



RAPPORT LNR 4810-2004

Killingdal gruve, Holtålen kommune

Avrenning fra Bjørgåsen

i 1999-2000 og i 2002-2003



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Killingdal gruve, Holtålen kommune Avrenning fra Bjørgåsen i 1999-2000 og i 2002-2003	Løpenr. (for bestilling) 4810-2004	Dato 16.02.2004
	Prosjektnr. Undernr. O-20072 O-21263	Sider 30
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA 2004

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best.nr. 08/00 og 20/02
---------------------------------	---

<p>Sammendrag</p> <p>Forurensningstransporten fra anleggene til Killingdal gruve i Bjørgåsen drenerer mot Skurru, som er et sidevassdrag til Gaula. Transporten er redusert noe etter gjennomførte tiltak i 1999. De største kildene er idag lokalisert til området ved lasteanleggene ved Storvoll på Rørosbanen. Avrenningen fra en gammel råmalmtipp er største enkeltkilde. Samlet avrenning av kobber og sink i løpet av ett år (2002/2003) var henholdsvis 0,72 og 1,6 tonn.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Kisgruve Drensvann Avrenning Killingdal gruve 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Pyrite mining Acid Rock Drainage Run-off Killingdal mines
---	---

Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Helge Liltved
Forskningsleder
ISBN 82-577-4489-1

Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

O-20072

O-21263

Killingdal gruve, Holtålen kommune

Avrenning fra Bjørgåsen i 1999-2000

og i 2002-2003

Forord

Avrenningen fra Killingdal gruve i Holtålen kommune har sammen med den nedlagte Kjøli gruve lenger opp i Gaulavassdraget lenge hatt stor betydning for forurensnings situasjonen i øvre Gaula. Etter at Killingdal gruve ble nedlagt i 1986, startet oppryddingen innenfor disse to områdene. Ved Killingdal har alltid de eldste anleggene oppe under Gaulåsen hatt størst betydning i forurensningssammenheng. Her ble tiltakene avsluttet i 2001. Ved anlegget i Bjørgåsen ble det også gjennomført noen mindre tiltak i 1999. Denne undersøkelsen har hatt som målsetting å gi en oversikt over vannkvalitet og forurensningstransport etter tiltaket i 1999.

Undersøkelsen har stort sett fulgt samme opplegg for avrenningsundersøkelser som har vært gjennomført ved en rekke andre gruveområder. Undersøkelsen har vært finansiert av Bergvesenet . Vi takker i den forbindelse senioring. Harald Ese for samarbeidet.

Vi vil også benytte anledningen til å takke våre to lokale observatører John K. Bjørgård og Hans Grønli, Ålen for all assistanse under feltundersøkelsene.

Oslo, 16.februar 2004

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
1.1 Gruveområdet, aktiviteter og lokalisering	7
1.2 Oppdraget	8
1.3 Undersøkelsesopplegget	9
2. Nedbør og klima	10
3. Fysisk/kjemiske resultater	12
3.1 Vannføringsobservasjoner	12
3.2 Analyseresultater	13
4. Forurensningstransport	16
4.1 St.1 Bekk ved tipp under Bjørgensjakten	16
4.2 St.2 og St.3. Prøvetakingsstasjoner ved Størvoll	19
4.3 Skurru	20
5. Samlet vurdering	21
6. Referanser	23
Vedlegg A. Analyseresultater	24

Sammendrag

Virkningene av forurensningstilførslene fra anleggene til Killingdal gruve i Bjørgåsen ble kartlagt i perioden 1986-2000 innenfor det statlige program for forurensningsovervåking. I 1995/1996 ble det foretatt en kildekartlegging i området som dannet grunnlaget for de tiltakene som ble gjennomført.

I 1999 ble det gjennomført tiltak i den øvre delen av området ved at råmalm fra siloene i Bjørgensjakten ble flyttet til et spesialdeponi. Tiltaket har ført til en reduksjon i forurensningstransporten fra området av størrelsesorden 25-50 % mht kobber og sink. På grunn av store variasjoner i årsnedbør og klima fører dette også til store årlige variasjoner i årstransporten fra området. Dette er grunnen til at det er vanskelig å gi en mer eksakt angivelse av effekten av tiltaket.

I den nedre delen av området ved lasteanleggene ved Storvoll er det to større kilder som er lokalisert til veifyllingen ved kryssing av jernbanen og en gammel råmalmtipp ved lasteanlegget inntil jernbanelinjen. Denne tippet er sannsynligvis største forurensningskilde i området og bidrar med fra 40 til 50 % av samlet avrenning fra Bjørgåsenområdet idag når det gjelder kobber og sink.

Store deler av avrenningen fra Bjørgåsen fanges opp i grunnen og når ikke fram til Skurru, som er sideelv til Gaula. Kobberkonsentrasjonene i Skurru er likevel så vidt høye at det ikke er mulig for fisk å overleve i nedre deler av elva etter innblanding av tilførslene fra Bjørgåsen.

Følgende nøkkeltall ble beregnet for forurensningstilførslene fra Bjørgåsen i året 2002/2003:

	SO₄	Fe	Cu	Zn
	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år
St.1 Tipp ved Bjørgensjakten	16,7	0,55	0,16	0,54
St.2 Sig fra råmalmtipp ved Storvoll	19,4	2,5	0,33	0,73
St.3 Drensgrøft ved Storvoll	15,4	1,0	0,23	0,34
Samlet avrenning fra Bjørgåsen i 2002/2003	51,5	4,1	0,72	1,6

Summary

Title: The Killingdal Mine - Heavy Metal Run-off 1999-2003

Year: 2004

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4489-1

The Killingdal Mine was operated in periods between 1677 and 1986. It was opened as a copper mine, but the ore was poor in copper. From 1916 to close down in 1986, zinc concentrate was the main product. The mining area is divided in two: The old mining area at the top of Gaulåsen mountains and the new site down in the valley, Bjørgåsen mine site. The new site is connected to the mine through a sloping shaft. This report gives a survey of the pollution situation at the Bjørgåsen mine site. The transport of pollutants is relatively modest and located to two main sources: the dump outside the shaft and the loading area close to the railway line. However, the acid drainage from the area is affecting the local creek Skurru, which is a tributary creek to the main river system Gaula. It is not possible for fish to survive in the creek downstream the input from the mining area. A remedial measure carried out in 1999, moving acid generating concentrate from the old ore bunker to a new deposit, lead to a 25-50 % reduction in the copper and zinc loadings from the area.

1. Bakgrunn

1.1 Gruveområdet, aktiviteter og lokalisering

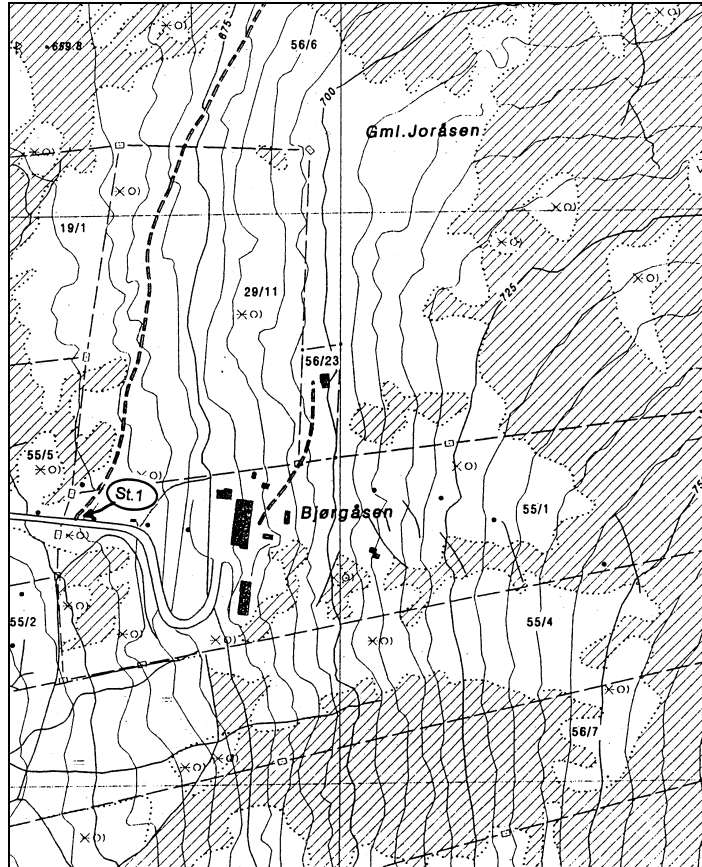
Gruvedriften ved Killingdal gruve pågikk i perioden 1677-1986. Avrenningen fra Killingdal gruve i Holtålen kommune har i lang tid påvirket vannkvaliteten i øvre Gaula. Gruveområdet kan deles i to områder som drenerer til hvert sitt delnedbørfelt. Det eldste gruveområdet drenerer til Gruvbekken som løper inn i Gaula oppstrøms Reitan og inntaket til det gamle elvekraftverket til Killingdal gruve. Undersøkelsene i dette området behandles i egne rapporter. Den foreliggende rapporten gir en oversikt over forurensningsstatus pr. utgangen av 2003 ved det nedlagte gruveområdet i Bjørgåsen, som er det siste området til Killingdal gruve. Avrenningen herfra drenerer til Skurru som er sideelv til Gaula og som løper inn i Gaula like ovenfor Reitan. Killingdal gruve flyttet virksomheten til Bjørgåsen etter at Bjørgensjakten ble åpnet i 1952. Aktiviteten ved det gamle anlegget oppe på Gaulåsen ble nedlagt i 1965. Råmalmen ble deretter fraktet opp Bjørgensjakten og transportert videre ned til lasteanlegget ved Rørosbanen på Storvoll med bil. Tidligere ble malmen transportert med taubane fra Gaulåsen og ned til Storvoll. Fra Storvoll ble malmen fraktet til oppredningsanlegget ved Iilsvika i Trondheim. Avgangen ble deponert i Trondheimsfjorden.

Gruveområdet i Bjørgåsen kan deles i to områder. Utenfor Bjørgensjakten er deponert en velte som hovedsakelig inneholder gråberg fra driving av sjakten. Under gruvedriften forekom det en del spill under fordring av malmen. Det var derfor av og til behov for å renske sjakten. De kisholdige massene ble deponert på tippet. Etterhvert oppsto det derfor en sur, tungmetallholdig avrenning fra tippet som fører mot et bekkefar som løper inn i Skurru like ovenfor lasteanlegget på Storvoll. Da driften ble nedlagt i 1986, var det igjen en del råmalm i lastesiloene inne i Bjørgensjakten. Restene forårsaket en del sur, tungmetallholdig avrenning ut sjakten. Malmen ble fjernet i 1999 og deponert i et spesialdeponi nede ved Storvoll.

Det andre området i Bjørgåsen er lokalisert nede ved jernbanelinjen ved Storvoll. Her er flere forurensningskilder. Mye av avrenningen fra dette området har sin årsak i ”gråberg” som er benyttet til oppfyllingsformål. Veifyllingen som er anlagt for at veien til Bjørgåsen skal få en tilfredsstillende kryssing med jernbanelinjen, inneholder mye gruveberg og avgir en betydelig sur, metallholdig avrenning. Videre er det en del kisholdige masser i påkjøringsrampen til lastesiloen til Killingdal gruve ved jernbanelinjen. Fra den eldste driftsperioden da malmen ble fraktet til Storvoll med taubanen, ble malmen tippet på bakken like ved jernbanelinjen. Like ved lastesiloen ligger det igjen en mindre tipp med betydelig innhold av kisminerale og som er sterkt forvitret. Grunnen i området er forøvrig tydelig påvirket av avrenningen fra disse kildene og fra andre diffuse kilder forårsaket av gruveaktiviteten. Det er forøvrig også brukt noe gruveberg i veien fra jernbanelinjen og opp til Bjørgåsen.

Deler av samlet avrenning fører mot et bekkefar som løper inn i Skurru. Mye av avrenningen forsvinner også i grunnen nedenfor jernbanelinjen og fortsetter videre ned mot Skurru som grunnvannstilførsler. Det er laget en avskjærende grøft nedenfor veien for å fange opp avrenningen, men denne er ikke effektiv nok.

Figur 1 viser en kartskisse over området ved Bjørgensjakten, mens figur 2 viser området ved Storvoll. Forsidebildet viser prøvetakingspunktet nedenfor tippet ved Bjørgensjakten.



Figur 1. Området ved Bjørgensjaktan i Bjørgåsen med markering av prøvetakingsstasjon (st.1).

1.2 Oppdraget

Norsk Institutt for Vannforskning har tidligere gjennomført en avrenningsundersøkelse i 1995/1996, før tiltak ble gjennomført (Iversen, 1998). Etter at tiltaket var avsluttet i 1999, ble det satt ned en overløpsprofil i bekken nedenfor tippen i Bjørgåsen og i dreneringsgrøfta nedenfor jernbanelinjen. Det ble startet prøvetaking av bekken nedenfor tippen i Bjørgåsen høsten 1999. Oppdraget ble videreført i 2000 i bestilling av 02.03.2000. Feltundersøkelsene ble problematiske i 1999/2000 pga store snømengder med stort vanninnhold som ødela vannføringsmålingene. Det ble derfor gjennomført en ny feltundersøkelse i 2002/2003 der en også tok med nedre område ved Storvoll. Det ble laget et programforslag for undersøkelsene som ble bestilt i brev av 12.08.2002.



Figur 2. Området ved Storvoll med markering av prøvetakingsstasjoner..

1.3 Undersøkelsesopplegget

Feltundersøkelsene i 1999/2000 omfattet bare den øvre stasjonen ved tippene i Bjørgåsen. Det ble satt ned en trekantet overløpsprofil i bekken og måledammen ble utrustet med vannstandslogger. På grunn av de store snømengdene og metting av snøen med vann under mildvær og regn, ble trykcellen ødelagt. Forsøket ble derfor gjennomført på nytt med oppstart 10.09.2002. De siste undersøkelsene ble avsluttet 16.09.2003. Ved en av stasjonene nede ved Storvoll ble det utført manuelle vannføringsmålinger etter bøtte/stoppeklokke-metoden. Ved de to andre stasjonene ble det gjennomført kontinuerlige vannføringsmålinger. I siste undersøkelsesperiode var det dataoverføring til NIVA via GSM-nettet ved målestasjonen i Bjørgåsen og i drenggrøften nede ved Storvoll.

Det ble tatt prøver med en månedlig prøvetakingsfrekvens vha lokal observatør. Alle analyser er utført av NIVA. Metall- og svovelanalyser er utført vha ICP-teknikk. Sulfatinnholdet er beregnet vha resultatet for totalsvovel da en erfaringsmessig vet at svovelinnholdet i denne avrenningen i det vesentligste foreligger som sulfat.

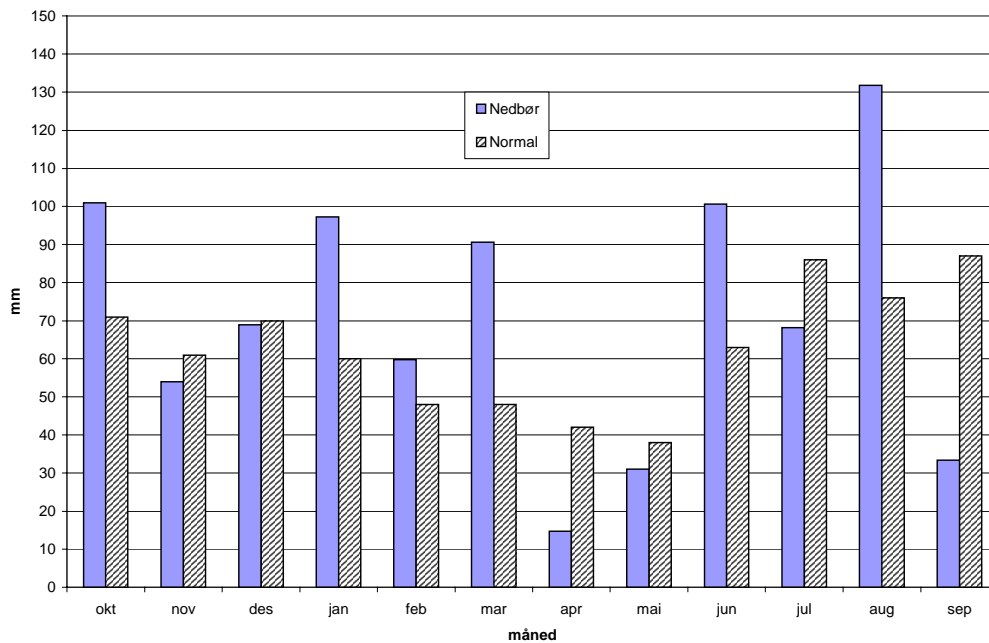
Tabell 1. Lokalisering av prøvetakingsstasjoner under feltundersøkelsen.

Stasjon	Posisjon målt med GPS
St.1 Bekk ved tipp utenfor Bjørgensjakten	N 62 ⁰ 47,917' ; E 11 ⁰ 24,523'
St.2 Bekk fra råmalmtipp ved jernbanelinjen	N 62 ⁰ 47,999' ; E 11 ⁰ 23,045'
St.3 Drenggrøft nedenfor vei fylling ved jernbanen	N 62 ⁰ 48,017' ; E 11 ⁰ 23,045'
Skurru nedenfor gruveområdet før innløp i Gaula	N 62 ⁰ 47,996' ; E 11 ⁰ 22,490'

2. Nedbør og klima

Erfaringene fra tilsvarende områder har vist at nedbør og klima betyr svært mye for resultatet i en avrenningsundersøkelse. I et slikt gruveområde pågår forvittringsprocessene hele året i gruveavfallet. I tørre perioder vil forvittringsproduktene lagres i gruveavfall og i løsmasser. Når nedbøren kommer, vil alt helt eller delvis vaskes ut avhengig av forholdene. I Bjørgåsen er de viktigste forurensningskildene lokalisert til avfall i dagen.

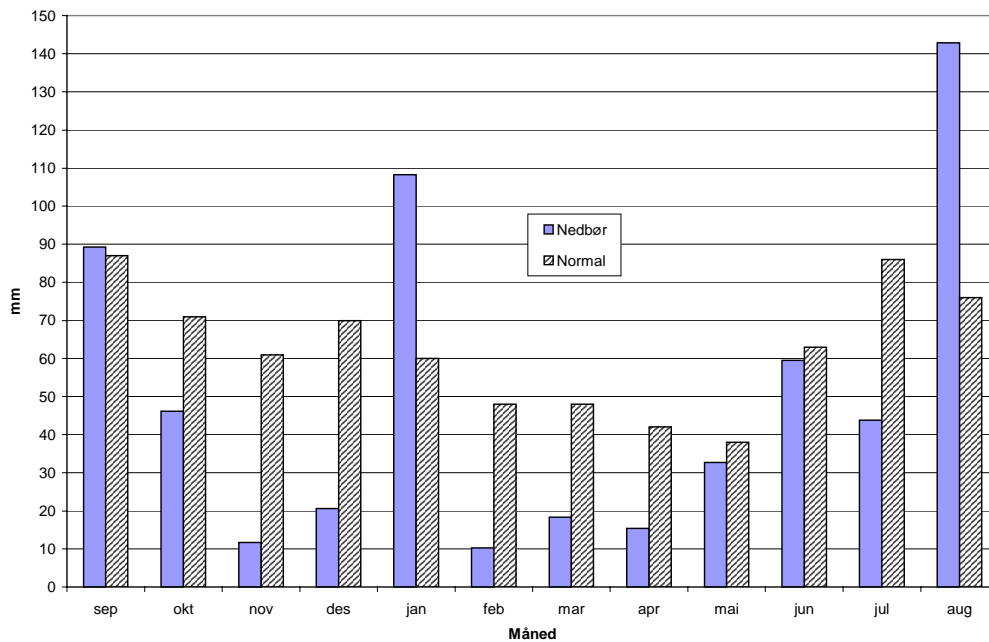
Denne rapporten gir en samlet fremstilling av undersøkelser som er gjennomført over to årssykluser, i 1999-2000 og i 2002-2003. I den første undersøkelsen startet feltarbeidet i begynnelsen av oktober måned, mens i den andre startet feltarbeidet en måned tidligere. Det antas at denne forskjellen har mindre betydning ved tolking av resultatene. Figur 3 og figur 4 viser månedsnedbør og normaler for den nærmeste meteorologiske målestasjonen til Det norske meteorologiske institutt, 67770 Haltdalen III, for de to periodene.



Figur 3. Månedsnedbør i perioden 1999-2000 (kilde: DNMI).

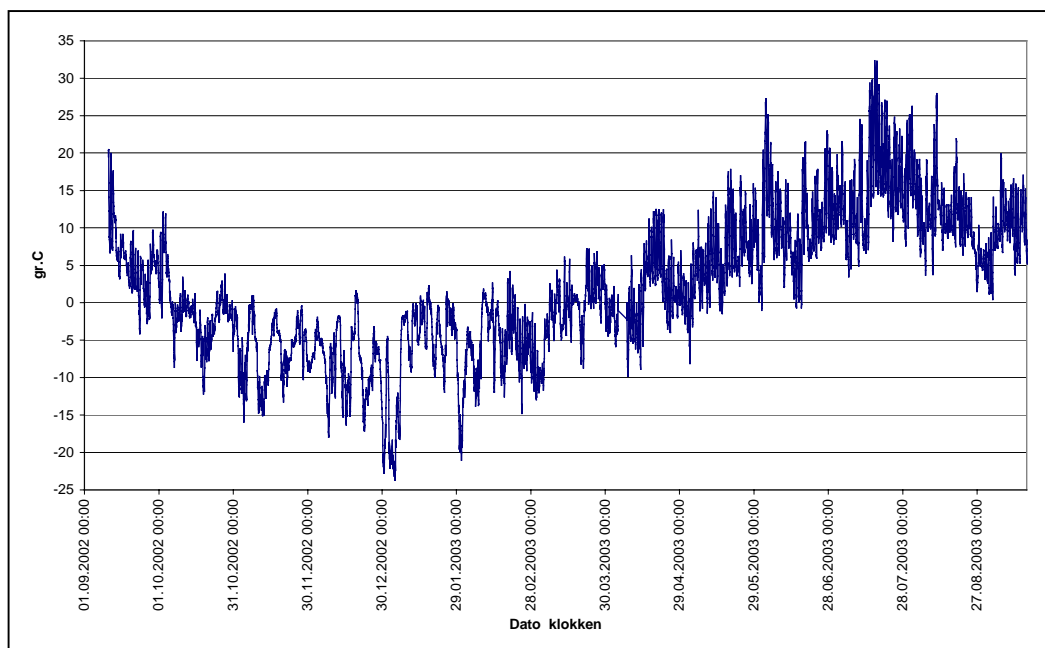
I måleperioden 1999-2000 falt det 851 mm nedbør mot normalt 750 mm, eller 114 % av normal årsnedbør. Månedene oktober 1999, januar, mars, juni og august 2000 var spesielt nedbørrike, mens vårmånedene april og mai var forholdsvis nedbørfattige i likhet med september 2000.

I siste undersøkelsesperiode falt det 599 mm nedbør eller 79,9 % av normal årsnedbør. Det falt lite nedbør i månedene oktober, november og desember 2002 og i månedene februar, mars, april og juli 2003. Det falt mye nedbør i august 2003.



Figur 4. Månedsnedbør i perioden 2002-2003.

I siste undersøkelsesperiode ble det også målt lufttemperaturer ved målestasjonen for vannføring i Bjørgåsen. Resultatene er fremstilt grafisk i figur 5.



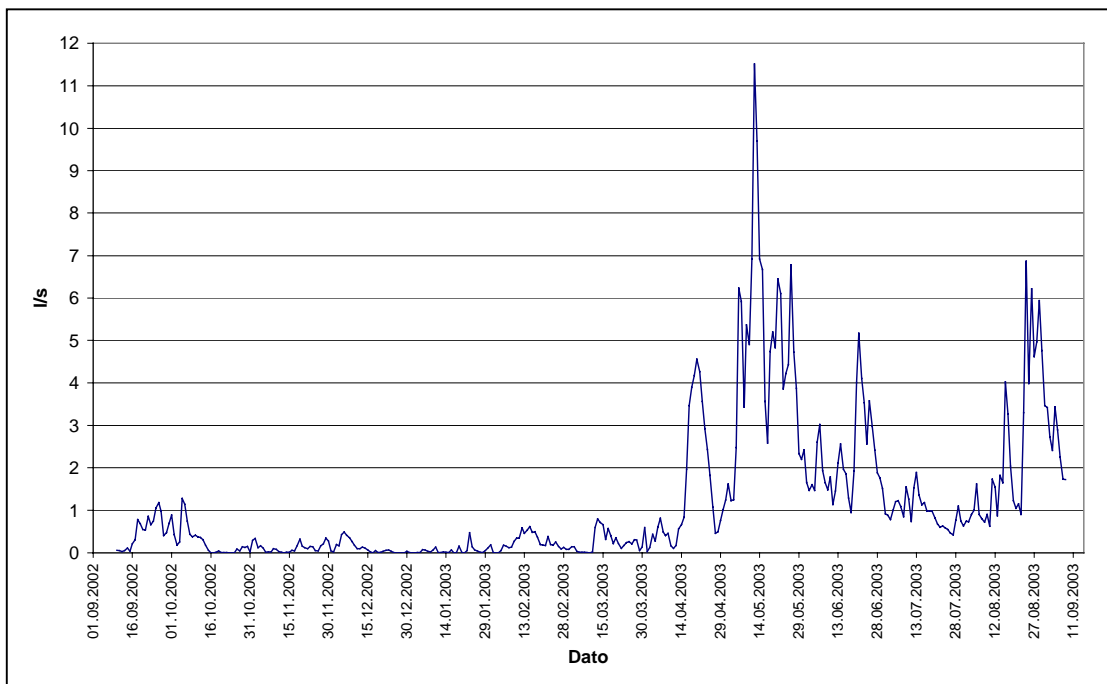
Figur 5. Lufttemperaturer i Bjørgåsen 2002-2003.

I perioden 23.09.02-17.06.03 var minimumstemperaturen under 0. Fra ca. 6.10.02-13.04.03 var døgnmiddeltemperaturen under 0. Det var flere episoder med temperaturer over 0 i vinterperioden, spesielt i mars 2003. Det var kaldest omkring årskiftet 2002-2003 (-23,5 gr.C 04.01.2003) og varmest i juli 2003 (+ 32,3 gr.C, 17.07.2003).

3. Fysisk/kjemiske resultater

3.1 Vannføringsobservasjoner

Siden vannføringsmålingene i undersøkelsesperioden i 1999-2000 ble avbrutt forholdsvis tidlig i perioden, ble det ikke mulig å benytte disse til å beregne årsavrenning. I det videre arbeid med denne perioden vil en derfor benytte seg av de manuelle vannføringsmålingene som ble utført ved hver prøvetaking. I forbindelse med feltarbeidet i 2002/2003 ble det bygget tak over måleprofilen for å beskytte trykkcellen mot overtrykk som i 1999/2000. Målingene i 2002/2003 forløp tilfredsstillende. Figur 6 viser døgnmiddelvannføringene i denne perioden.

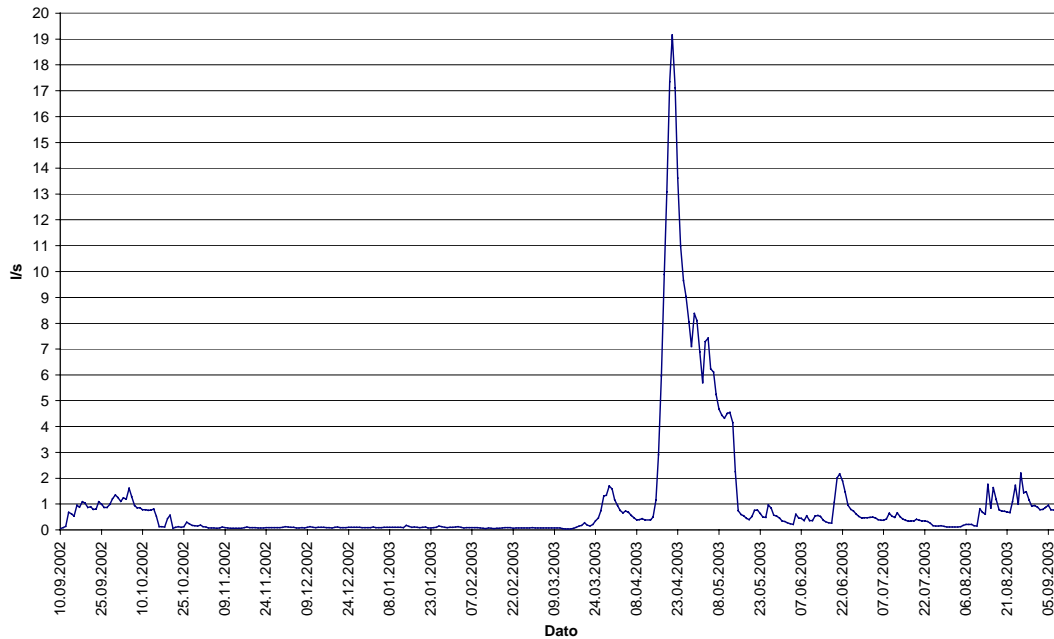


Figur 6. Døgnmiddelvannføringer ved St.1 Bekk ved tipp ved Bjørgensjakten.

En ser av figuren at vannføringen var meget beskjeden høsten og vinteren 2002/2003. Flomtoppen om våren 2003 inntraff 12. mai. En ser også at mye nedbør i august forårsaket høye vannføringer i denne perioden.

Ved hjelp av døgnmiddelvannføringene kan årsavrenningen beregnes. I 2002/2003 ble den beregnet til 36544 m^3 .

Figur 7 viser vannføringskurven for stasjonen i drengrofta nedenfor jernbanelinjen på Storvoll. Kvaliteten på disse målingene er ikke like god som for stasjon 1 da måleprofilen besto av et trekantet overløp med 45 graders profil. I den skarpe profilen hadde blader og kvist lett for å bli hengende fast og gi forhøyet vannstand. Selv om observatøren jevnlig forsøkte å holde profilen ren, var ikke alle målingene like pålitelige. På samme måte som for stasjon 1 kan årsavrenningen beregnes til 32155 m^3 .



Figur 7. Døgnmiddelvanntføringer ved St.3 Drensgrøft nedenfor jernbanelinjen ved Storvoll.

I tabell 2 er det samlet beregnede tidsveiede middelvanntføringer og årsnedbør for de tre undersøkelsesperiodene. En ser at periodene 1995/1996 og 2002/2003 var forholdvis nedbørfattige sett på årsbasis, mens perioden 1999/2000 var nedbørrik. Middelvanntføringen var dobbelt så stor i 1999/2000 som i de to andre periodene.

Tabell 2. Vanntføringsobservasjoner og nedbør i 3 undersøkelsesperioder

Periode	Antall obs.	Middelvanntf. l/s	Årsnedbør % av normalen
1995/1996	11	1,06	85
1999/2000	19	2,21	114
2002/2003	14	0,93	80

3.2 Analyseresultater

Alle analyseresultater fra undersøkelsene er samlet i tabeller bak i rapporten i vedlegg A. I tabell 3, tabell 4, tabell 5 og tabell 6 har en beregnet tidsveiede årsmiddelverdier for de viktigste analysevariable i de undersøkelsene som er utført siden 1995.

Når det gjelder stasjon 1, bekken fra tippet ved Bjørgensjakten, ser det ut til at pH-verdiene har steget noe etter at malmsiloen ble tømt. Tiltaket har også ført til lavere jern- og sulfatkonsentrasjoner. Lavere konduktivitet etter tiltak tyder også på lavere konsentrasjoner av forvitningsprodukter. En kan ikke se noen endringer av betydning når det gjelder sink, noe som kan se merkelig ut da malmen som ble flyttet, ble antatt å inneholde mye sinkblende. At konsentrasjonene var en del lavere i 1999/2000 har trolig sammenheng med mer nedbør og derav følgende fortykning.

Bekken som kommer fra den lille tippet med råmalm ved jernbanelinjen (st.2) er sterkt sur. Metallinnholdet varierer forholdsvis mye i løpet av året i likhet med vannføringen. Forskjeller i middelveidier for de to observasjonsperiodene har mest trolig sammenheng med at antall observasjoner er relativt beskjedent i de to periodene.

Metallkonsentrasjonene i drengroften nedenfor jernbanelinjen (st.3) er høyere enn ved st.2. Dette tyder på at veifyllingen er et større problem enn råmalmtippet ved jernbanelinjen. Vannmengdene vil imidlertid avgjøre hvilken kilde som betyr mest. Det er sannsynlig at avrenning fra annet avfall ovenfor jernbanelinjen går i grunnen under jernbanelinjen og fanges opp delvis av drengroften.

I Skurru tyder middelveidier for kobber og sink på reduserte tilførsler fra gruveområdet. I 1999/2000 kan den markerte nedgangen i konsentrasjonene også ha sammenheng med betydelig mer nedbør med følgende fortykning. I siste periode falt det mindre nedbør enn i 1995/1996. Beregnet middelveid er likevel lavere enn i 1995/1996. Et forhold som kompliserer slike betraktninger er at antall prøvetakinger også sikkert betyr en del for resultatet. I 2003 kan en legge merke til at konsentrasjonene endret seg mye ved de to observasjonene i august (01.08 og 31.08, se tabell 15 i vedlegget). I begynnelsen av måneden var det meget tørt, mens det falt mye nedbør i siste halvdel av august 2003. Dersom det er ønskelig å kvantifisere mulige endringer mer eksakt, er det nødvendig med et mer omfattende og systematisk måleprogram for Skurru. Det synes likevel rimelig å anta at en med bakgrunn i det materialet en har, kan påvise en forbedret vannkvalitet i Skurru som følge av tiltaket i 1999.

Tabell 3. Tidsveiede middelverdier. St.1 Grøft nedenfor tipp i Bjørgåsen utenfor Bjørgensjakten.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1995/1996	3,01	126,7	536	60,3	26,8	22,9	40,4	6,83	15,0	0,032	0,07	0,09	2,10	9,68	1,06
1999/2000	3,62	83,5	350	46,4	46,4	14,9	24,7	4,26	7,17	0,018	0,60	0,06	0,71	8,59	2,21
2002/2003	3,35	88,0	471	75,0	26,3	16,4	15,4	4,56	15,2	0,020	0,07	0,10	1,85	13,6	0,93

Tabell 4. Tidsveiede middelverdier. St.2 Bekk gjennom kulvert i jernbanelinjen ved Storvoll.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1995/1996	3,17	61,3	175	8,07	7,41	6,37	22,6	3,12	7,09	0,017	0,04	0,02	0,39	6,51	2,00
2002/2003	2,88	74,1	220	11,2	10,4	7,60	26,2	3,75	8,09	0,021	0,05	0,05	0,53	9,33	0,75

Tabell 5. Tidsveiede middelverdier. St.3 Drensgrøft nedenfor veifylling ved jernbanelinjen på Storvoll.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1995/1996	2,85	143,3	557	30,9	35,0	25,7	42,9	7,96	15,0	0,031	0,25	0,10	1,37	22,1	0,74
2002/2003	2,93	114,0	483	25,7	31,2	18,8	32,3	7,16	10,6	0,028	0,21	0,12	1,03	21,9	

Tabell 6. Tidsveiede middelverdier for Skurru.

År	Cu µg/l	Zn µg/l	Antall obs.
1995-1996	44,4	127,6	25
1999-2000	25,2	65,7	20
2002-2003	18,0	53,4	10

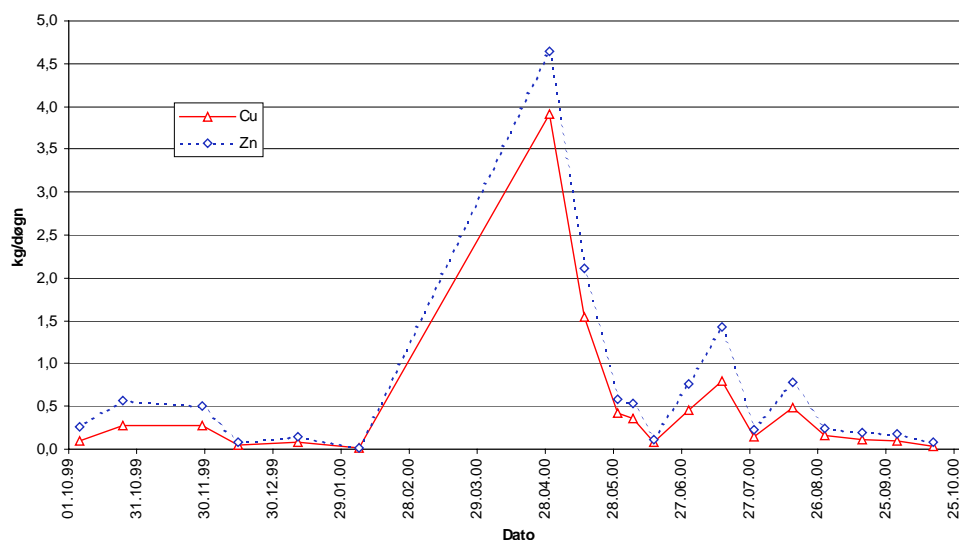
4. Forurensningstransport

Å beregne forurensningstransporten fra et gruveområde kan være svært vanskelig når observasjonsmaterialet er begrenset. I Bjørgåsen har en dessuten det problemet at nedbørfeltene til de enkelte kildene er forholdsvis små. I slike områder må en derfor regne med at konsentrasjoner og vannføringer kan endre seg mye over korte tidsrom avhengig av nedbør og klima. Av økonomiske årsaker har en i denne undersøkelsen valgt en månedlig prøvetakingsfrekvens. Dette kan sikkert av og til gi for dårlig informasjon. Erfaringsmessig er det likevel viktigere å få et så pålitelig tall for vannføringen som mulig da vannføringen vanligvis varierer mer enn analyseverdiene. Ved å multiplisere tidsveiet middelverdi for analyseresultatet med sum av døgnavrenninger for perioden, kan en likevel oppnå et brukbart anslag for årstransporten på en enkel måte innenfor en akseptabel økonomisk ramme. I 1999-2000 ble det kun utført undersøkelser av avrenningen fra tippene ved Bjørgensjakten. I siste periode har en grunnlag for å beregne transport både ved Bjørgensjakten og ved anlegget nede ved Storvoll.

4.1 St.1 Bekk ved tipp under Bjørgensjakten

Da de automatiske vannføringsmålingene sviktet, ble det i stedet tatt prøver hyppigere og målt vannføring manuelt ved hver prøvetaking. I tabell 7 har en beregnet døgntransporten for noen viktige analyseparametre vha observert vannføring og analyseresultat. Ved å tidsveie døgntransportverdiene har en også beregnet årstransporten i perioden. Til orientering har en også beregnet transporten i den foregående undersøkelsen i 1995/1996 på samme måten (se tabell 9).

Figur 8 fremstiller grafisk de beregnede transportverdier for kobber og sink.



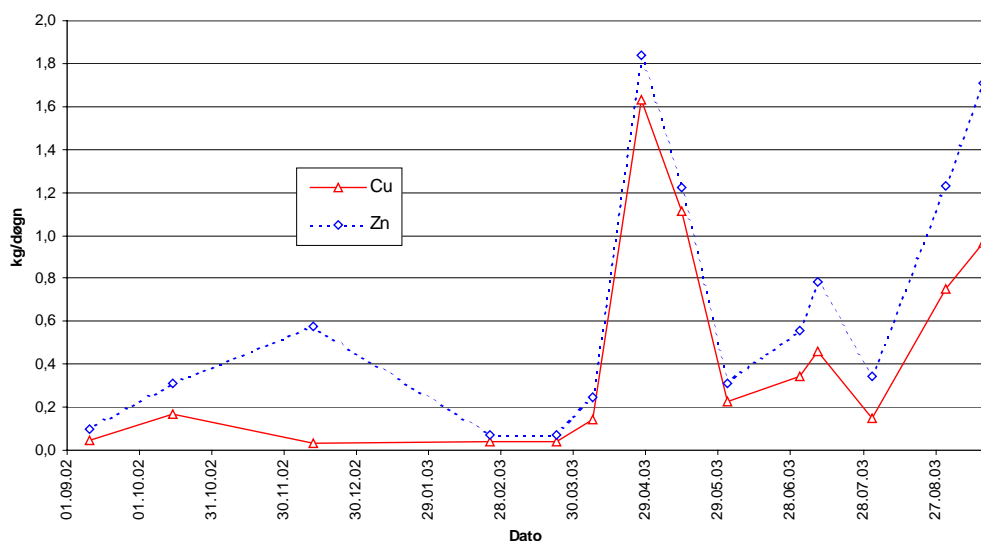
Figur 8. Momentane transportverdier for kobber og sink i 1999-2000.

Tabell 7. Momentan forurensningstransport fra tipp ved Bjørgensjakten 1999-2000. Årstransporten i perioden er beregnet ved å tidsveie døgnverdiene.

	SO₄	Fe	Cu	Zn
	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
06.10.1999	13,6	0,34	0,100	0,260
25.10.1999	26,7	0,92	0,279	0,562
29.11.1999	21,1	1,00	0,273	0,504
15.12.1999	3,8	0,44	0,041	0,077
10.01.2000	7,4	0,27	0,075	0,149
06.02.2000	0,9	0,03	0,009	0,018
30.04.2000	241,0	37,73	3,905	4,645
15.05.2000	101,5	14,00	1,541	2,113
30.05.2000	28,5	2,16	0,417	0,588
06.06.2000	27,2	1,75	0,358	0,534
15.06.2000	6,0	0,34	0,075	0,119
30.06.2000	39,9	10,64	0,458	0,762
15.07.2000	67,1	4,12	0,790	1,428
29.07.2000	11,0	0,77	0,150	0,233
15.08.2000	35,6	2,59	0,491	0,781
29.08.2000	12,9	0,82	0,157	0,250
15.09.2000	9,3	0,53	0,118	0,192
30.09.2000	8,5	0,30	0,094	0,171
16.10.2000	4,2	0,14	0,039	0,085
Sum perioden 1999-2000	18,6 tonn	0,25 tonn	0,28 tonn	0,37 tonn

En ser at transporten er høyest under vårflommen. Store deler av årstransporten foregår trolig da. Det var forholdsvis små forskjeller i beregnet årstransport for periodene 1995/96 og 1999/2000. Normalt kunne en forvente en høyere transport i 1999/2000 pga mer nedbør. En mulig forklaring kan derfor være at flytting av malm fra siloene har hatt en positiv effekt.

I perioden 2002/2003 virket vannføringsmålingene tilfredsstillende. For denne perioden har en beregnet årstransporten etter begge metoder. Det mest pålitelige resultatet får en trolig ved å multiplisere årsavrenningen med tidsveiet middelværdi for analyseresultat. Figur 9 viser momentane transportverdier for kobber og sink i den siste perioden 2002-2003. De øvrige transporttallene er samlet i tabell 8.



Figur 9. Momentan transport av kobber og sink fra tipp ved Bjørgensjakten i 2002/2003.

Tabell 8. Momentan forurensningstransport fra tipp ved Bjørgensjakten 2002-2003. Årstransporten i perioden er beregnet ved å tidsveie døgnverdiene.

	SO₄	Fe	Cu	Zn
	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
10.09.2002	5,44	0,08	0,04	0,10
15.10.2002	16,53	0,58	0,17	0,31
12.12.2002	4,23	0,10	0,03	0,57
23.02.2003	5,28	0,07	0,04	0,07
23.03.2003	5,04	0,09	0,04	0,07
07.04.2003	14,90	0,34	0,14	0,25
27.04.2003	98,07	11,52	1,63	1,84
14.05.2003	69,81	4,88	1,11	1,22
02.06.2003	16,74	0,73	0,23	0,31
02.07.2003	29,59	1,29	0,34	0,56
09.07.2003	42,91	1,31	0,46	0,78
01.08.2003	21,44	0,44	0,15	0,34
31.08.2003	57,71	2,98	0,75	1,23
16.09.2003	82,45	3,62	0,97	1,71

Sum perioden 2002-2003 9,0 tonn 0,52 tonn 0,11 tonn 0,20 tonn

En ser her at en hadde de høyeste transportverdier under snøsmeltingen om våren og under en nedbørrik periode i august 2003. Transporten om våren var imidlertid forholdsvis beskjeden pga små snømengder og lite nedbør. Dessuten fordampet det meste av den snøen som lå i området våren 2003 og forårsaket derfor liten avrenning.

I tabell 9 har en samlet det materialet en har for årstransporten fra tippet ved Bjørgensjakten. For den siste undersøkelsesperioden har en beregnet transporten på begge måter. I den nederste linjen har en beregnet transporten vha tidsveiet middelværdi for analyseresultat og målt årsavrenning vha kontinuerlige vannføringsmålinger. Vi antar at å benytte de kontinuerlige vannføringsmålingene vil gi de mest pålitelige transportanslagene.

Tabell 9. Årstransport fra tipp ved Bjørgensjakten.

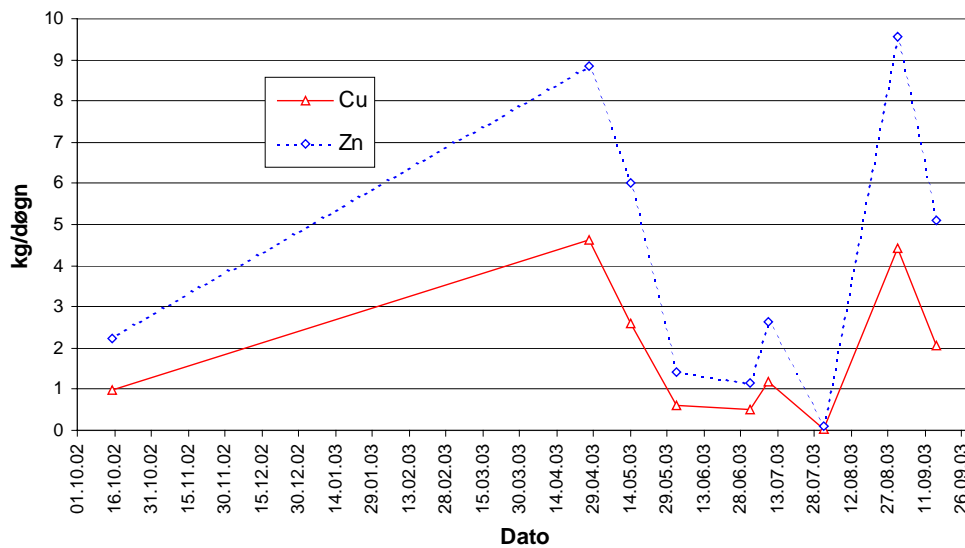
Periode	SO ₄ tonn/år	Fe tonn/år	Cu tonn/år	Zn tonn/år
1995-1996	18,4	1,9	0,28	0,48
1999-2000	18,6	2,5	0,28	0,37
2002-2003	9,0	0,52	0,11	0,20
2002-2003 *	16,7	0,55	0,16	0,54

*Beregnet vha kontinuerlig vannføringsmåling

Beregningen tyder på at en har hatt en viss reduksjon i forurensningstransporten i bekken i forhold til observasjonene i 1995/1996. Det er vanskelig å gi en presis tallfesting av reduksjonen da nedbør og klima også har stor betydning for årsresultatene. Ved de tre observasjonsperiodene en har, har det vært forholdsvis store forskjeller når det gjelder nedbør. Utslaget er tydeligst for jern, med det kan også se ut som en har en mindre reduksjon i kobber- og sinktransporten.

4.2 St.2 og St.3. Prøvetakingsstasjoner ved Storvoll

Nede ved Storvoll har en hatt to prøvetakingsstasjoner. Stasjon 2 fanger opp avrenningen fra den gamle råmalmtippen like ved jernbanelinjen og malmsiloen. Bekken er ledet under jernbanen i kulvert. Prøvetaking og vannmengdemåling ble foretatt ved utløpet av et midlertidig anlagt rør i bekken like nedenfor jernbanelinjen. Vannføringen ble målt etter bøtte/stoppeklokkemetoden. Figur 10 viser grafisk momentane transportverdier for kobber og sink ved prøvetakingstidspunktene i 2002-2003.



Figur 10. Momentane transportverdier for kobber og sink ved stasjon 2 i 2002-2003.

Det er forbundet med stor usikkerhet å beregne årstransporten ved denne stasjonen. Dersom en tidsveier de beregnede døgntransportverdiene, vil en få for høy årstransport. I perioden ble det observert at det ikke rant vann i bekken ved oppstart av programmet den 10.09.02. Det begynte å renne vann i begynnelsen av oktober måned. En ukes tid etter prøvetakingen den 15.10.02 kom frosten. Det rant ikke vann i bekken om vinteren. Under NIVAs befaring den 09.04.03 var også bekken tørr. Det kom vann i bekken igjen ca. 12.04. Ved prøvetakingen den 01.08.03 var bekken nesten tørr igjen.

Dersom en tar hensyn til de lange periodene da bekken var tørr, og summerer tidsveiede døgntransportverdier som for stasjon 1, kan man anslå følgende årstransport for stasjon 2 :

SO ₄	:	19,4 tonn
Fe	:	2,5 tonn
Cu	:	0,33 tonn
Zn	:	0,73 tonn
Cd	:	1,9 kg

Ved stasjon 3, drenggrøften nedenfor veien der den krysser jernbanelinjen, ble vannføringen målt kontinuerlig. Her vil en oppnå de mest pålitelige anslag for årstransporten ved å multiplisere beregnet avrenning (sum av døgnmiddelvanngmengder) med tidsveiet middel for analyseresultat. Følgende årstransport kan derved beregnes:

SO ₄	:	15,4 tonn
Fe	:	1,0 tonn
Cu	:	0,23 tonn
Zn	:	0,34 tonn
Cd	:	0,9 kg

4.3 Skurru

I de undersøkelsene som hittil er foretatt i Bjørgåsen har en ikke lagt opp til vannføringsmåliner i Skurru. For å kunne gi et anslag over forurensningstransporten i Skurru må en derfor benytte midlere avrenningskoeffisienter (NVE, 1987). Skurru har et nedbørfelt på 24 km². Dersom man benytter en midlere avrenningskoeffisient på 20 l/s·km², blir midlere vannføring 0,48 m³/s. Det er gjennomført prøvetakinger med analyse av kobber og sink i de tre periodene 1995/1996, 1999/2000 og 2002/2003. Dersom man tar hensyn til årsnedbøren i de tre periodene, blir midlere vannføring henholdsvis 0,41 m³/s, 0,55 m³/s og 0,38 m³/s. Med de tidsveiede middelverdier som er beregnet for kobber og sink i tabell 6, kan følgende årstransporter beregnes:

År	Cu tonn	Zn tonn
1995-1996	0,57	1,65
1999-2000	0,44	1,14
2002-2003	0,22	0,64

Det knytter seg betydelig usikkerhet til slike beregninger. Tallene tyder likevel på at forurensningstransporten fra Bjørgåsen gruveområde har avtatt etter det tiltaket som ble gjennomført i 1999. En legger også merke til at transporten er lavere enn for summen av transportene ved st.1, 2 og 3. Dette er naturlig. Nedenfor stasjon 1 passerer avrenningen gjennom områder med løsmasser. En stor andel av metallinholdet antas derfor å bli avsatt på veien ned mot Skurru, spesielt når det gjelder jern og kobber. Det samme gjelder for de to stasjonene nede ved Storsvoll. Her kan en forøvrig se dreneringsretningen gjennom løsmassene ved at vegetasjonen er avsvidd. Stasjonen i Skurru kan derfor ikke benyttes for å avgjøre hvor mye forvittringsprodukter som frigjøres ved kildene, men den kan benyttes til å avgjøre hvor mye metaller som kommer fram til Gaula og belaster hovedvassdraget. Det er ikke mulig for fisk å overleve i Skurru nedstrøms tilførselene fra Bjørgåsen. Dette er også kommentert i en nylig utgitt rapport for Statens forurensningstilsyn der en har beregnet antall kilometer elvestrekning som er betydelig påvirket av gruveavrenning og der kobberkonsentrasjonene er over 10 µg/l (Iversen og Arnesen, 2003). Skurru inngår i denne beregningen med en strekning på 1 km.

5. Samlet vurdering

Forurensningstilførslene fra gruveområdet til Killingdal gruve i Bjørgåsen har sin årsak i flere mindre kilder. Området kan deles inn i to hovedområder, der det ene er lokalisert til området ved sjaktåpningen i Bjørgåsen, den såkalte Bjørgensjakten. Det andre området er lokalisert lenger ned i Bjørgåsen ved lasteanleggene ved jernbanelinjen ved Storvoll. Hele området drenerer til Skurru som er sideelv til Gaula.

Virkningene av forurensningstilførslene fra gruveområdet er kartlagt gjennom det statlige program for forurensningsovervåking av Gaula som ble gjennomført i årene 1986-2000. Programmet omfattet bl.a. sidevassdraget Skurru. I 1995-1996 ble det gjennomført en mer detaljert kartlegging av forurensningskildene i Bjørgåsen. Undersøkelsene var grunnlag for tiltaksarbeidet som ble igangsatt i 1999 med fjerning av gammel råmalm fra siloene i Bjørgensjakten. Den foreliggende rapporten gir en status for forurensningssituasjonen i området etter gjennomføring av feltundersøkelser i to perioder av ett års varighet, i 1999-2000 og i 2002-2003.

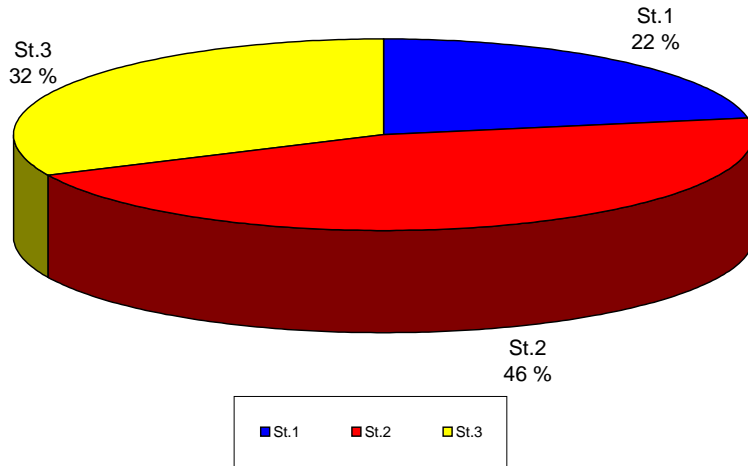
Etter å ha gjennomført en vellykket kartlegging der en har tatt i bruk kontinuerlige vannføringsmålinger ved to av prøvetakingsstasjonene, har en fått en forholdsvis sikker informasjon om betydningen av de enkelte kilder. Erfaringene fra de tre undersøkelsene som er gjennomført, tyder på at tiltaket som ble gjennomført i 1999, har ført til en reduksjon i avrenningen av kobber og sink med størrelsesorden 25-50 % fra det øvre området ved Bjørgensjakten. Når det er vanskelig å angi reduksjonen mer presis, har dette sammenheng med at avrenningen er sterkt avhengig av nedbør og klima. I de tre periodene en har data for, har årsnedbøren variert mellom 80 og 114 % av et normalår.

I det nedre området ved Storvoll har det ikke skjedd noen endringer. En har fått bedre data for den delen av avrenningen som fanges opp av en dreneringsgrøft nedenfor jernbanelinjen etter gjennomførte feltundersøkelser i 2002-2003. Supplerende opplysninger om avrenningen fra en gammel råmalmtipp ved jernbanelinjen tyder på at dette er en stor kilde i området. En har kommet fram til følgende nøkkeltall for avrenningen av viktige komponenter ved utgangen av 2003 :

	SO ₄	Fe	Cu	Zn
	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år
St.1 Tipp ved Bjørgensjakten	16,7	0,55	0,16	0,54
St.2 Sig fra råmalmtipp ved Storvoll	19,4	2,5	0,33	0,73
St.3 Drensgrøft ved Storvoll	15,4	1,0	0,23	0,34
Samlet avrenning fra Bjørgåsen i 2002/2003	51,5	4,1	0,72	1,6

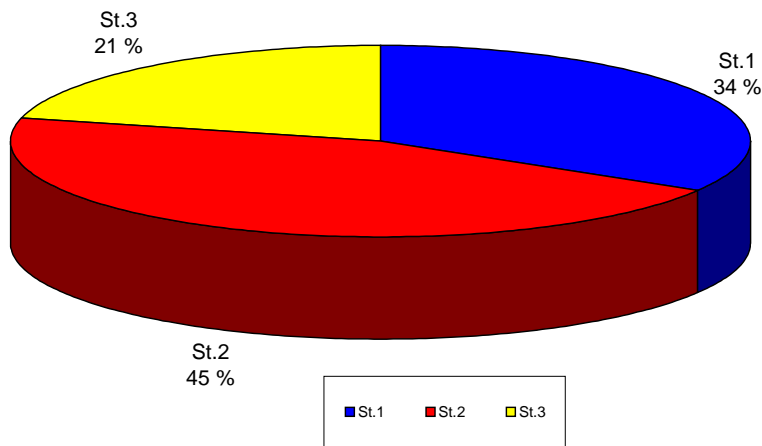
Forurensningstransporten ved st. 1 har blitt mindre i forhold til i 1995/1996. Når samlet transport er beregnet høyere i 2002/2003 enn i 1995/1996, skyldes dette stort sett at transporten fra råmalmtippen ved Storvoll tilsynelatende er høyere. Det er svært vanskelig å kartlegge denne kilden da nedbørfeltet er så lite og vannføringen svært varierende. Det er derfor vanskelig å anslå en god årstransport fra denne tippen. Når en imidlertid kan påvise døgntransporter av kobber og sink på opptil 5 kg, tyder dette på at tippen har et høyt innhold av kismaterialer. Overflaten på tippen er også betydelig forvitret. Mye tyder på at tungmetalltransporten fra Storvoll-området kan halveres ved å fjerne denne tippen. Store deler av avrenningen kommer imidlertid ikke fram til Skurru, men tas opp i løsmassene mellom gruveområdet og elva. Med bakgrunn i tallene i tabellen ovenfor har en gitt en grafisk fremstilling av betydningen av de enkelte kilder når det gjelder kobber- og sinktransport :

Fordeling av kobbertransport på kilder



Prosentvis fordeling av kobbertransporten fra Bjørgåsen på kildene.

Fordeling av sinktransport på kilder



Prosentvis fordeling av sinktransporten fra Bjørgåsen på kildene.

6. Referanser

Iversen, E.R., 1998. Killingdal gruve. Avrenning fra Bjørgåsen. NIVA-rapport, O-95169, L.nr. 3862-98. 31 s.

Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 2003. Elvestrekninger påvirket av gruvedforurensning. Statens forurensningstilsyn. TA-nr. 1986/2003. ISBN 82-577-4402-6. 81 s.

NVE (1987). Avrenningskart over Norge. Norges vassdrags- og energiverk. Vassdragsdirektoratet, hydrologisk avdeling. 1987.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 10. Analyseresultater. St.1 Sigevann fra tipp ved Bjørgen sjakt 1999-2000.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
06.10.1999	3,76	65,7	314	53,8	19,2	10,7	7,91	2,31	6,02	0,015	0,05	0,070	1,45	8,18	0,50
25.10.1999	3,42	76,0	368	53,0	23,2	15,7	12,7	3,85	7,74	0,020	0,06	0,090	1,56	8,54	0,84
29.11.1999	3,13	115,0	443	52,9	28,6	20,9	21,0	5,74	10,6	0,030	0,08	0,120	1,85	8,55	0,55
15.12.1999	3,64	63,5	317	47,6	19,2	13,7	36,7	3,37	6,36	0,015	0,05	0,075	1,20	8,63	0,14
10.01.2000	3,80	57,1	277	46,2	16,2	11,4	9,98	2,79	5,58	0,015	0,04	0,065	1,15	8,34	0,31
06.02.2000	3,96	48,9	256	44,1	15,4	10,7	9,46	2,60	5,14	0,010	0,04	0,060	1,11	7,91	0,04
30.04.2000	2,86	101,0	329	23,4	13,7	13,4	51,5	5,33	6,34	0,020	0,66	0,030	0,09	3,82	8,48
15.05.2000	3,39	37,3	115	11,3	5,02	5,04	15,9	1,75	2,40	0,005	0,27	0,015	0,03	2,93	10,19
30.05.2000	2,99	104,0	413	42,7	19,0	19,2	31,2	6,04	8,50	0,025	1,13	0,045	0,10	7,73	0,80
06.06.2000	3,09	89,9	389	45,0	17,8	16,2	25,0	5,11	7,63	0,020	1,09	0,050	0,09	8,27	0,81
15.06.2000	3,12	81,7	332	44,8	16,1	3,12	18,6	4,11	6,56	0,015	1,07	0,040	0,08	8,78	0,21
30.06.2000	3,56	39,1	156	23,7	10,0	10,1	41,6	1,79	2,98	0,009	0,59	0,030	0,04	11,5	2,96
15.07.2000	3,56	36,2	124	20,0	6,5	5,04	7,62	1,46	2,64	<0,005	0,44	0,017	0,03	4,15	6,26
29.07.2000	2,91	132,0	554	68,2	30,3	26,3	38,5	7,53	11,7	0,034	1,79	0,064	0,14	13,0	0,23
15.08.2000	3,14	76,5	271	36,0	15,8	12,6	19,7	3,74	5,95	0,014	0,96	0,039	0,07	6,66	1,52
29.08.2000	2,99	119,0	551	60,8	29,3	23,7	35,2	6,73	10,7	0,026	1,72	0,070	0,13	11,6	0,27
15.09.2000	3,03	118,0	467	59,9	28,5	21,7	26,7	5,93	9,64	0,025	1,65	0,064	0,12	10,6	0,23
30.09.2000	3,25	95,8	392	59,1	24,0	17,0	14,1	4,35	7,93	0,019	1,48	0,056	0,10	10,8	0,25
16.10.2000	3,22	90,4	374	61,8	23,9	14,8	12,1	3,44	7,58	0,015	1,48	0,051	0,09	12,2	0,13
Gj.snitt	3,31	81,4	339	45,0	19,0	14,28	22,9	4,10	6,95	0,018	0,77	0,055	0,494	8,54	1,83
Maks.verdi	3,96	132,0	554	68,2	30,3	26,30	51,5	7,53	11,70	0,034	1,79	0,120	1,850	13,00	10,19
Min.verdi	2,86	36,2	115	11,3	5,02	3,12	7,62	1,46	2,40	<0,005	0,04	0,015	0,025	2,93	0,04

Tabell 11. Analyseresultater. St.1 Sigevann fra tipp ved Bjørgen sjakt 2002-2003.

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	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
10.09.2002	3,77	70,6	350	74,6	18,6	9,08	5,46	2,89	6,21	0,016	1,26	0,05	0,070	13,7	0,18
15.10.2002	3,24	92,7	425	66,5	24,7	15,1	14,9	4,31	7,93	0,020	1,65	0,06	0,099	11,3	0,45
12.12.2002			350	65,9	19,5	11,8	8,49	2,85	47,4	0,014	1,47	0,05	0,075	11,6	0,14
23.02.2003			470	79,1	25,4	14,8	6,37	3,37	6,50	0,017	1,97	0,06	0,091	14,3	0,13
23.03.2003	3,35	90,5	449	71,2	24,5	15,0	7,95	3,65	6,41	0,017	1,95	0,07	0,093	13,0	0,13
07.04.2003	3,39	93,3	479	74,3	28,1	18,0	10,9	4,59	7,95	0,022	2,09	0,07	0,112	12,2	0,36
27.04.2003	2,84	154,0	668	60,9	34,7	29,5	78,4	11,1	12,5	0,035	1,99	0,09	0,174	9,65	1,70
14.05.2003	3,43	37,6	117	15,5	5,97	4,55	8,18	1,87	2,05	0,005	0,33	0,02	0,028	3,46	6,90
02.06.2003	3,20	70,5	258	37,2	13,3	9,76	11,2	3,50	4,81	0,013	0,85	0,04	0,062	7,74	0,75
02.07.2003	3,15	92,5	389	57,7	22,1	14,6	17,0	4,53	7,30	0,019	1,44	0,06	0,090	12,1	0,88
09.07.2003	3,32	75,6	320	49,6	18,4	11,3	9,78	3,43	5,85	0,016	1,23	0,05	0,075	11,2	1,55
01.08.2003	4,29	64,1	335	69,6	19,7	8,4	6,93	2,34	5,39	0,014	1,13	0,05	0,065	12,4	0,74
31.08.2003	3,09	97,7	395	51,3	23,9	16,3	20,4	5,14	8,42	0,023	1,47	0,06	0,101	8,86	1,69
16.09.2003	3,14	109,3	497	58,5	31,6	20,7	21,8	5,83	10,3	0,027	1,82	0,08	0,129	11,9	1,0
Gj.snitt	3,35	87,4	393	59,4	22,2	14,2	16,3	4,24	9,93	0,018	1,48	0,06	0,090	11,0	1,19
Maks.verdi	4,29	154,0	668	79,1	34,7	29,5	78,4	11,1	47,4	0,035	2,09	0,09	0,174	14,3	6,90
Min.verdi	2,84	37,6	117	15,5	5,97	4,55	5,46	1,87	2,05	0,005	0,33	0,02	0,028	3,46	0,13

Tabell 12. Analyseresultater. St. 2. Liten bekk gjennom kulvert under jernbanelinjen på Storvoll.

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	Vannf l/s
15.10.2002	2,98	73,0	214	10,5	9,23	6,56	27,3	3,71	8,57	0,020	0,022	0,522	0,041	0,044	8,26	0,26
27.04.2003	2,87	95,5	267	12,2	10,20	8,30	44,2	4,62	8,86	0,047	0,023	0,611	0,051	0,057	7,57	1,00
14.05.2003	3,68	17,1	39,2	3,12	2,07	1,36	4,16	0,69	1,58	<0,01	0,004	0,077	0,010	0,008	2,49	3,80
02.06.2003	3,08	64,3	190	10,3	10,0	8,65	16,0	3,47	7,88	0,030	0,021	0,461	0,057	0,052	6,62	0,18
02.07.2003	2,91	100,8	338	15,7	17,1	15,1	30,8	6,38	14,2	0,039	0,038	0,820	0,093	0,087	11,6	0,08
09.07.2003	3,09	73,5	240	12,0	11,7	10,1	20,2	4,52	10,1	0,034	0,028	0,592	0,066	0,058	8,51	0,26
01.08.2003	3,09	86,2	305	22,6	25,5	10,2	2,66	3,42	8,51	0,020	0,024	0,874	0,120	0,073	36,0	0,01
31.08.2003	3,16	47,7	108	5,54	4,37	3,15	16,8	1,82	3,92	0,020	0,011	0,186	0,019	0,021	4,80	2,44
16.09.2003	3,38	37,1	94,0	5,74	4,67	3,11	6,67	1,50	3,73	<0,01	0,009	0,198	0,025	0,019	4,98	1,37
Aritm.middel	3,14	66,1	200	10,9	10,5	7,39	18,8	3,35	7,48	0,024	0,020	0,482	0,054	0,047	10,1	1,04
Maks.verdi	3,68	100,8	338	22,6	25,5	15,1	44,2	6,38	14,2	0,047	0,038	0,874	0,120	0,087	36,0	3,80
Min.verdi	2,87	17,1	39,2	3,12	2,07	1,36	2,66	0,69	1,58	<0,01	0,004	0,077	0,010	0,008	2,49	0,01
Tidsv.middel	3,03	74,6	219	11,2	10,3	7,35	26,4	3,69	8,00	0,028	0,021	0,523	0,050	0,048	9,42	0,82

Tabell 13. Analyseresultater. St. 3. Drensgrøft nedenfor veifylling ved kryssing av jernbanelinje ved Storvoll.

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	Vannf l/s
10.09.2002	2,86	136,0	542	33,9	40,3	19,2	28,7	4,57	9,47	<0,01	0,026	1,30	0,319	0,126	34,1	0,067
15.10.2002	2,89	129,0	587	33,4	41,1	24,2	29,9	6,35	12,4	0,01	0,031	1,36	0,283	0,148	30,6	0,19
07.04.2003	3,04	81,6	317	14,1	18,0	11,9	28,9	8,81	9,43	0,02	0,027	0,63	0,120	0,086	12,8	0,52
27.04.2003	3,42	32,3	84,7	6,34	4,97	3,58	8,83	1,61	2,32	<0,01	0,006	0,24	0,028	0,026	3,93	0
14.05.2003	3,08	7,43	252	15,0	15,9	12,4	19,5	4,50	7,19	0,02	0,019	0,59	0,110	0,076	9,43	
02.06.2003	2,84	130,0	500	27,2	30,7	23,2	28,3	8,63	11,7	0,03	0,032	1,00	0,214	0,137	22,2	0,19
02.07.2003	2,76	157,3	644	33,3	39,4	26,6	44,0	8,34	13,1	0,03	0,034	1,32	0,247	0,161	13,1	0,73
09.07.2003	2,79	158,9	650	39,8	40,2	26,0	42,2	7,63	13,0	0,03	0,034	1,39	0,254	0,160	27,1	0,4
01.08.2003	2,69	175,0	719	34,7	48,4	26,5	38,1	7,89	10,5	0,01	0,031	1,28	0,315	0,154	36,8	0,01
31.08.2003	2,80	142,6	569	26,8	32,3	21,9	61,6	8,15	11,5	0,03	0,030	1,07	0,177	0,146	19,4	0,76
16.09.2003	2,77	173,9	668	36,7	44,9	2,77	58,0	8,62	13,8	0,03	0,036	1,43	0,251	0,181	28,6	0,28
Gj.snitt	2,90	120,4	503	27,4	32,4	18,0	35,3	6,83	10,4	0,02	0,028	1,06	0,211	0,127	21,6	0,3147
Maks.verdi	3,42	175,0	719	39,8	48,4	26,6	61,6	8,81	13,8	0,03	0,036	1,43	0,319	0,181	36,8	0,76
Min.verdi	2,69	7,43	84,7	6,34	4,97	2,77	8,83	1,61	2,32	<0,01	0,006	0,24	0,028	0,026	3,93	0

Tabell 14. Analyseresultater. Skurru 1999-2000.

	Cu	Zn
	µg/l	µg/l
29.08.99	11	34
15.09.99	12	46
04.10.99	14	45
15.10.99	49	89
30.10.99	13	38
15.11.99	26	88
29.11.99	29	80
12.12.99	30	86
28.12.99	33	98
16.01.00	45	123
06.02.00	45	120
29.02.00	41	110
31.03.00	48	128
30.04.00	22	38
15.05.00	17	30
30.05.00	7,8	18
15.06.00	10	23
29.07.00	12	28
15.08.00	22	53
29.08.00	27	64
Gj.snitt	25,7	67,0
Maks.verdi	49	128
Min.verdi	7,8	18
Tidsv.middel	25,2	65,7

Tabell 15. Analyseresultater. Skurru 2002-2003.

Dato	Cu	Zn
	µg/l	µg/l
15.10.02	18,5	62,0
12.12.02	12,0	47,4
23.02.03	22,4	85,6
23.03.03	46,3	152,0
07.04.03	75,6	180,0
27.04.03	47,1	108,0
02.06.03	5,6	16,3
02.07.03	12,6	32,5
01.08.03	2,6	7,1
31.08.03	25,9	59,5
Gj.snitt	26,9	75,0
Maks.verdi	75,6	180,0
Min.verdi	2,6	7,1
Tidsv.middel	18,0	53,4
