen fra Langvann til Sjønstå Kraftverk. Når det er overløp på inntaksdammen, blir dette registrert. I 2008 var det intet overløp. Samlet avrenning i 2008 var 1056,3 mill. m³. Figur 24 viser hvordan vannføringen fordelte seg på de enkelte uker i 2008.



Figur 24. Vannføring gjennom Sjønstå Kraftverk i 2008. Ukemengder. (Kilde: SKS Produksjon AS).

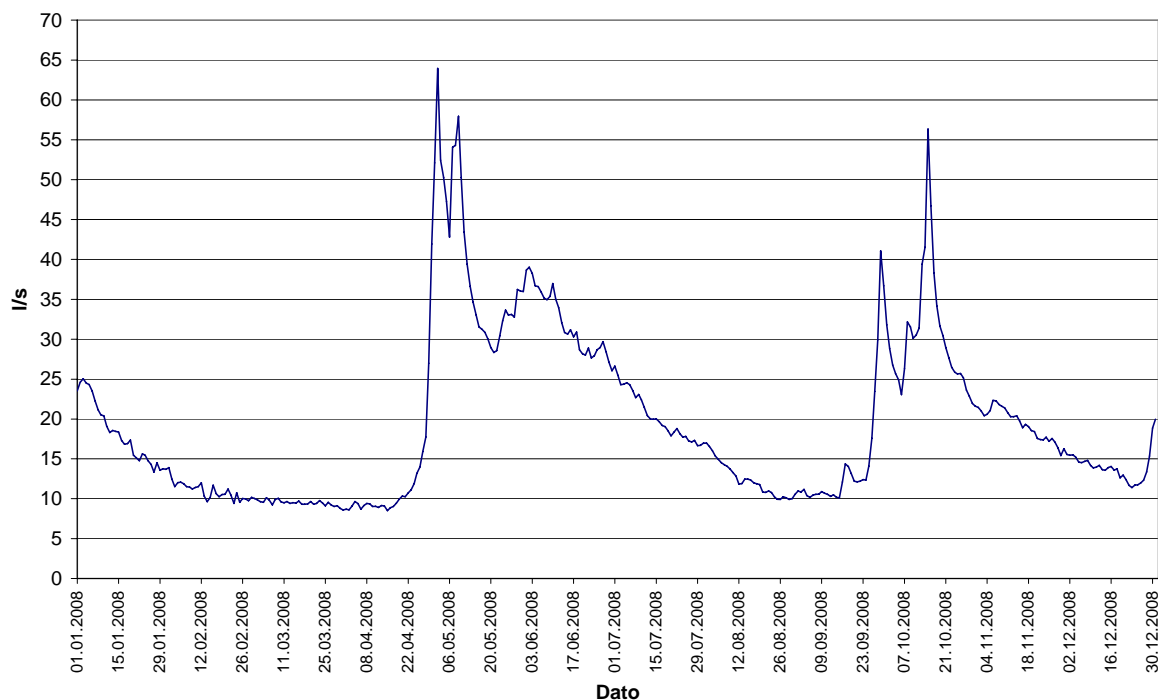
2.3.2 Avløp fra Grunnstollen

Vannføringsmålingene i Grunnstollen kom i drift den 13.6.2007. Figur 25 viser døgnmiddel-vannføringene for året 2008. Høyeste øyeblikksvannføring ble målt til 70,6 l/s den 2. mai midt på dagen. Det ble også målt høy vannføring (62,8 l/s) om ettermiddagen den 15. oktober. I tabell 25 er beregnet månedlige vannmengder ut av Grunnstollen i 2008 og samlet avrenning for året 2008.

Tabell 25. Månedlige vannmengder ut av Grunnstollen i 2008.

2008 måned	Vannmengde m ³ /mnd	2008 måned	Vannmengde m ³ /mnd
Januar	48855	Juli	54445
Februar	27494	August	33138
Mars	25420	September	37683
April	30853	Oktober	80980
Mai	105897	November	50084
Juni	82981	Desember	37620
		Året, sum	615448

Ved hjelp av tilsvarende data for 2007 kan en beregne at vannmengdene ut av Grunnstollen i det hydrologiske året 1.9.2007 - 31.8.2008 utgjorde 661673m³.



Figur 25. Døgnmiddelvannføring ved utløpet av Grunnstollen i 2008.

2.3.3 Forurensningstransport

Langvann ved utløp Hellarmo

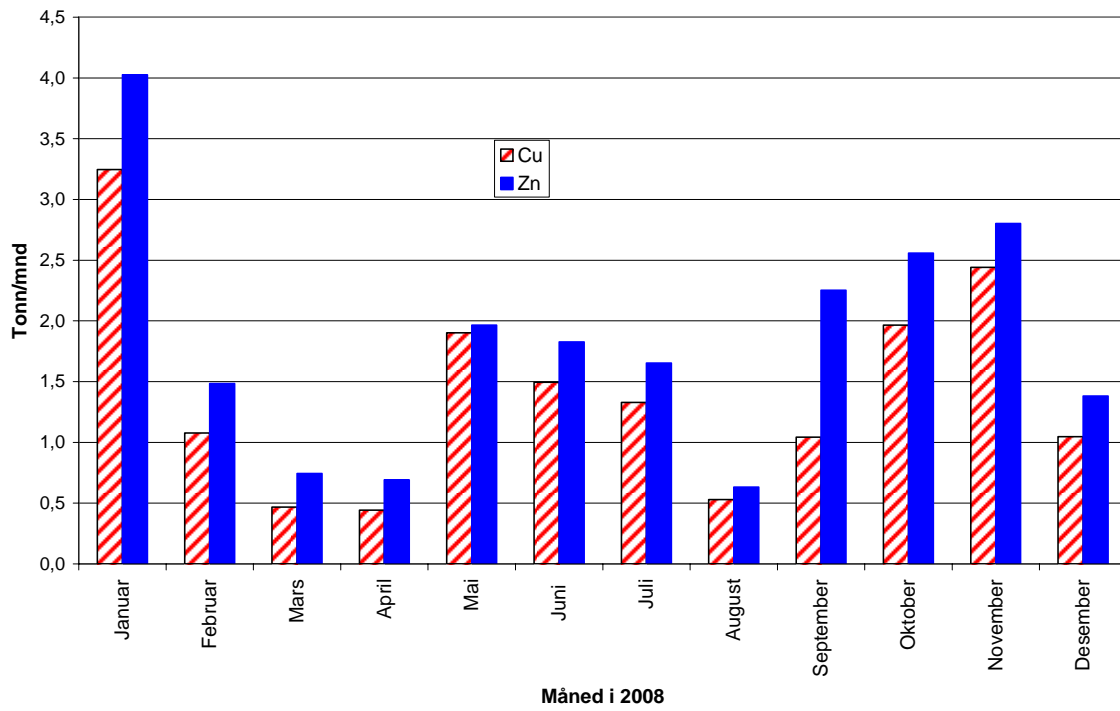
Ved hjelp av tidsveiede middelerverdier for de viktigste komponenter og samlet årlig avrenning fra Langvann (sum av vannmengde gjennom Sjønstå kraftverk og overløp på inntaksdam) kan en beregne et forholdsvis pålitelig tall for den årlige forurensningstransporten ved utløpet av Langvann. I tabell 26 har en på denne måten beregnet materialtransporten ved utløpet av Langvann for årene 1986-2008. Kobber- og sinktransporten for årene 1991-2008 er vist grafisk i figur 26.

Beregningene viser at kobber- og sinktransporten økte en del i perioden 2003-2005. Økt kobbertransport i 2003 hadde sannsynligvis sin årsak i tilførsler av overløpsvann fra Mons Petter gruve. Den høye transporten i 2004 skyldes nedtapping av Ny-Sulitjelma gruve senhøstes 2004. I 2006 sank transporten en del igjen, men var fortsatt noe høyere enn i årene før det siste tiltaket ble gjennomført. I 2007 økte kobbertransporten en del til nivået en hadde i 2005.

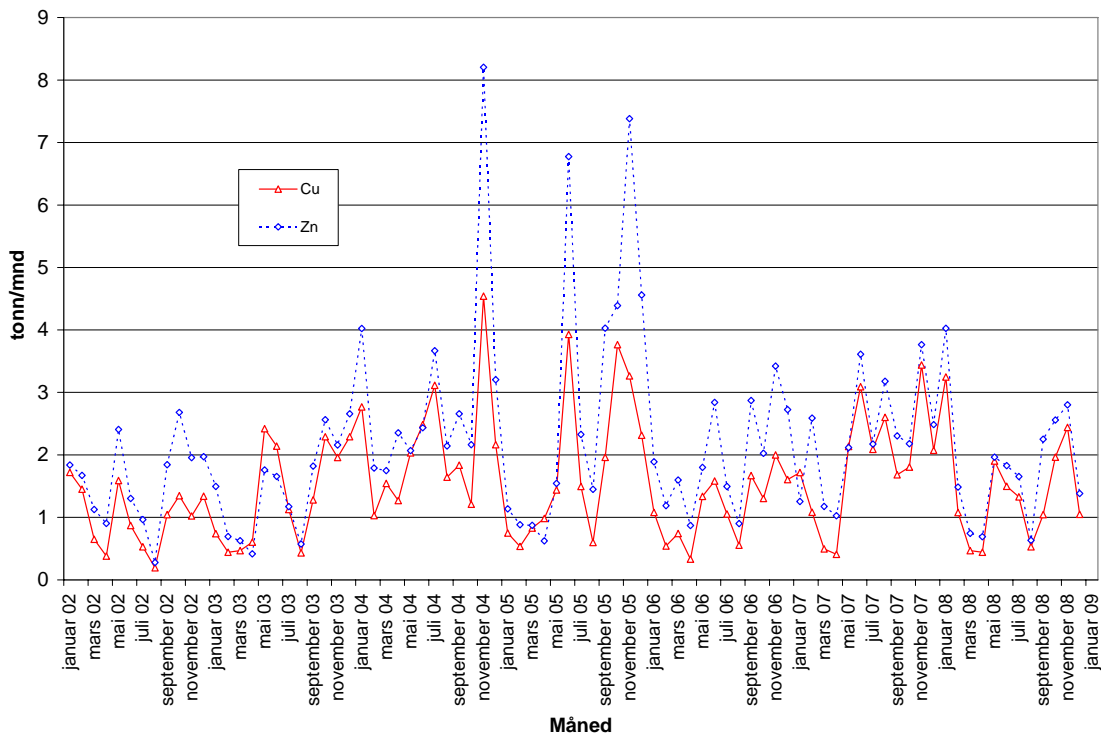
Dersom en beregner vannmengden gjennom kraftverket på månedsbasis og multipliserer med analyseresultatene for den månedlige stikkprøven tatt den 15. i hver måned, kan en få et anslag for hvordan transporten fordeler seg i løpet av året. Figur 26 viser månedstransporten for kobber og sink i 2008. Resultatene viser at transporten i januar måned var den høyeste i 2008. Dette har sammenheng med at transporten var høy mot slutten av året i 2007 (se figur 27). I løpet av vinteren 2008 sank transporten betydelig for så å øke igjen i månedene mai, juni og juli. Etter en tørr sommer økte transporten igjen utover i september, oktober og november for så å avta igjen i desember. Forholdet mellom kobber og sink varierer en del i løpet av året. En mulig forklaring på dette er at en har med flere kilder å gjøre og at en del overflatetilførsler avtar sterkt under vintersituasjonen når det er frost. Årstransporten for kobber, sink og kadmium var noe lavere i 2008 enn i foregående år.

Tabell 26. Forurensningstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1986-2008.

År	Sulfat tonn/år	Aluminium tonn/år	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Vannmengde mill. m ³ /år
1986			243	43	50	282	854
1987			160	28	41	137	780
1988	6288		95	35	44	121	827
1989	8852		313	45	68	172	1304
1990	6205		175	34	45	97	1116
1991	6078		120	37	46	122	926
1993	5150		83	31	29	58	1086
1994	3132		46	15	12	47	721
1995	4687		120	27	24	76	1000
1996	4172		88	14	18	45	1002
1997	5433		127	17	34	71	1176
1998	4268		91	13	21	49	970
1999	4113		81	11	18	60	857
2000	5112		126	14	21	58	1164
2001	4306		97	11	16	45	897
2002	5102		93	12	20	51	1020
2003	3607		58	19	21	60	771
2004	5400		113	26	37	106	964
2005	5476		105	22	36	95	1016
2006	4548		66	16	26	128	900
2007	4710	37	74	23	28	84	969
2008	4523	56	106	17	22	57	1056



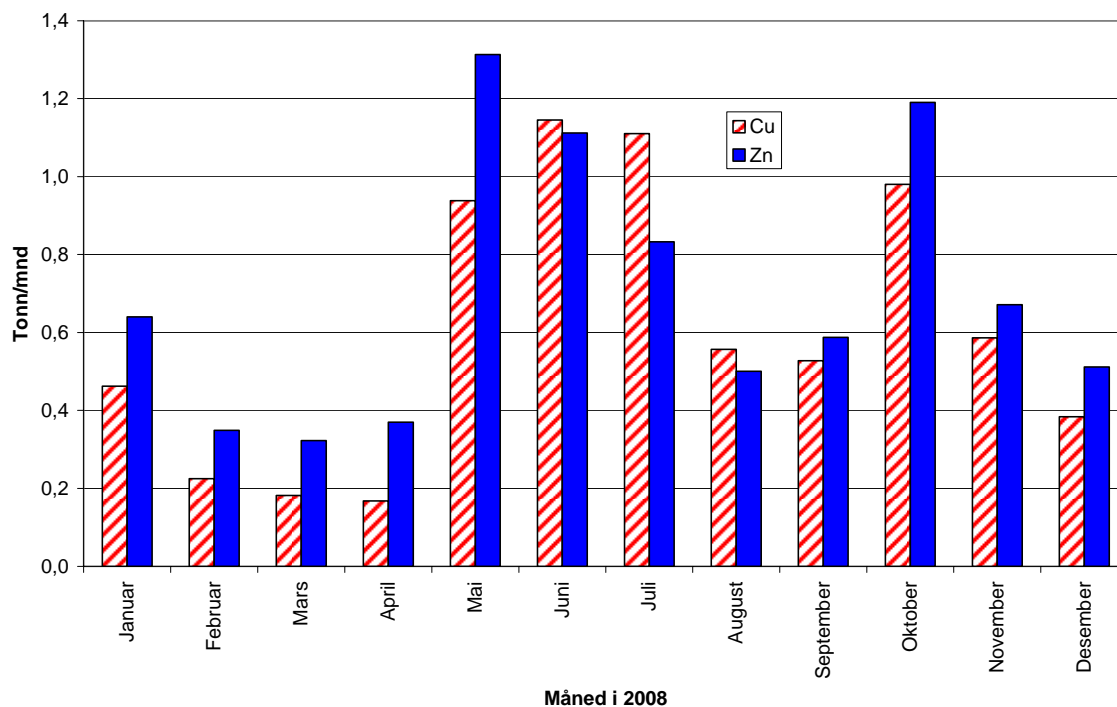
Figur 26. Månedstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann ved Hellarmo i 2008.



Figur 27. Månedstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann 2002-2008.

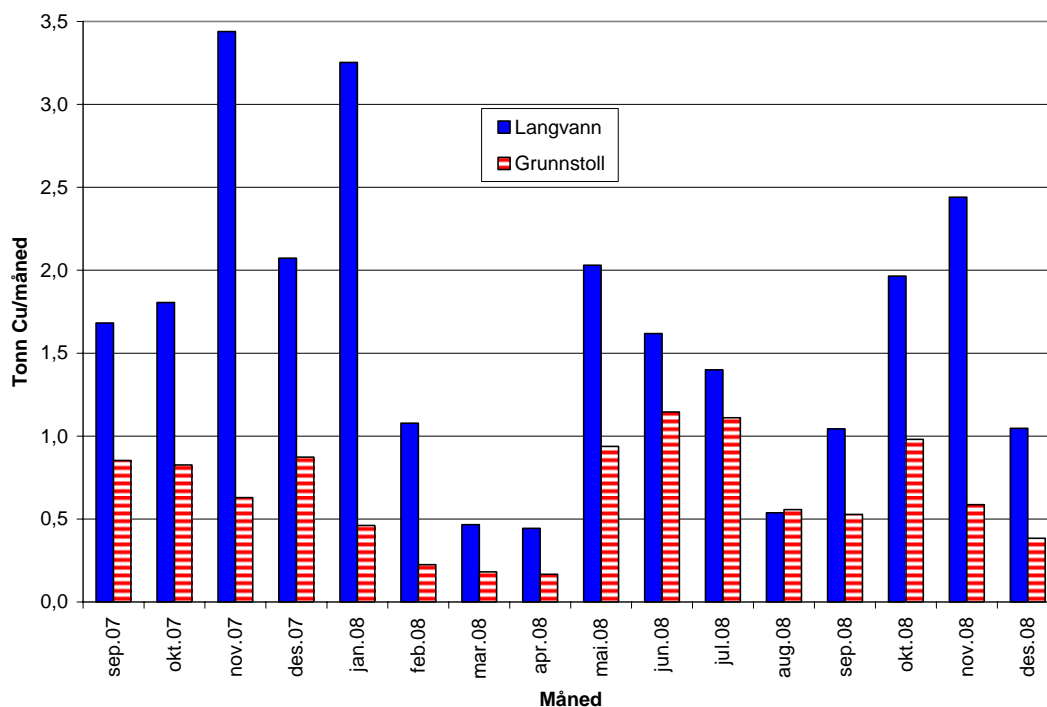
Utløp Grunnstoll

Vannføringsmålingene i Grunnstollen startet sommeren 2007. Ved hjelp av analyseresultater for månedsprøven og beregnet vannmengde ut av Grunnstollen for hver måned har en på samme måte som for Langvann anslått månedstransporten ut av Grunnstollen. Beregningene er presentert grafisk i figur 28. Transporten ut av Grunnstollen viser samme variasjonsmønster som for Langvann.



Figur 28. Månedstransport av kobber og sink ut av Grunnstollen i 2008.

Siden det er tydelig at tilførslene fra Grunnstollen betyr mye for vannkvaliteten og metalltransport ut av Langvann kan det være interessant å sammenligne transporten ved de to målepunktene. Figur 29 viser beregnet månedstransport for kobber for perioden 1.9.2007 – 31.12.2008. En ser at i store deler av året betyr tilførslene fra Grunnstollen relativt lite for transporten ut av Langvann, mens i andre perioder som f.eks om sommeren betyr tilførslene fra Grunnstollen mye. Sommeren 2008 var spesiell med lite nedbør. Særlig i august måned og i første halvdel av september var det tørt. Det er vanskelig å gjøre slike sammenligninger fordi en også må ta oppholdstiden i Langvann i betraktning. Når en likevel skal gjøre en sammenligning er det trolig riktigst å betrakte avrenningen over perioder på hydrologiske år (vannår). I dette tilfelle bruker vi perioden fra 1.september – 31.august.



Figur 29. Månedstransport for kobber ut av Grunnstollen og ved utløp Langvann 1.9.2007 – 31.12.2008.

I tabell har vi gjort en beregning av årstransporten ved utløpet av Langvann og ved utløpet av Grunnstollen for det hydrologiske året 1.9.2007 – 31.8.2008.

Tabell 27. Årstransport i Grunnstoll og ved utløpet av Langvann i det hydrologiske året 2007/2008.

Stasjon	Vannmengde m ³	SO ₄ tonn	Al tonn	Fe tonn	Cu tonn	Zn tonn	Cd kg
Utløp Grunnstoll	661673	821	10,3	23,9	8,0	9,1	22,4
Utløp Hellarmo	1012080598	4455	54,9	107,6	19,8	24,1	61,8

Beregningene viser at transporten av kobber og sink ut av Grunnstollen utgjorde henholdsvis 40 % og 38 % av den tilsvarende transporten ut av Langvann. Dette betyr at gruvevannet fra Nordgruvefeltet er en stor forurensningskilde i området, men det er også en rekke andre kilder som er av betydning. I det følgende vil vi derfor gi en kort vurdering av mulige andre kilder.

Jakobsbakken

Under befaringen ble vannføringen i bekken nedenfor tippet der den løper inn i kummen målt. Bekken mottar overløpsvann fra den vannfylte gruva (overløp gjennom Nils stoll) og sigevann fra tippet nedenfor stollen (se figur 17 og figur 18 foran). Dersom en antar at tilsiget av vann er beskjedent mellom utløpet av gruva og kummen, kan en vha analyseresultatene i tabell 20 og tabell 21 anslå en øyeblikkstransport ut av gruva og for samlet avrenning fra området for prøvetakingsdagen den 17.9.2008. Tabell 28 viser en slik beregning.

Av beregningene ser en at tilførselene fra tippet betyr mer for samlet kobbertransport fra området enn tilførselene fra gruva. Når det gjelder de øvrige komponenter tyder resultatene på at gruva er største kilde. Da prøvene ble tatt hadde det ikke vært nedbør av betydning på lengre tid. Mest sannsynlig vil bidraget fra tippet variere en del avhengig av nedbør og klima. Det er forholdsvis enkelt å gjennomføre

en mer presis avrenningsundersøkelse i området. Dataene viser imidlertid at avrenningen fra Jakobsbakken ikke er noen stor kilde i det samlede forurensningsbudsjettet for Langvann. En må også regne med at en del metaller som jern, aluminium og noe kobber felles ut i Granheibekken på veien ned mot Langvann slik at tilførslene fra Jakobsbakken er av liten betydning for forurensningssituasjonen i Langvann.

Tabell 28. Beregning av øyeblikkstransport fra Jakobsbakken gruve den 17.9.2008.

	Samlet avrenning i	Gruvevann fra Nils	Samlet avrenning i	Gruvevann fra Nils
	kum	stoll	kum	stoll
	mg/l	mg/l	kg/døgn	kg/døgn
Cu	0,413	0,16	0,24	0,09
Zn	1,61	1,28	0,95	0,76
Fe	36,7	34,4	21,7	20,3
Al	3,05	1,25	1,80	0,74
SO ₄	232	186	137	110

Smelteverksområdet i Fagerlia

Resultatene for prøver tatt i Balmi i oktober og november måned viser at avrenning fra det gamle smelteverksområdet påvirker Balmi i betydelig grad (tabell 9 og tabell 10). Kobber er viktigste metall i avrenningen. Det er vanskelig å vurdere hvor stor avrenningen av kobber er fra smelteverksområdet uten å ha opplysninger om vannføringen i Balmi. Ut fra en grov vurdering av forholdene kan det kanskje dreie seg om en kobbertransport på noen hundre kg i året.

Klarabekken

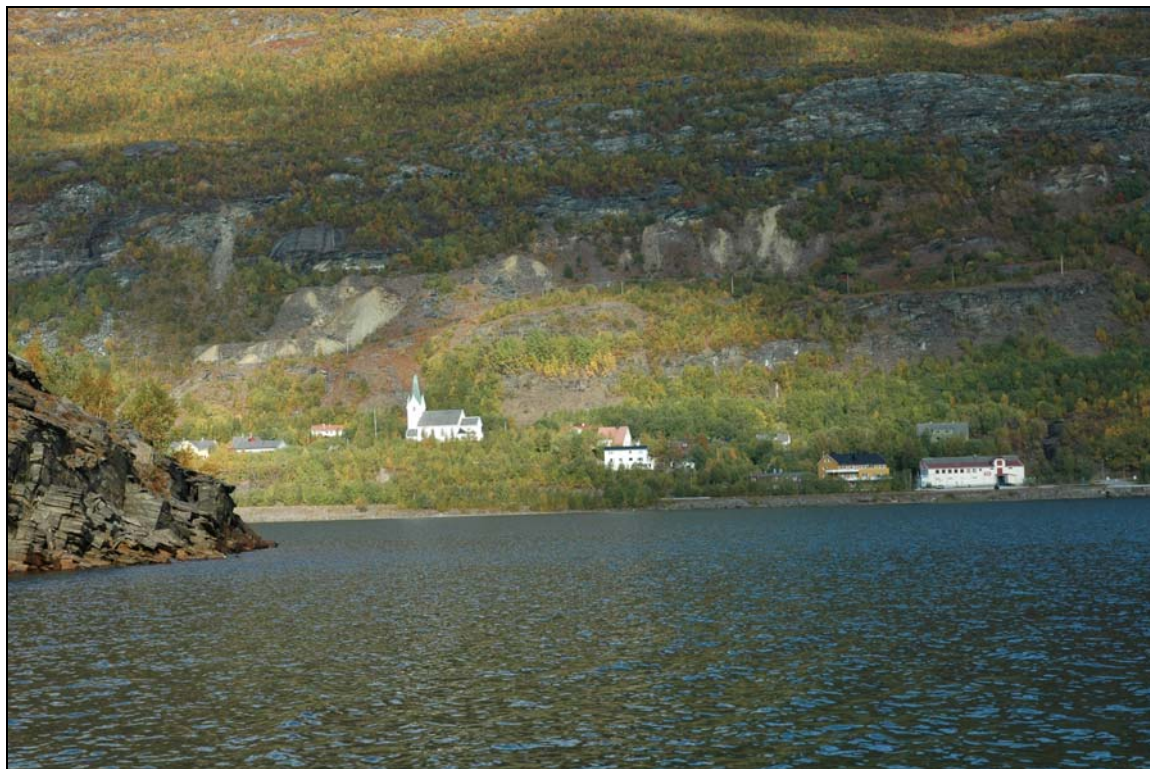
Klarabekken drenerer et område der malmkroppen går ut i dagen og hvor det har foregått en del skjerpinger. Prøver tatt høsten 2008 (tabell 14) viser at bekken er betydelig påvirket av tilførsler av kobber. Også her er det vanskelig å anslå hvor stor årstransporten er uten å gjøre mer omfattende feltundersøkelser. En grov vurdering av materialet antyder at kobbertransporten kanskje kan være noen 100 kg/år. Det er avrenning av metaller fra store deler av fjellsiden på nordsiden av Langvann (se figur 30). Avfall etter en del skjerp forårsaker sannsynligvis også en del metallavrenning. Deler av avrenningen fanges ikke opp av bekker, men transporteres gjennom grunnen ned til Langvann.

Mons Petter gruve

Det ble foretatt en inspeksjon av bekken som mottar mulig lekkasje fra MonsPetter gruve. Bekken var nesten tørr den 17.9.2008. Dersom det oppstår lekkasjer fra Mons Petter gruve, vil en kunne se det på jernutfellinger i bekken. Intet tyder på at det er lekkasjer fra Mons Petter gruve.

Bursi dagbrudd

I perioder med normal nedbør er det noe avrenning av metaller fra Bursi dagbrudd. Under befaringen i september var bekken helt tørrlagt.



Figur 30. Skjerp og gruveavfall i fjellsiden på nordsiden av Langvann (16.9.2008). Foto: E.R.Iversen.

Avilon stoll – Rupsi stoll

Avilon stoll drenerer Sagmo gruve i Sydgruvefeltet (figur 21). Som tabell 22 viser, er for eksempel konsentrasjonene av kobber og sink forholdsvis moderate. Da vannmengdene ut av stollen også er beskjedne, blir årstransporten beskjeden og av størrelsesorden mindre enn 100 kg kobber og sink pr. år. Det samme kan sies om gruvevannet fra Rupsi stoll (tabell 19, figur 16).

Furuhaugbekken

Furuhaugbekken drenerer gruveområdet ved Furuhaugen gruve. Nedbørfeltet til bekken er relativt lite. Vannføringen i bekken kan derfor variere mye i løpet av året. På prøvetakingsdagen den 16.9.2008 rant det nesten ikke vann i bekken. Ut fra en grov vurdering av analyse materialet i tabell 16 vil trolig årstransporten av kobber være mindre enn 1 tonn/år. En kobberkonsentrasjon på 2,5 mg/l og en gjennomsnittsvannføring på 10 l/s vil gi en årstransport på 0,8 tonn/år. Bidraget fra tippet i vannkanten (figur 14) antas å være beskjedent siden godset synes å være relativt lite forvitret.

Sandnes industriområde

Industriområdet på Sandnes (se forsidebildet) avgir også en del metaller til Langvann. Området ble ikke omfattet av undersøkelsene i 2008, men er undersøkt tidligere (Iversen et al, 1991). Under undersøkelsen i 1991 ble det satt ned 6 grunnvannsbrønner på området. Det var ikke spesielt mye kobber i noen av brønnene, men en av brønnene som var satt ute i avgangsdeponiet inneholdt mye sink. En regner ikke med at det har skjedd vesentlige endringer i avrenningen fra området siden 1991. Resultatene for prøvesnittet i Langvann innenfor fyrlykta tyder heller ikke på dette (tabell 6, figur 11 og figur 12). Det er vanskelig å anslå hvor stort tungmetallbidraget fra området er, men det er neppe noe stor kilde. Vannkvaliteten i indre del av Langvann tyder ikke på det. Kilden antas likevel å ha betydning for de samlede forurensningstilførsler til Langvann.

3. Fiskebiologiske undersøkelser i Langvann

3.1 Innledning

På bakgrunn av dialog med oppdragsgiver ble målet med fiskeundersøkelsene definert til: Å estimere fiskebestandens nåværende status, og belastningsnivåer av tungmetaller i muskel, samt evaluere potensialet for fiskeproduksjon i Langvannet med tilhørende bekker.

Undersøkelsene ble utført med to delmål:

1. Avgjøre om det skjer rekruttering av ørret internt i systemet, samt potensialet for dette.
2. Dokumentere fiskebestandens økologiske status og metallbelastning

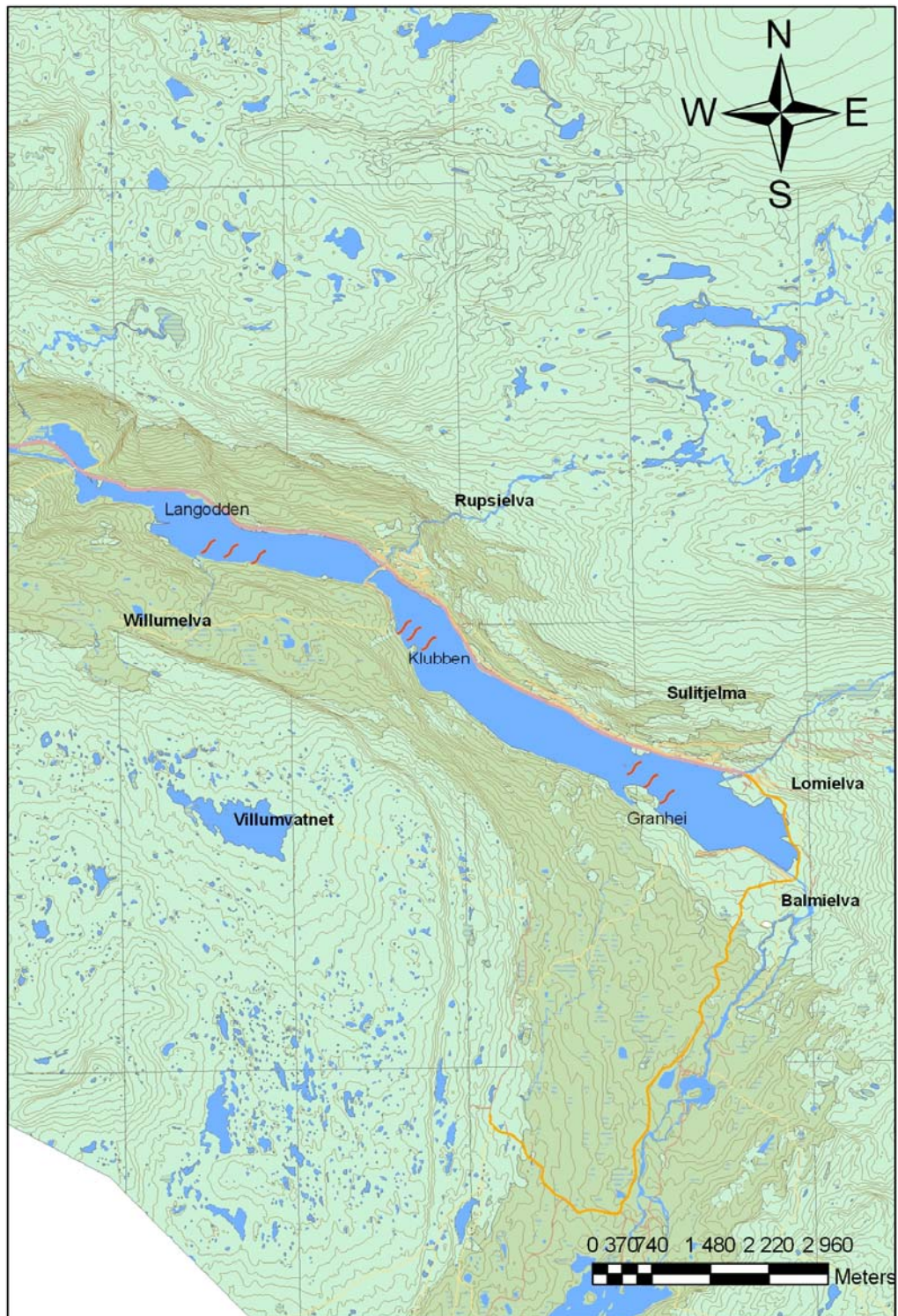
3.2 Materiale og metoder

3.2.1 Kartlegging av gytebekker

Hvorvidt reproduksjon av ørret skjer i bekkene som drenerer til Langvannet, samt bekkenes samlede potensiale ble evaluert ved standard el-fiske på potensielle gytebekker og en bestemmelse av størrelsen på tilgjengelig gyte-/oppvekstområde. Vandringshindre i tilstøtende gytebekker ble vurdert iht. kriterier gitt i Glover m.fl. (2008). Totale vandringshindre er klassifisert som: ”den totale barrierene som til enhver tid er uframkommelig for alle fiskearter, uavhengig av alder og stadium”, mens Partielle barrierer er klassifisert som: Partielle barrierer innebærer at en vannstreng er uframkommelig for noen arter eller visse aldersklasser gjennom det meste av året”. Tvil om hvorvidt vandringshindre i bekken kan forseres på enkelte vannstander og/eller tider av året ga klassifisering som partiell barriere.

3.2.2 Garnfiske

Standard prøvefiske med nordisk garnserie (9 garn, 1 natts fiske) gjennomført på dybdeintervallet 0-9 meter (figur 31). Lengde, vekt og kjønn ble bestemt på all fisk. Muskelprøver til metallanalyser ble tatt og analysert fra et antall fisk (N=12-14 pr. art). For ørret har Ugedal m.fl. (2005) utviklet forslag til klassifiseringssystem av bestander basert på fiske med prøvegarnserier. Basert på bestandstetthet (antall fisk \geq 15 cm pr 100m² relevant garnflate og vekstforhold (gjennomsnittslengde av kjønnsmodne hunnfisk) ble bestanden vurdert. Mageinnhold ble konserverert på 96 % etanol og bestemt til art/gruppe. Fyllingsgrad ble vurdert på en skala fra 0 (tom) til 4 (full).



Figur 31. Oversiktskart over Langvann, Sulitjelma. Bekker som på undersøkelsestidspunktet var vannførende, og ble undersøkt, er markert med navn. Lokalteter for garnfiske er markert med rød strek.

3.3 Resultater

3.3.1 Kartlegging av gytebekker

Alle tilstøtende bekker til Langvann som på undersøkelsestidspunktet var vannførende ble avfisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metodikk med 2 ganger overfiske pr. stasjon, under forutsetning om >50 % fangstreduksjon mellom første og andre gangs overfiske. Basert på Bohlin m.fl (1989).

Villumelva

Villumelva drenerer nedbørfeltet 164.D1Z og har utløp i nedre del av Langvannet (figur 31). Anslått lengde fram til vandringshinder var 380 m, Vandringshinder (totalt) var klart definert med en foss med stor høydeforskjell og en underliggende kulp.



Figur 32. Bunnssubstrat og vandringshinder, Villumelva. Foto: T. Kristensen.

Bunnssubstrat var ensartet preget av større stein/blokker med lite begroing

Rupsi

Rupsi drenerer nedbørfeltet 164.D2A og har utløp i nedre del av Langvannet (figur 31). Anslått lengde fram til vandringshinder (figur 33) var 250 m, Vandringshinder (totalt) var klart definert med en foss med stor høydeforskjell og en underliggende kulp.



Figur 33. Bunnssubstrat og vandringshinder, Rupsi. Foto: T. Kristensen.

Bunnsstrat var ensartet preget av større stein/blokker med lite til middels begroing. I tillegg til avmerkede el-fiske stasjoner ble kulpen ved vandringshinder (figur 33) grovt avfisket. Det ble påvist et fåtall gytefisk i størrelsesintervallet 20-30 cm i kulpen.

Lomi

Lomi drenerer nedbørfelt 164.DA, og har utløp i øvre basseng av Langvannet ved Sandnes (figur 31). Anslått lengde fram til vandringshinder (figur 34) var 275 m, Vandringshinder (partielt) er klart definert med en foss med stor høydeforskjell og en stor underliggende kulp.



Figur 34. Bunnsstrat og vandringshinder, Lomielva. Foto: T. Kristensen.

Nederste del av Lomi nedenfor hovedveien var sterkt begrodd av grønnalger (figur 34). Dette er en god indikasjon på næringssalttilførsel, og kilden til dette ble identifisert til et åpent kloakkutslipp på høyde med brua. Ovenfor dette punktet antok substratet en mer naturlig spredt begroing uten store mengder grønnalger. I tillegg til el-fiske stasjonen i elva ble kulpen ved vandringshinder (figur 34) grovt avfisket. Det ble påvist ca 30 gytefisk i størrelsesintervallet 20-30 cm i kulpen.

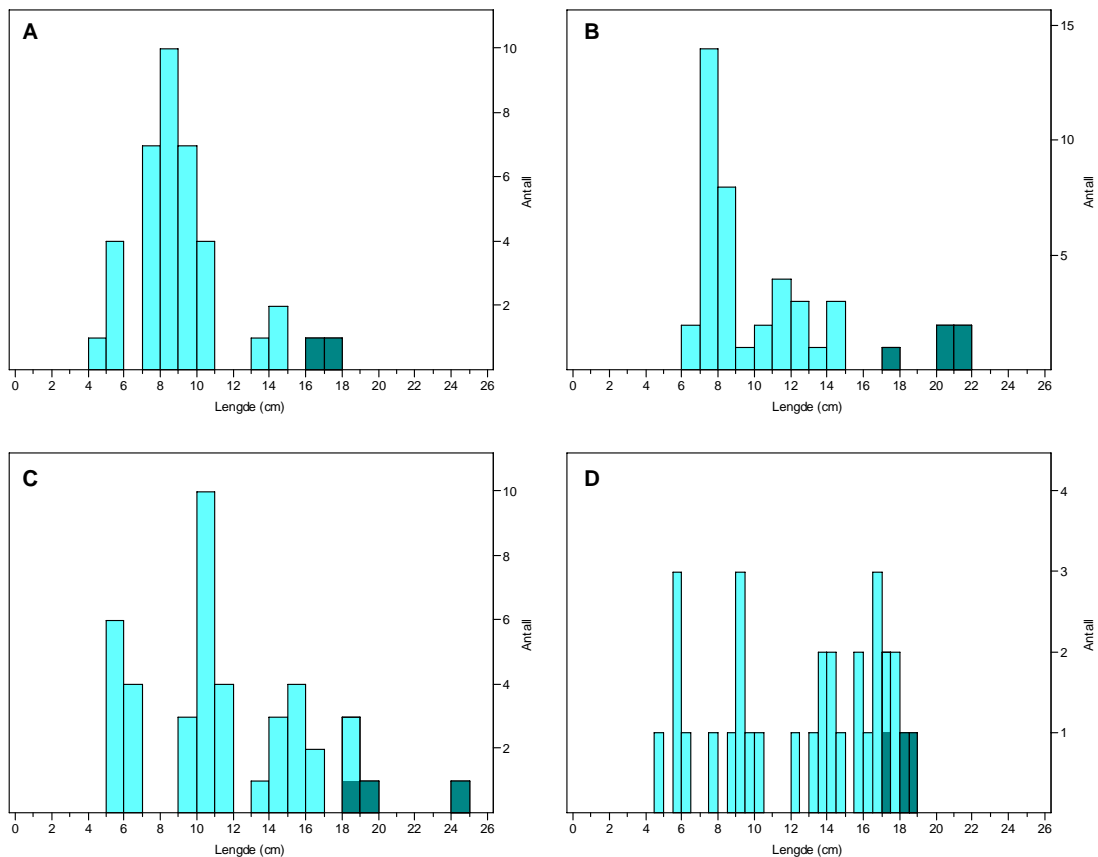
Balmi

Balmi drenerer restnedbørfeltet 164.E og har utløp i øvre basseng av del av Langvannet ved Fagerli (figur 31). Anslått lengde fram til vandringshinder (figur 35) var 400 m, Vandringshinder (partielt) var klart definert med en foss med stor høydeforskjell og en underliggende kulp. Ved gjeldende vannføring synes vandringshinderet sikkert, men ved større vannføringsendringer kan elveløpets beskaffenhet, med større kulper og jettegryter i elveløpet muligens endre denne vurderingen.



Figur 35. Bunnssubstrat og vandringshinder, Balmi. Foto: T. Kristensen.

I elveløpet besto substratet av større stein, mens kulpen ved vandringshinderet tilsynelatende hadde en god del finere substrat egnet for gyting.



Figur 36. Lengdefordeling og antall fisk i el-fiskefangster. A: Villumelva; B: Rupsi; C: Lomi; D: Balmi. Fisk med tydelig begynnende utvikling av gytedrakt er markert med mørkere farge.

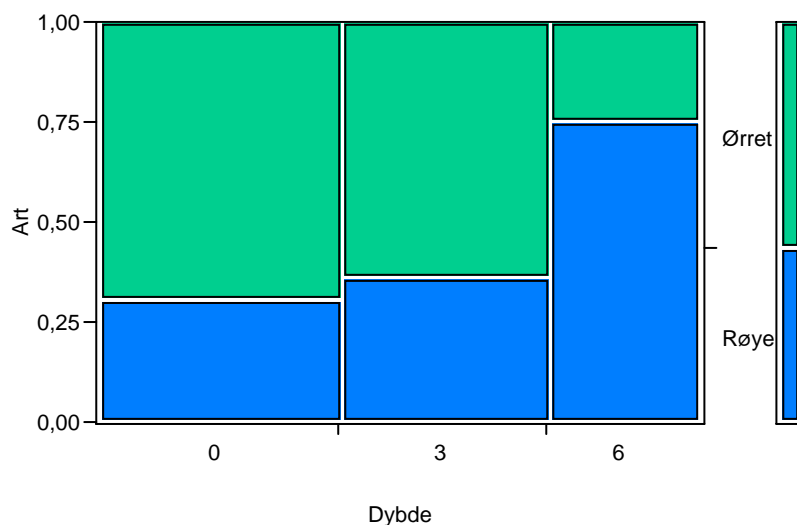
Tabell 29. Estimert fisketetthet i 4 tilløpselver til Langvann basert på elektrisk fiske. Gytefisk er ekskludert. Inndeling i kohorter (aldersgrupper) baseres på figur 31, og størrelsesintervall er angitt. Estimert fangbarhet + standard feil er beregnet etter Bohlin m.fl 1989.

Stasjon	Kohort	Størrelsesintervall (cm)	Lengde elv (m)	Bredde, elv (m)	Est. fangbarhet	Fisk/100 m3	se
Willumelva	1+	4 til 6	380	1,5	0,3	6	138
	2+	7 til 12			0,8	5	5
	3+	13 til 16			0,2	31	262
Rupsielva	1+	6 til 9	250	2	0,6	10	22
	2+	10 til 12			0,6	17	17
	3+	13 til 16			1,0	13	0
Låmielva	1+	5 til 8	275	2	0,4	38	47
	2+	9 til 12			0,6	12	23
	3+	13 til 16			0,5	12	36
Balmielva	1+	4 til 7	400	4	0,8	4	10
	2+	8 til 12			0,7	21	8
	3+	13 til 16			0,5	5	42

3.3.2 Garnfiske i Langvann

Artsfordeling

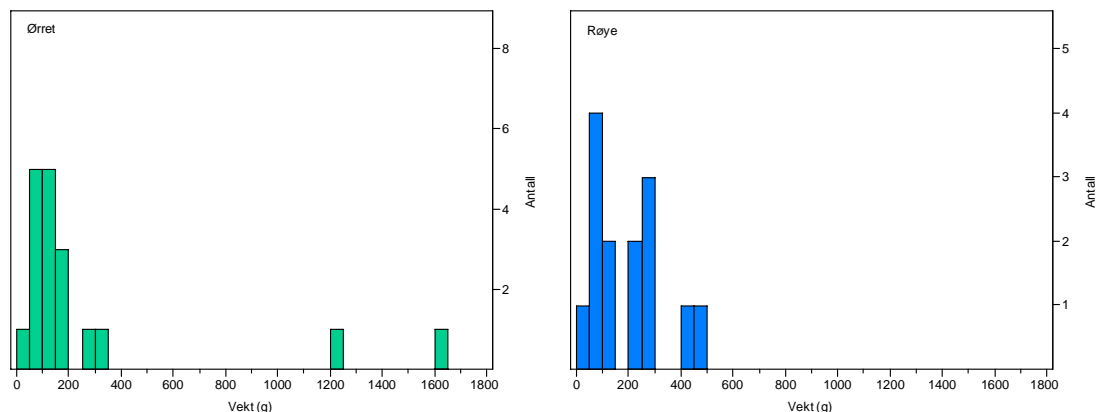
Langvann ble prøvofisket 1 natt med 9 garnsett, nordisk bunngarnserie. Fisk ble fanget på alle garn, og dermed også på alle dybdeintervaller. Garn satt fra 0-3 meter fanget mest ørret, mens en overvekt av røye ble fanget på de dypest satte garna (6-9 m) (figur 37).



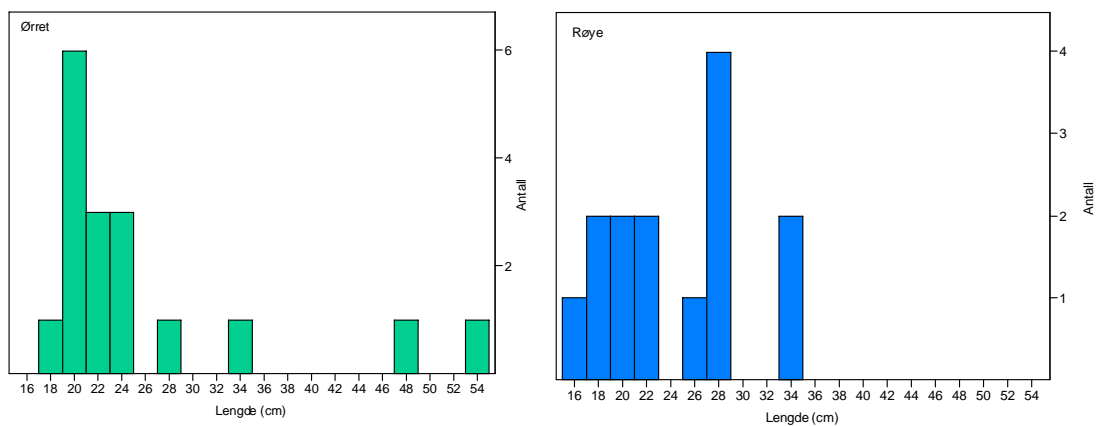
Figur 37. Artsfordeling i garnfangst i forhold til dyp.

Et totalt antall fisk på 32 ble fanget, fordelt på 18 ørret og 14 røye, med samlet vekt på 7,79 kg. Ørreten varierte i vekt fra 25,4 g til 1,6 kg, med median på 119 g. Røya varierte fra 48 til 488 g, med median på 176 g. Ørretens kondisjonsfaktor (K) var på $1,02 \pm 0,12$ (gjennomsnitt \pm standard avvik), mens røya hadde en gjennomsnittlig K faktor på $0,99 \pm 0,09$.

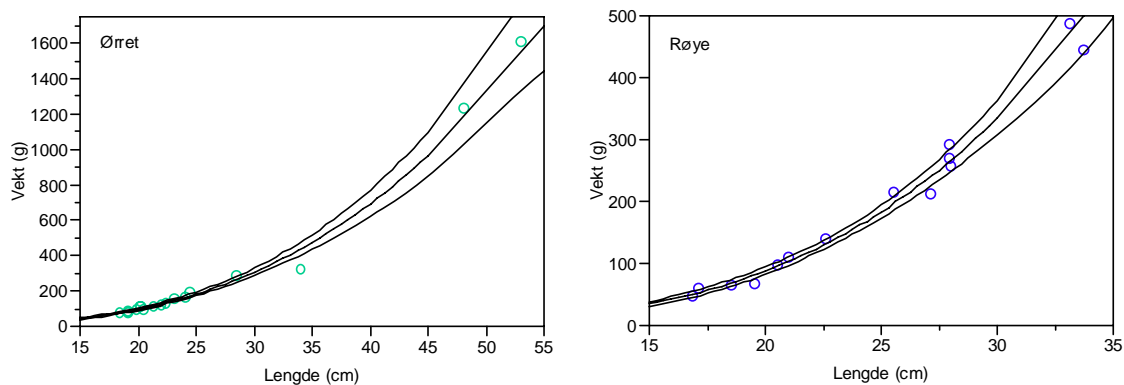
Lengde og vekt



Figur 38. Vektfordeling på fisk fra Langvann, fordelt på røye og ørret.



Figur 39. Lengdefordeling på fisk fra Langvann, fordelt på røye og ørret

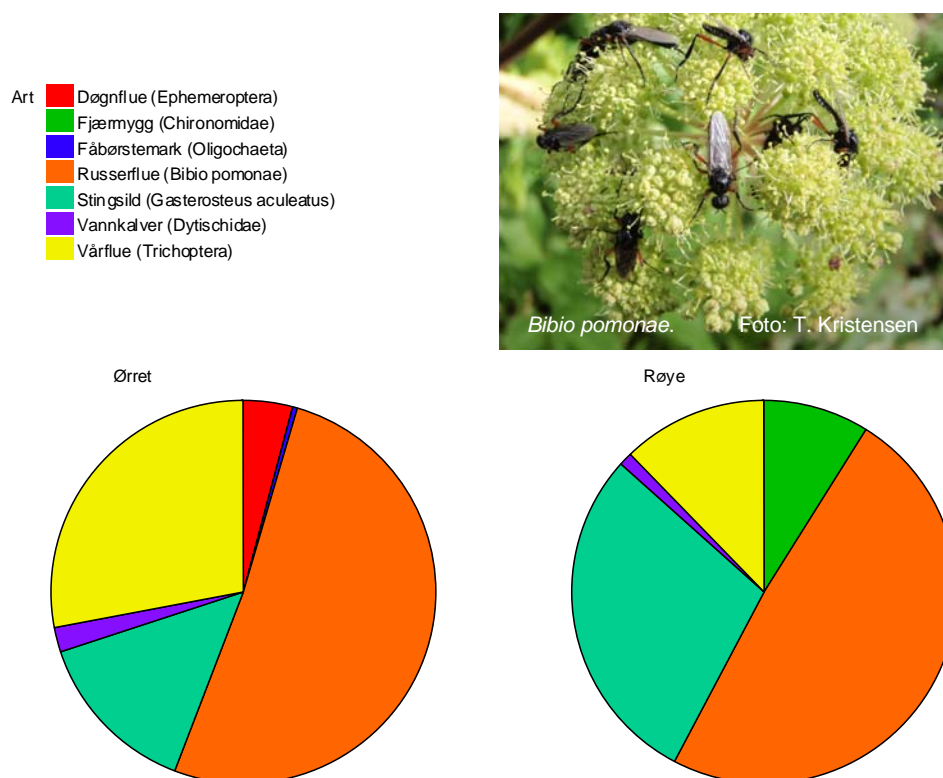


Figur 40. Lengde-vekt forhold hos fisk fra Langvann, fordelt på ørret og røye. Kurvetilpasning basert på log transformerte data, stiplede linjer er 95 % konfidensintervall. Ørret: $\text{Log}(\text{Vekt (g)}) = -3,88 + 2,82 \text{Log}(\text{Lengde (cm)})$, $R^2 = 0,99$, $p < 0,0001$. Røye: $\text{Log}(\text{Vekt (g)}) = -5,42 + 3,3 * \text{Log}(\text{Lengde (cm)})$, $R^2 = 0,95$, $p < 0,0001$.

Hos ørret var gytefisk representert i alle størrelsesgrupper, med minste registrerte gytefisk (hann, stadie 4) på 95 g. For røya var andelen gytefisk langt mindre, og kun største fisk (488 g) var på stadie 4. Ved å benytte omregningsfaktorer og formler gitt i Ugedal m.fl.(2005), ble bestandstetthet av ørret beregnet til 7,2 fisk pr. 100 m² relevant garnflate. Kun to gytemodne hunnfisk av ørret ble fanget, så et estimat på gjennomsnittlig lengde ved kjønnsmodning kunne ikke beregnes på et forsvarlig grunnlag. Gjennomsnittslengden av de to fiskene var 41 cm, og dersom dette tallet legges til grunn havner ørretbestanden i kategori B: *Middels tett bestand med storvokst fisk* i følge Ugedal m.fl. (2005).

Mageinnhold

Magefyllingsgrad var h.h.v. $2,6 \pm 0,93$ (gjennomsnitt \pm SD) (N = 14) for ørret og $2,4 \pm 1,3$ (N = 12) for røye.

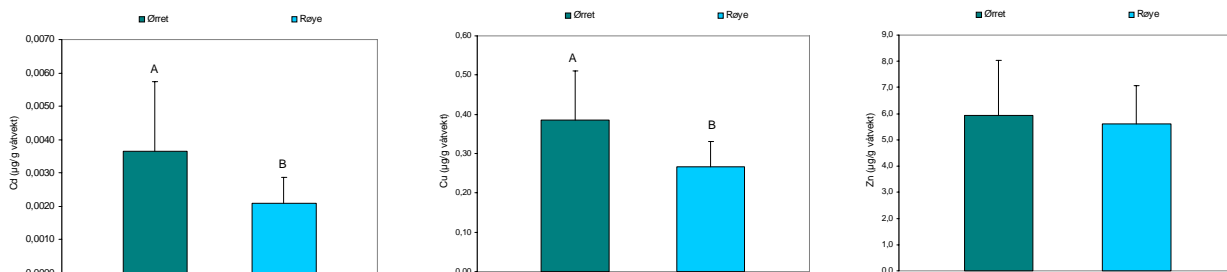


Figur 41. Prosentvis fordeling av mageinnhold på art/gruppe, fordelt på ørret og røye.

Figur 41 viser at mageinnholdet domineres av en terrestrisk insektsartart, trolig "Russerflue" (*Bibio pomonae*, se bilde på figur 41). Denne arten forekom i svært store mengder i området gjennom hele sommerhalvåret 2008 (T. Kristensen, personlig observasjon). Stingsild ble funnet hos både ørret og røye, og ellers var vårfluer representert hos begge, mens døgnfluer forekom kun hos ørret og fjærmygg kun hos røye.

Metallinnhold i muskel

Innhold av metaller i muskel fra henholdsvis ørret (n = 14) og røye (n = 12) er gjengitt i figur 42. Innhold av bly ble også målt. For bly var alle prøver under deteksjonsgrense (0,02 µg/g).



Figur 42. Innhold av Cd, Cu og Zn i muskelprøver oppgitt i µg/g våtvekt fra ørret (n=14) og røye (n=12) fra garnfangst i Langvann (gjennomsnitt + standard avvik) Signifikante forskjeller mellom arter er markert med ulike bokstaver over søylene (t-test, signifikansnivå: 0,05).

Metallnivåene i muskel var innenfor området for bakgrunnsverdier rapportert av Grande (1987), og på samme nivå som tidligere rapportert fra et lite antall fisk fra Langvann (Grande og Iversen, 2008). Ørret hadde signifikant høyere nivåer enn røye av Cd og Cu.

Variasjon i metallinnhold med fiskens størrelse ble underøkt med lineær regresjonsanalyse, for det samlede materialet og for hver art separat. Ingen signifikant endring av metallinnhold med økt fiskestørrelse (vekt) var til stede for Cd og Cu, mens Zn viste avtakende konsentrasjoner med økende vekt (ørret: $R^2 = 0,39$; $F = 7,6$; $p = 0,02$; røye: $R^2 = 0,51$, $F = 10,4$, $p = 0,001$).

3.4 Diskusjon

3.4.1 Kartlegging av gytebekker

Alle potensielle gytebekker med nok vannføring til å kunne avfiskes effektivt ble undersøkt. Bekkene var relativt korte, med klart markert vandringshinder. Alle bekkene hadde moderat tetthet av ungfisk, og med unntak av Villumelva innslag av mindre gytefisk. Med beregnede tettheter på 30-60 individer pr 100 m³, relativt korte elvestrekninger (avsnitt 3.3.1) og et stort innsjøareal (tabell 1, avsnitt 2.1), er det samlede produksjonsarealet var lite i forhold til innsjøarealet, og rekruttering internt i innsjøpopulasjonen av ørret kan være begrenset av dette. Imidlertid kan fisk som slipper seg ned fra ovenforliggende vassdrag bidra til ørretpopulasjonen. Gytebekkene i nedre basseng virket relativt upåvirket. Nedre del av Lomielva var sterkt påvirket av kloakkutslipp, men lite påvirket av tungmetallavrenning. Analyse av stikkprøver fra nedre del av Balmielva viste at elva var sterkt påvirket av avrenning av kobber fra det gamle smeltehytteområdet (tabell 9 og tabell 10). Balmielva hadde en normal tetthet sammenlignet med de andre bekkene, og alle årsklasser representert i populasjonen. Dette er noe overraskende, gitt de høye metallverdiene målt i bekkene.

3.4.2 Garnfiske

Ut i fra lengde-vekt forholdet (figur 40), viser forholdet for ørret et lavere stigningstall enn 3 (2,82) som vil indikere isometrisk vekst. Dette kan tolkes som en næringsbegrensning for stor fisk, men datamaterialet er for lite, og stigningstallet lite forskjellig fra 3, til å konkludere på dette punktet. Røya hadde et stigningstall på 3,3, noe som viser vektøkning og god næringstilgang for større fisk. På samme måte som for ørret er datamaterialet noe lite til å konkludere sikkert også her. Mageinnholdet viste at begge arter beiter på stingsild. Ellers dominerte "russerflue" mageinnholdet, noe som trolig ikke er representativt for en normalsituasjon. Ut i fra normal bestandsstruktur ville en trolig forvente

lavere gjennomsnittlig lengde med kjønnsmodning, og dermed ende i kategori E: middels tett bestand av middels størrelse. Fangsttinsatsen var i utgangspunktet for liten til å kunne klassifisere bestanden for et vann på 572 hektar, og hovedinnsatsen ble derfor lagt på kartlegging av de grunnere områdene for å sikre et tilstrekkelig stort materiale for metallanalyser.

3.4.3 Metallinnhold i muskel

Metallinnholdet i muskel var lavt for begge arter, og viste ingen tendens til akkumulering med økende fiskestørrelse (alder). Signifikante forskjeller mellom artene på Cd og Cu indikerer større metalloptak hos ørret enn hos røye (figur 42). Målte nivåer av metaller lå på nivå med tidligere rapporterte bakgrunnsnivåer (Grande, 1987). Størstedelen størrelsesfordelingen av fisk i vannet er trolig dekket av undersøkelsen, og det er derfor grunn til å anta at de målte metallnivåene er representative for populasjonen.



Figur 43. Fiskefangst fra Langvann 18. september 2008. Største fisk 1,6 kg. Foto: T. Kristensen.



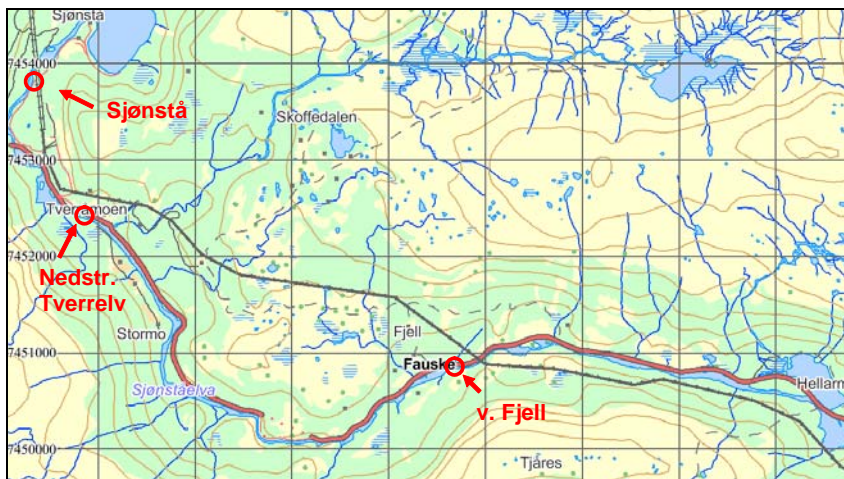
Figur 44. Stingsild fra Balmi 18. september 2008. Foto: T. Kristensen.

4. Undersøkelser av vassdragets bunnfauna

Det ble hentet inn et materiale fra bunndyrsamfunnene ved en av målestasjon i Langvann og i to av tilløpsbekkene. I Sjonståelva ble det på strekningen fra utløp Langvann til Sjonstå hentet inn et materiale fra tre stasjoner. Hensikten med undersøkelsen av bunnfaunaen var å avdekke størrelsen og utstrekningen av eventuelle miljøpåvirkninger i resipienten og samtidig å kunne klassifisere de ulike vassdragssegmentene mht. økologisk vannkvalitet og da i henhold til Vanddirektivets klassegrenser.

4.1 Materiale og metoder

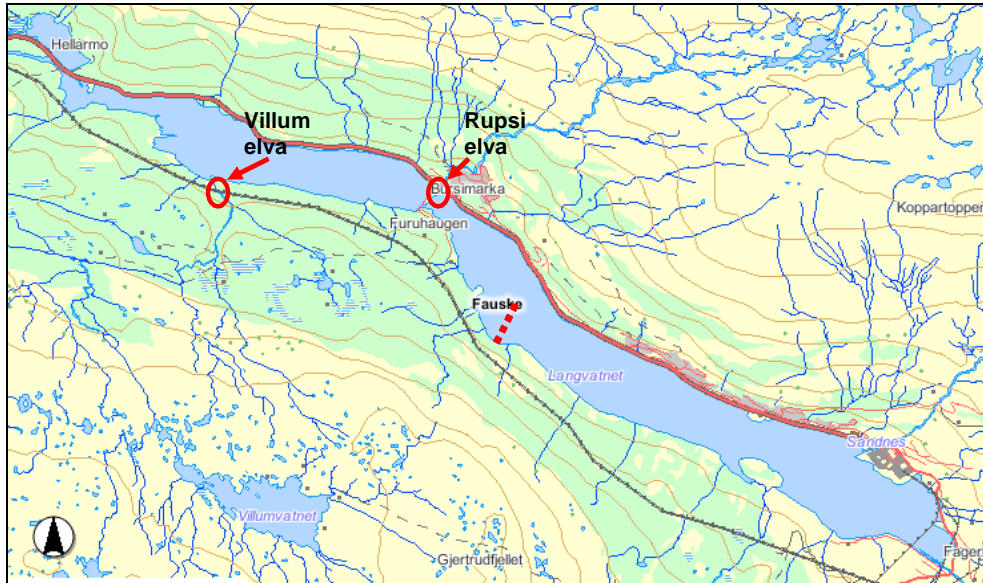
Innsamlingen på stasjonene i Sjonståelva og på stasjonene nederst i de to av tilløpsbekkene til Langvann ble gjennomført den 17. og 18. september i 2008. Stasjonenes plassering er vist på kartskissen i figur 45 og figur 46. Materialet baserer seg på en kvalitativ metode og innsamlingen ble gjennomført i samsvar med Norsk Standard NS 4719 for prøvetaking av bunndyrsamfunn i rennende vann. Det ble benyttet en standard elvehåv med maskestørrelse 0,25 mm. På hver stasjon blir det hentet inn en samleprøve som beskriver samfunnet av bunndyr på lokaliteten. Prøvetiden er 3 x 1 minutt. Materialet blir konservert i felt, sortert og bearbeidet på NIVA der hovedgruppene i bunnfaunaen blir talt opp og de tre gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer blir bestemt til art.



Figur 45. Stasjoner for bunndyrprøvetaking i Sjonståelva.

Ved prøvetakingen i Langvann den 18. september 2009 ble det benyttet en grabb og metoden følger Norsk Standard NS 4718. Prøvene som ble hentet inn gir et kvantitativt bilde av bunnfaunaen på de dypene prøvene ble hentet inn. Materialet representerer bunndyrsamfunnet på 2, 4, 10, 15 og 40 m dyp. Det ble tatt 3 prøver på hvert dyp og disse ble slått sammen til en samleprøve.

Materialet ble fiksert i felt og tatt med til instituttet for bearbeiding. Her ble materialet sortert under lupe og de ulike dyregruppene talt opp og registrert. Individuer fra dyregruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer blir vanligvis bestemt til art, men var ikke tilstede i noen av prøvene fra Langvann. Materialet fra denne undersøkelsen arkiveres for senere bearbeidelse hvis det skulle være aktuelt, og vil også være et referansemateriale for å følge utviklingen fremover og for å måle effekten av fremtidige tiltak.



Figur 46. Kartskisse som viser stasjoner for bunndyrprøvetaking i de to sidevassdragene Villumelva og Rupsi og lokaliteten for prøvetaking i Langvann, vestre basseng (nedenfor Avilonyfyllingen).

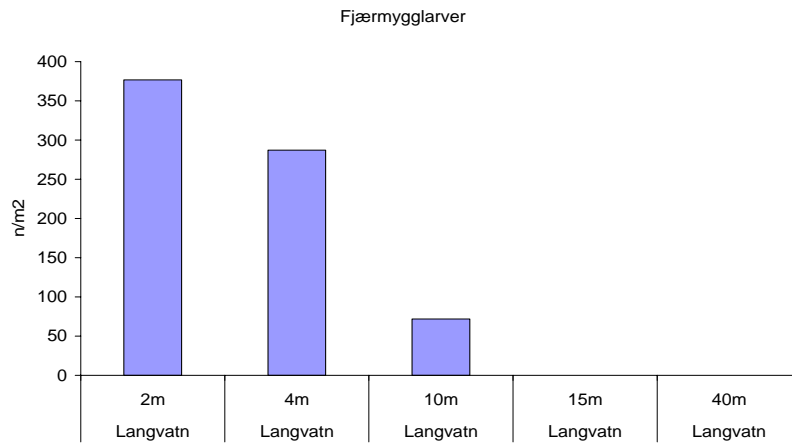
4.2 Resultater

Det er i denne undersøkelsen gjennomført et prøvetakingsopplegg hvor en ved hjelp av vassdragenes samfunn av bunndyr beskriver og integrerer den samlede biologiske effekten av tilførsler fra gruveområdet på vannkvaliteten i vassdraget. Påvirkningens størrelse og utstrekning i vassdraget avleser vi ved å se på hvor store endringer det er i samfunnene av smådyr som lever på og i bunnsubstratet. Vi følger utviklingen i vannkvaliteten og følger vannet fra utløpet av Langvann ned til Øvrevann samt i noen av sidevassdragene til Langvann og i selve innsjøen. Metoden som benyttes vil måle belastningen på den enkelte lokaliteten ut fra det som ville ha vært en forventet naturtilstand.

Langvann

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet fra Langvann er sammenstilt i figur 47. Dataene viser en meget ensartet fauna som er helt dominert av en enkelt dyregruppe nemlig larver av fjærmygg.

Av resultatene fra undersøkelsen ser vi også at tettheten av bunndyr heller ikke er spesielt høy og avtar sterkt ned mot dypet. På 10 m er tettheten bare 25 % av hva den var på 4 m (fra 287 til 72 individ per m²).

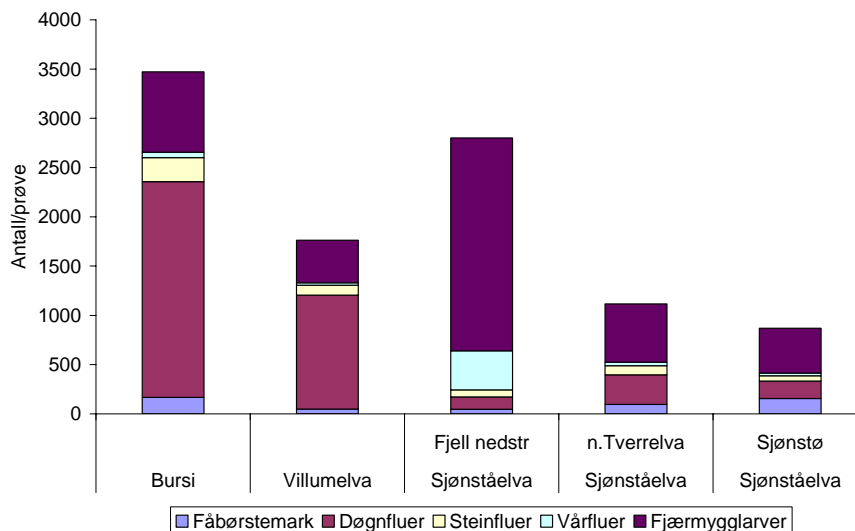


Figur 47. Resultater fra bunddyrprøver hentet inn vha. grabb den 18.9.2008 i Langvann.

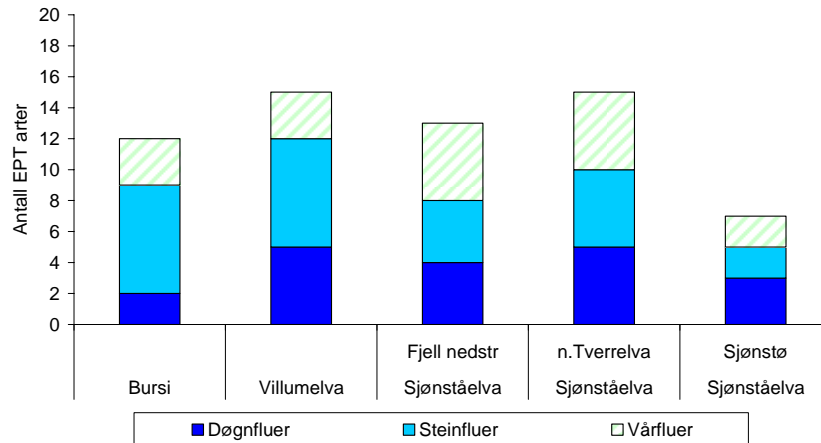
Dataene viser også at på dyp under 10 m er miljøforholdene så dårlige at det ikke finnes noen bunndyr lenger i prøvene. Substratet bestod nå av rustrødt slam med store flak av utfelt 3-verdig jernhydroksid (oker). Dette forklares ut fra avrenning og tilførsler fra tidligere gruvedrift og at slammet som dekker det øverste bunnlaget er uegnet som substrat for bunndyr.

Tilløpselver til Langvann

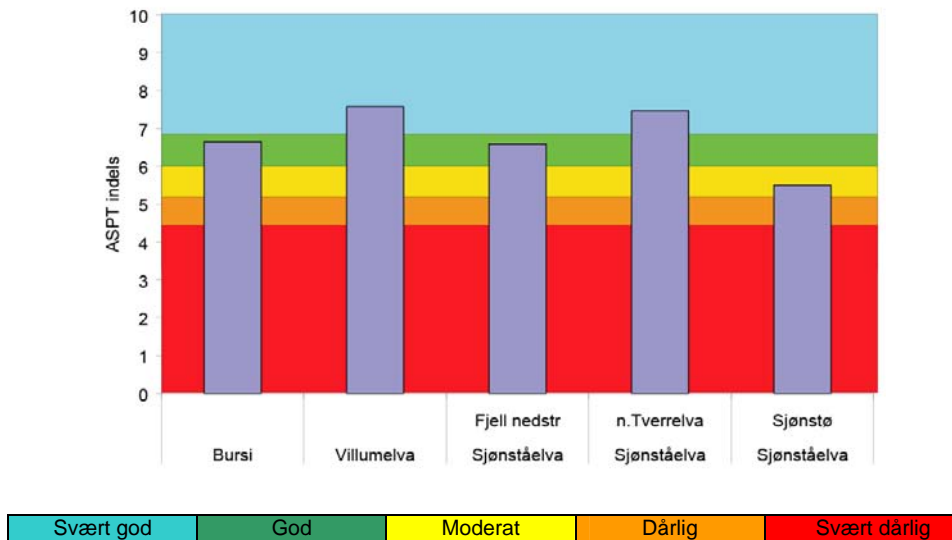
Bunndysamfunnenes sammensetning i nedre deler av de to sidevassdragene Rupsi og Villumelva til Langvann ble undersøkt den 17. september i 2008. Resultatene er sammenstilt i tabell 30 og tabell 31 og vist grafisk i figur 48 og figur 49. På begge disse stasjonene hadde bunnfaunaen en rik og variert sammensetning.



Figur 48. Sammensetning av viktigste hovedgrupper i bunndyrsamfunnet 17.9.2008. Antall pr. 3x1 minutters sparkeprøver.



Figur 49. Antall EPT arter (døgnfluer, steinfluer og vårfluer) i bunndyrsmiljøet 17.9.2008.



Figur 50. Sulitjelmavassdraget. ASPT indeksen vurdert opp mot vanndirektivets foreløpige kvalitetskrav mhp. økologisk tilstand

Resultatene viser at alle de undersøkte elvestasjonene hadde et bunndyrsmiljø som ut fra sin sammensetning klassifiserer den økologiske tilstanden som svært god eller god. Kun nederst i Sjønståelva avspeiler materialet en moderat økologisk tilstand. Dette var uventet da denne stasjonen ut fra tidligere undersøkelser var forventet å ha en meget god vannkvalitet og økologisk tilstand. De fysiske forholdene på denne stasjonen er også meget gode for at vi her skulle kunne hatt et variert og rikt bunndyrsmiljø. Stasjonen bør følges opp med nye prøver.

Tabell 30. Vassdrag i Sulitjelmaområdet. Data om hovedgrupper i bunndyrsamfunnet fra en prøvetaking den 17.9.2008.

	Rupsi	Villumelva	Sjønståelva Fjell nedstr	Sjønståelva n.Tverrelva	Sjønståelva Sjønstå
Fåbørstemark	168	48	46	96	156
Igler					
Snegler					
Vannmidd			24	12	6
Mudderfluer					3
Døgnfluer	2190	1158	126	300	177
Steinfluer	243	100	72	92	54
Billelarver					
Biller voksne					
Vårfluer	54	24	396	36	27
Knott			6		
Fjærmygglarver	816	432	2160	592	456
Andre tovinger	12				
Sum	3483	1762	2830	3958	879
Antall dyregrupper	6	5	7	6	7

Tabell 31. Vassdrag i Sulitjelmaområdet. Data om artssammensetningen innen insektgruppene: Døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Prøvetaking den 17.9.2008. Metode: Elvehåv.

	Rupsi	Villumelva	Sjønståelva Fjell nedstr	Sjønståelva n.Tverrelva	Sjønståelva Sjønstå
DØGNFLUER	2	5	4	5	3
Ameletus inopinatus				28	
Baetis sp	2112	832	30	176	132
Alainites muticus		128	78	32	21
Baetis rhodani	78	192	12	24	24
Leptophlebia sp			6		
Ephemerella aurivillii		2		40	
Heptagenia sp		4			
STEINFLUER	7	7	4	5	2
Diura nanseni	18	12		8	
Isoperla sp	12	8	6		
Siphonoperla burmeisteri		2			
Taeniopteryx nebulosa			6		
Brachyptera risi	180	8		4	
Amphinemura sp	84	2			
Nemoura sp	24				
Protonemura meyeri	48		6	16	
Capnia sp				16	15
Capnia atra		4			
Leuctra hippopus	66	64	54	48	36
VÅRFLUER	3	3	5	5	2
Rhyacophila nubila	42	10	12		15
Hydroptila sp			24	4	
Oxyethira sp			216	20	12
Plectrocnemia conspersa		12		4	
Polycentropus flavomaculatus			48	4	
Micrasema gelidum				4	
Limnephilidae indet	6				
Philopotamus montanus	6	2			
Polycentropodidae			96		
Sum: Døgn-,Stein- og Vårfluearter	12	15	13	15	7

5. Samlet vurdering

De siste tiltakene i Sulitjelma gruvefelt ble avsluttet i november 2004 da vannfyllingen av Nordgruvefeltet ble avsluttet. Overløpet fra Nordgruvefeltet kom våren 2005 fra Kjell Lund sjakt på Grunnstoll-nivå.

En har nå ca 4 års observasjoner av forurensningstilstanden siden tiltakene ble avsluttet. I siste år falt årsmiddelverdiene for kobber og sink sett i forhold til foregående år i Langvatn ved utløpet på Hellarmo. Dette kan ha sammenheng med nedbør- og avrenningsforhold. Vannføringen gjennom Langvann var en del høyere enn i 2007. Sommeren 2008 var dessuten meget tørr og det var liten overflateavrenning i gruveområdet. Tungmetallnivåene var i 2008 fortsatt en del høyere enn i årene før de siste tiltakene ble gjennomført. En har ingen god forklaring på hvorfor metallkonsentrasjonene (kobber og sink) økte i 2003 og har holdt seg på et høyere nivå enn i årene før. Metallkonsentrasjonene i Langvann varierer en del i løpet året. De er på det laveste på ettervinteren. Dette er en naturlig følge av at avrenningen fra kilder i dagen er liten samtidig som kraftverkene går for fullt.

Vannkvaliteten i Øvrevann har endret seg lite mht tungmetallnivåer siden foregående prøvetaking i 1993. Øvrevann er påvirket av tidevannet. Siden mye fortynningsvann (Laksåga) er overført til Siso kraftverk, er vannkvaliteten i ferskvannslaget forholdsvis lik tilstanden ved utløpet av Langvann på Hellarmo.

Vannkvaliteten ved overløpet av det vannfylte gruvesystemet i Nordgruvefeltet har vært fulgt opp siden det første overløpet kom i 1997. Det var i flere år svært lave kobberkonsentrasjoner ved overløpet fra Kjell Lund sjakt. Etter at overløpet fra Mons Petter gruve ble koblet til, har det vært en gradvis forverring av vannkvaliteten ved overløpet ved at pH-verdiene har falt og kobberkonsentrasjonene har økt betydelig. Kobberkonsentrasjonene i overløpsvannet fra Nordgruvefeltet var fortsatt høye i 2008, men de økte ikke som i foregående år. pH-verdiene synes å være stabile i området 3-3,5. I 2007 ble det montert en vannføringslogger ved utløpet av Grunnstollen. Det blir derved også mulig å beregne forurensningstransporten fra Nordgruvefeltet.

Når en velger å beregne forurensningstransporten fra Sulitjelma gruvefelt med analysedata for stasjonen ved utløpet av Langvann som grunnlag, må en også ta hensyn til den naturlige bakgrunnstransporten. En har ingen data for kobberkonsentrasjoner ved utløpet av Langvann før gruvedriften tok til. Siden det er sulfidminerale i nedbørfeltet til flere av tilløpene antar vi at et naturlig bakgrunnsnivå ved utløpet av Langvann for eksempel kobber ligger i området 3-5 µg Cu/l. Dette gir en årstranstransport ut av Langvann på omkring 3-5 tonn Cu/år. I 2008 var årstransporten av kobber 17 tonn/år (19,8 tonn i det hydrologiske året 2007-2008), noe lavere enn i foregående år men fortsatt en del høyere enn før de siste tiltakene ble avsluttet. I forhold til situasjonen da gruvedriften ble nedlagt i 1991 var årstransporten av kobber siste år omkring ½-parten av hva den var i 1991.

En har nå vel ett års grunnlagsmateriale for å beregne forurensningstransporten fra det vannfylte Nordgruvefeltet. Transporten av kobber er beregnet til ca 8 tonn/år ved utløpet av Grunnstollen. Hvis en ser bort fra naturlig bakgrunnstransport utgjør dette ca 50 % av tilførslene av kobber til Langvann.

Under feltundersøkelsene i september måned ble en rekke forurensningskilder vurdert. Prøvetaking i selve Langvann ga ikke holdepunkter for at det fantes ukjente kilder. Situasjonen er mest trolig slik at en har å gjøre med en stor kilde, gruvevannet fra Grunnstollen og en rekke små kilder med kobbertransport mindre enn 1 tonn/år. Av disse kildene må nevnes:

- Jakobsbakken gruveområde
- Avrenning fra forurenset grunn i Fagerli
- Tilførsler fra Ny-Sulitjelma og Hanken til Giken
- Sandnes industriområde med avgangsdeponi
- Utveksling av metaller fra avgang deponert i Langvann
- Klarabekken
- Avilon still
- Furuhaugbekken

Dersom en tenker ytterligere tiltak, vil tiltak ved enkelte av de mindre kildene ikke ha nevneverdig virkning på situasjonen i Langvann siden bidraget fra de mange små kildene betyr relativt lite hver for seg. Det var meget tørt under befaringen i september. Det antas at under normale forhold er det en større metalltilførsel til Giken fra Ny-Sulitjelmaområdet enn hva situasjonen var i september. Det samme kan sies om bidraget fra Jakobsbakken.

Fiskeundersøkelsene i Langvann med tilstøtende bekker viste at alle bekkene hadde moderat tetthet av ungfisk. Med beregnede tettheter på 30-60 individer pr 100 m², relativt korte elvestrekninger og et stort innsjøareal er det samlede produksjonsarealet lite i forhold til innsjøarealet. Rekruttering internt i innsjøpopulasjonen av ørret kan være begrenset av dette. Gytebekkene i nedre basseng virket relativt upåvirket. Nedre del av Lomi var sterkt påvirket av kloakkutslipp, men lite påvirket av tungmetallavrenning. Analyse av stikkprøver fra nedre del av Balmi viste at elva var sterkt påvirket av avrenning av kobber fra det gamle smeltehytteområdet. Balmi hadde en normal tetthet sammenlignet med de andre bekkene, og alle årsklasser representert i populasjonen. Dette er noe overraskende, gitt de høye metallverdiene målt i bekken. Garnfisket viste moderate tettheter av både ørret og røye, med stor spredning i størrelse. Metallinnholdet i muskel var lavt for begge arter, og viste ingen tendens til akkumulering med økende fiskestørrelse (alder). Signifikante forskjeller mellom artene på Cd og Cu indikerer større metalloptak hos ørret enn hos røye. Målte nivåer av metaller lå på nivå med tidlige rapporterte bakgrunnsnivåer. Størrelsesfordelingen av fisk i prøvefisket gir grunn til å anta at de målte metallnivåene er representative for populasjonen.

Undersøkelsen av bunndyrsamfunnenes sammensetning viste at forholdene i bunnsedimentene i Langvann har en tydelig negativ effekt på både tettheten og mangfoldet av bunndyr. Stort sett var faunaen bare representert med en dyregruppe (larver av fjærmygg). På dyp under 10 meter var det ikke bunndyr i prøvene som ble hentet inn. I Sjonståelva og i de to tilløpselvene Villumelva og Rupsi var resultatene langt bedre. Vurdert opp mot nye, foreløpige retningslinjer gitt for vurdering av økologisk tilstand i vanndirektivet så var denne enten svært god eller god på alle stasjonene untatt stasjonen nederst i Sjonståelva. Den økologiske tilstanden ble her klassifisert som moderat.

6. Referanser

Aanes, K.J., Iversen, E.R., Johannessen, M. Og Mjelde, M. 1987. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1985. Overvåkingsrapport 269/87. NIVA-rapport, l.nr. 1988. O-8000228, 48s.

Arnesen, R.T, Grande, M. og Iversen, E.R., 1976. A/S Sulitjelma Gruber. Undersøkelse av Langvann som deponeringssted for avgang. NIVA-rapport, O-3/74, l.nr 795. 49 s.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.

Glover, B., Alvsvåg, J., Hesthagen, T. og Skarbøvik, E. 2008. Forslag til klassifiseringssystem for morfologiske støtteparametre i vassdrag og kystvann. Rapport om klassegrenser for fysiske inngrep i forekomsten. Multiconsult, Bioforsk, NINA, 52 sider.

Grande, M. 1987. Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport, O-89103, 1.nr. 2562, 136 s.

Iversen, E.R., Grande, M., og Arnesen, R.T. 1977. A/S Sulitjelma Gruber. Kontrollundersøkelser i Langvassdraget 1976. NIVA-rapport, l.nr. 933. O-2/76. 15s.

Iversen, E.R., Aanes, K.J., 1989. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1986-87. Overvåkingsrapport 345/89. NIVA-rapport, l.nr. 2221. O-8000228, 48s.

Iversen, E.R., Knudsen, C-H, Høydal, Ø., 1991. Sulitjelma Bergverk AS. Tiltak for å begrense tungmetallforurensning. NIVA-rapport, l.nr. 2643, O-91092. 38 s.

Iversen, E. og Grande, M. 2008. Oppfølging av forurensingssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2007. NIVA rapport 5538-2008. ISBN 978-82-577-5273-6. 32 s.

Ugedal, O., Forseth, T og Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA rapport 73, 52 pp.

Vedlegg A. Fysisk/kjemiske analyseresultater

Tabell 32. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.5 Langvann ved utløp Hellarmo.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FNU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
15.01.2008	7,04	3,62	1,22	4,77	5,36	0,72	187	310	28,3	35,1	0,234	0,083	15,1	0,78	0,763	0,3
14.02.2008	6,88	3,48	0,41	3,55	4,31	0,59	81,7	180	11,4	15,7	0,150	0,042	7,64	0,62	0,333	0,3
15.03.2008	7,01	3,35	0,37	3,33	4,09	0,54	12,2	20	5,18	8,26	0,028	0,023	2,73	0,36	0,140	0,2
13.04.2008	7,16	3,57	0,43	3,49	4,19	0,55	13,8	44	4,68	7,30	0,050	0,010	2,64	0,46	0,160	<0,1
15.05.2008	7,04	3,93	0,46	4,23	3,57	0,48	31,7	60	18,2	18,8	0,046	0,053	5,09	0,50	0,418	<0,1
15.06.2008	6,82	3,98	4,08	4,67	4,81	0,63	31,5	73	17,6	21,5	0,056	0,054	6,57	0,54	0,454	<0,1
15.07.2008	7,18	3,76	0,96	4,43	4,81	0,59	43,5	88	23,5	29,2	0,130	0,076	7,01	0,67	0,463	1,0
15.08.2008	7,14	3,84	0,41	4,50	4,80	0,64	37,5	60	20,3	24,3	0,057	0,064	6,88	0,47	0,412	<0,1
17.09.2008	7,23	5,51	2,10	5,05	4,90	0,62	80,4	210	17,1	36,9	0,438	0,093	15,2	0,66	0,592	0,5
15.10.2008	7,20	3,91	0,45	4,80	4,72	0,58	32,1	49	18,2	23,7	0,069	0,064	6,48	0,49	0,482	<0,1
15.11.2008	6,86	3,99	0,46	5,09	4,91	0,60	33,5	64	23,0	26,4	0,055	0,078	7,05	0,53	0,528	0,3
15.12.2008	7,11	3,56	0,72	3,79	4,57	0,59	24,7	34	9,10	12,0	0,031	0,034	3,95	0,39	0,220	<0,1
Gj.snitt	7,06	3,88	1,01	4,31	4,59	0,59	50,8	99	16,4	21,6	0,112	0,056	7,20	0,54	0,414	0,2
Maks.verdi	7,23	5,51	4,08	5,09	5,36	0,72	187,0	310	28,3	36,9	0,438	0,093	15,20	0,78	0,763	1,0
Min.verdi	6,82	3,35	0,37	3,33	3,57	0,48	12,2	20	4,68	7,3	0,028	0,010	2,64	0,36	0,140	<0,1

Tabell 33. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Overløp Kjell Lund sjakt.

Dato	pH	Kond	SO₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Si
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
15.01.2008	3,21	192	1156	284	45,6	14,1	33,7	9,50	13,2	0,020	0,031	3,19	0,081	0,224	12,9
14.02.2008	3,45	210	1305	351	48,1	11,3	37,2	8,07	14,1	0,030	0,031	3,77	0,086	0,231	13,8
15.03.2008	3,47	211	1383	380	53,1	11,0	39,5	6,90	14,0	0,020	0,029	3,92	0,087	0,234	14,0
15.05.2008	3,30	214	1377	350	50,0	14,1	49,5	9,67	13,7	0,030	0,033	3,53	0,083	0,238	13,9
15.06.2008	3,18	219	1317	325	50,4	17,2	48,7	13,6	14,3	0,041	0,038	3,47	0,094	0,258	14,7
15.07.2008	3,02	223	1371	289	50,0	21,6	49,5	22,4	17,1	0,066	0,048	3,58	0,110	0,291	16,9
15.08.2008	3,06	226	1353	313	50,0	19,7	26,3	18,4	16,8	0,065	0,046	3,84	0,110	0,287	16,2
15.10.2008	3,08	212	1314	338	51,6	16,3	47,2	12,1	15,6	0,037	0,039	3,76	0,094	0,261	15,1
15.11.2008	3,05	225	1308	332	52,2	18,6	40,5	13,0	15,9	0,051	0,040	3,83	0,100	0,274	15,2
15.12.2008	3,05	220	1392	343	51,6	15,8	42,2	11,0	15,2	0,048	0,036	3,90	0,098	0,262	14,9
Gj.snitt	3,19	215	1328	331	50,3	16,0	41,4	12,5	15,0	0,041	0,037	3,68	0,094	0,256	14,8
Maks.verdi	3,47	226	1392	380	53,1	21,6	49,5	22,4	17,1	0,066	0,048	3,92	0,110	0,291	16,9
Min.verdi	3,02	192	1156	284	45,6	11,0	26,3	6,90	13,2	0,020	0,029	3,19	0,081	0,224	12,9

Tabell 34. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Gruvevann utløp Grunnstoll.

Dato	pH	Kond	SO₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Si	Vannf
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
15.01.2008	3,23	189,9	1156	285	44,9	14,1	32,9	9,46	13,1	0,030	0,030	3,16	0,082	0,225	12,7	18,4
14.02.2008	3,26	197,3	1174	301	45,1	12,6	56,5	8,18	12,7	0,030	0,028	3,34	0,084	0,221	12,8	9,63
15.03.2008	3,33	194,0	1192	323	49,1	12,4	28,8	7,16	12,7	0,020	0,027	3,44	0,081	0,224	12,4	9,43
13.04.2008	3,92	174,0	1240	315	46,5	9,41	33,8	5,43	12,0	0,020	0,024	3,33	0,079	0,210	11,1	9,03
15.05.2008	3,25	192,0	1210	306	45,0	12,8	39,4	8,86	12,4	0,020	0,029	3,11	0,073	0,217	12,5	33,0
15.06.2008	3,05	209,0	1207	280	42,2	17,9	36,9	13,8	13,4	0,026	0,035	3,16	0,090	0,248	13,6	30,7
15.07.2008	3,03	206,0	1240	257	46,7	21,0	38,3	20,4	15,3	0,055	0,044	3,20	0,100	0,274	15,1	20,1
15.08.2008	3,08	207,0	1257	270	46,8	19,6	21,7	16,8	15,1	0,059	0,039	3,37	0,100	0,267	14,5	12,5
17.09.2008	2,66	208,0	1237	289	49,1	18,5	51,3	14,0	15,6	0,038	0,037	3,70	0,110	0,267	14,9	14,4
15.10.2008	3,07	212,0	1284	292	48,4	17,1	47,2	12,1	14,7	0,039	0,036	3,49	0,092	0,261	14,1	56,3
15.11.2008	3,09	197,5	1111	271	46,7	17,8	33,6	11,7	13,4	0,044	0,034	3,24	0,092	0,245	13,1	19,8
15.12.2008	3,11	195,7	1183	281	47,7	15,9	34,1	10,2	13,6	0,038	0,032	3,40	0,090	0,244	13,0	13,9
Gj.snitt	3,17	199	1207	289	46,5	15,8	37,9	11,5	13,7	0,035	0,033	3,33	0,089	0,242	13,3	20,6
Maks.verdi	3,92	212	1284	323	49,1	21,0	56,5	20,4	15,6	0,059	0,044	3,70	0,110	0,274	15,1	56,3
Min.verdi	2,66	174	1111	257	42,2	9,41	21,7	5,43	12,0	0,020	0,024	3,11	0,073	0,210	11,1	9,03

Vedlegg B. Metallinnhold i fiskemuskel fra Langvann

Fisk nr.	Lengde (g)	Vekt (g)	Art	Kjønn	Stadie	Metaller, muskel			
						Cd (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)
1	21,0	110,1	Røye	m	2	0,002	0,31	<0,02	6,10
2	20,5	95,8	Ørret	m	1	0,002	0,33	<0,02	6,44
3	17,1	59,0	Røye	m	1	0,002	0,230	<0,02	5,86
4	48,1	1236,5	Ørret	f	4	0,003	0,29	<0,02	2,79
5	19,9	95,5	Ørret	m	4	0,002	0,43	<0,02	4,66
6	22,5	131,3	Ørret	f	2	0,005	0,40	<0,02	6,99
7	28,4	289,0	Ørret	m	1	0,004	0,49	<0,02	4,02
8	27,9	270,0	Røye	m	1	0,001	0,26	<0,02	5,88
9	22,6	139,0	Røye	m	1	0,002	0,29	<0,02	5,82
10	33,1	488,0	Røye	f	4	0,002	0,30	<0,02	5,07
11	27,9	293,0	Røye	m	1	0,003	0,21	<0,02	4,88
12	21,4	112,0	Ørret	m	1				
13	22,1	125,0	Ørret	f	2	0,002	0,22	<0,02	4,77
14	53,0	1612	Ørret	m	4	0,003	0,59	<0,02	3,39
15	20,2	112,2	Ørret	m	4	0,007	0,57	<0,02	8,87
16	27,1	212,2	Røye	m	1	0,002	0,23	<0,02	4,48
17	33,7	444,7	Røye	m	2	0,001	0,22	<0,02	3,09
18	34,0	319,7	Ørret	f	3	0,003	0,26	<0,02	4,19
19	13,1	25,4	Ørret						
20	24,4	193,5	Ørret	m	1	0,002	0,30	<0,02	5,42
21	19,1	85,5	Ørret	f	2	0,009	0,58	<0,02	9,11
22	24,0	166,1	Ørret	m	1	0,003	0,31	<0,02	7,64
23	19,5	67,3	Røye	f	1	0,004	0,29	<0,02	8,99
24	18,5	64,8	Røye	f	1	0,002	0,43	<0,02	7,06
25	28,0	257,0	Røye	f	2	0,002	0,21	<0,02	4,89
26	25,5	215,6	Røye	f	2	0,002	0,23	<0,02	5,34
27	23,1	157,0	Ørret	f	2	0,002	0,31	<0,02	5,91
28	20,2	110,2	Ørret	m	4	0,004	0,31	<0,02	8,86
29	16,9	48,0	Røye						
30	19,2	75,7	Ørret						
31	20,5	96,4	Røye						
32	18,4	80,7	Ørret						

Bakgrunnsnivåer (etter Grande, 1987)

0,002-
0,010,1 –
0,80,002-
0,1

1 - 10

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no