



RAPPORT LNR 4799-2004

Skorovas gruve, Namsskogan kommune

Kartlegging av avrenning fra
gruveområdet



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 Skorovas gruve, Namsskogan kommune Kartlegging av avrenning fra gruveområdet	Løpenr. (for bestilling) 4799-2004	Dato 10. februar 2004
	Prosjektnr. O-21097	Sider 38
Forfatter(e) Iversen, Eigil	Fagområde Miljøgifter	
	Geografisk område Nord-Trøndelag	Trykket NIVA 2004

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best.nr. 15/01 BV utg. 0385/01 HE/BK Sak nr. FK/01
---------------------------------	---

<p>Sammendrag</p> <p>Skorovas gruve var tidligere en av de mest forurensende kisgruvene. Avrenningen påvirket Stallvikelva og Skorovasselva i betydelig grad. Undersøkelsene som er gjennomført av avrenningen fra gruveområdet i 2001-2002, viser at avrenningen av kobber og sink er redusert med henholdsvis 96 og 92 % etter at tiltakene ble avsluttet i 1995. I dag er det bare tilførslene til Skorovasselva som er av noen betydning. Tilførslene fra gruveområdet kan fortsatt spores i nedre deler av Grøndalselva når det gjelder sink. I den fremtidige kontroll er det viktigst å ha tilsyn med vannstanden i gruva.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Avrenning 3. Tungmetaller 4. Skorovas gruve 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite mining 2. Run-off 3. Acid Rock Drainage 4. Skorovas mine
--	--



Eigil Rune Iversen
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

O-21097

Skorovas gruve, Namsskogan kommune

Kartlegging av avrenning fra gruveområdet

Forord

Skorovas gruve var tidligere en av de ti mest forurensende kisgruvene i Norge. Til tross for at driften er av nyere dato, tok det ikke mange årene før forurensningsproblemene ble svært store. Gruva, og avfallet som ble deponert i dagen, utviklet et dreinsvann med betydelig surhet og tungmetallinnhold. Området var således lenge en "hodepine" for alle berørte parter.

Området er også et godt eksempel på den store forskjellen mellom tidligere tiders og moderne drifts- og deponeringsteknikk. Som tiltaksstrategi benyttet en i stor grad vann for å begrense omfanget av forvittringsprosessene. I Skorovatn ser dette ut til å ha vært en god løsning.

Gruveselskapet la i mange år ned stor innsats i å kartlegge problemene og til slutt løse dem. Denne siste undersøkelse som er gjennomført 7 år etter at tiltakene ble avsluttet, har Bergvesenet tatt initiativet til og finansiert. Vi takker Bergvesenet for samarbeidet.

Vi takker også vår lokale observatør Ove J. Vollan for samarbeidet og for innsatsen i forbindelse med gjennomføring av feltarbeidet.

En takk også til Jan Skinstad, Røyrvik for å ha stilt en av de gamle målebuene til disposisjon.

Oslo, 10. februar 2004

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Gruveområdet	9
3. Meteorologiske og hydrologiske forhold	11
3.1 Nedbør og klima	11
3.2 Vannføringsobservasjoner	12
4. Vannkvalitet	15
4.1 Stasjon B3 Utløp Dausjøen	15
4.2 Stasjon B4 Dausjøbekken	18
4.3 Stasjon B5 Utløp Store Skorovatn	20
4.4 Stasjon D1 Grubebekken	22
4.5 Drenering mot Stallvikvassdraget	23
4.6 Drenering mot Grubebekken og Dausjøen	24
4.7 Stasjon B10 Grøndalselva	25
5. Forurensningstransport	27
6. Samlet vurdering	31
7. Litteratur	32
Vedlegg A. Analyseresultater	33

Sammendrag

Skorovas gruve var i mange år en av de mest forurensende blant kisgruvene. Etter gruvestarten i 1952 tiltok forurensningsproblemene betydelig i alle år fram til nedleggelsen i 1984. Gruveselskapet gjennomførte i driftstiden et stort kartleggingsprogram for å dokumentere den effekt virksomheten medførte på de tilstøtende vassdrag. Resultatene fra dette programmet har vært til stor hjelp i tiltaksarbeidet.

Da driften ble nedlagt i 1984, startet et tidkrevende oppryddingsarbeid. Mens tiltaksvurderingene pågikk, gjennomførte gruveselskapet en kalking av avrenningen til Skorovasselva for å sikre en tilfredsstillende forurensningstilstand i nedre del av vassdraget. Det tok 10 år før tiltakene var avsluttet. Tiltakene har hatt som strategi å benytte vann for å begrense omfanget av forvittringsprosessene som forårsaket problemene i Skorovatn. Det meste av gruveavfallet som var deponert i dagen, ble til slutt deponert og tildekket under vann i Dausjøen. I tillegg ble gruva vannfylt så langt det var mulig.

De foreliggende undersøkelser har vist at sett i forhold til situasjonen i 1990, er samlet avrenning av kobber og sink redusert med henholdsvis 96 og 92 %. Dette vurderes som et svært godt resultat. Avrenningen fra gruveområdet til Stallvikelva er nesten fullstendig fjernet. Tilførslene til Skorovasselva/Grøndalselva kan fortsatt spores ved forhøyede verdier for sink på hele strekningen ned til Namsen. Avrenningen av kobber er redusert så vidt mye at det sannsynligvis ikke er skadelige effekter på fisk i Grøndalselva. Situasjonen vurderes svært lik situasjonen slik den var før gruvestart i 1952.

Undersøkelsen har ikke hatt som mål å gi noen detaljert beskrivelse av forurensningstilstanden i vassdragene. Gjennomføring av biologiske undersøkelser vil gi et mer fullstendig bilde av tilstanden etter at tiltakene er avsluttet.

Følgende nøkkeltall er beregnet for størrelsen på samlet avrenning fra gruveområdet før tiltakene virket og etter tiltakene i 2002:

År	Kobber tonn/år	Sink tonn/år
1990	16,0	41,2
2002	0,59	3,4

Summary

Title: Acid Rock Drainage from Skorovas Mine, Norway

Year: 2004

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4478-6

The Skorovas Mines are situated in Namsskogan municipality in Nord-Trøndelag County. The mines were operated between 1952-1984. In the period from 1952-1975 the ore was dressed by a heavy media process, and with bulk flotation of the fines. The tailings were partly deposited on the shore and partly under water in a small lake close to the mine site, Lake Dausjøen. From 1976 until mine closure in 1984, the ore was concentrated by selective flotation producing concentrates of copper and zinc. The tailings, containing pyrite, were disposed under water in Lake Dausjøen.

After a short time of operation, the mines and waste rock generated considerable acid rock drainage. At the time of mine closure in 1984 this mine was one of the most polluting pyrite mines in Norway. In the period from 1984 –1995 different mitigative measures were carried out. The mine was flooded as completely as possible and the waste rock dump outside the main adit was moved and disposed under water in Lake Dausjøen. This report gives a survey of the water quality in the area 7 years after the last measures. The measures carried out have reduced the transport of copper and zinc from the mining area with about 96 and 92 % respectively.

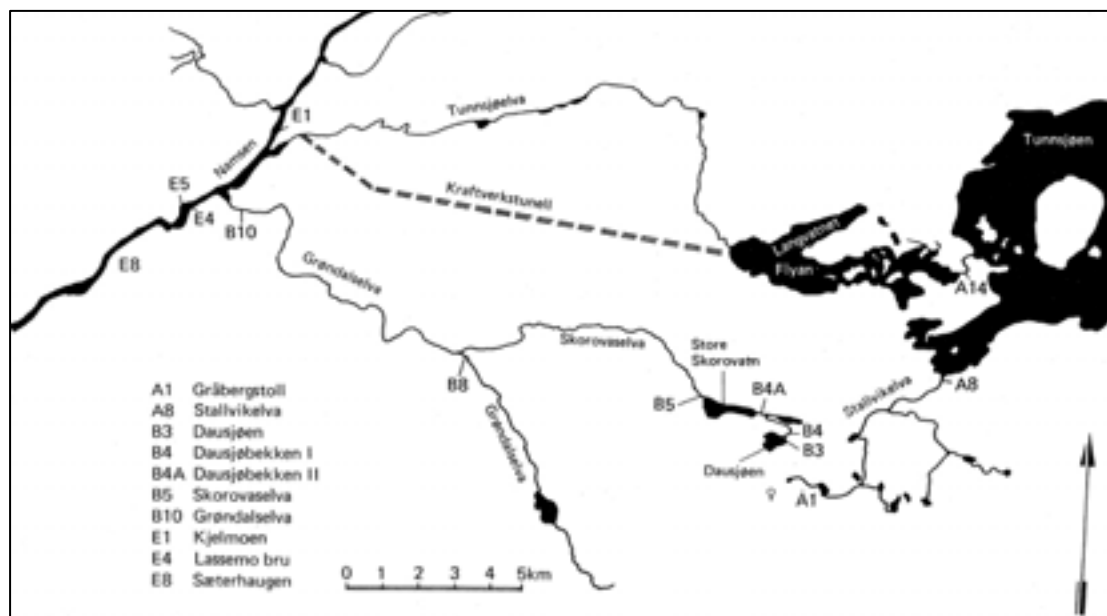
1. Innledning

Forekomsten ved Skorovas gruve ble oppdaget for ca. 100 år siden. I tiden fra før 1. verdenskrig og fram til oppstarten i 1952 pågikk undersøkelser og forsøksdrift. Selskapet Elektrokemisk A/S sikret seg gruverettighetene i 1913 og beholdt dem fram til full drift ble startet i 1952. I perioden 1952-1975 ble malmen oppredet vha synk/flyt-prosess. I tillegg ble det utført bulkflotasjon på finfraksjonen. Produktene ble fraktet vha taubane fra Skorovatn til Kongsmoen innerst i Foldafjorden der utskipning foregikk. I slutten av 1975 ble oppredningsprosessen endret til selektiv flotasjon av kobber- og sink-konsentrat. Svovelkisen ble deponert under vann i Dausjøen. Gruvedriften ble nedlagt i mai 1984.

I tiden fram til 1995 pågikk opprydningsarbeider og forurensningsbegrensende tiltak i området. I perioden 1984-1990 ble avrenningen til Skorovasselva kalket for å sikre vannkvaliteten i nedre del av vassdraget. Avrenningen fra Gråbergtippen, som var største forurensningskilde til Skorovasselva, ble senere fjernet i 1990 da hele velten ble flyttet ned i Dausjøen og deponert under vannspeilet og overdekket. Gruvevannet, som var den andre store forurensningskilde, ble ført ut av Gråbergstollen og videre til Stallvikvassdraget og Tunnsjøen. Gråbergstollen ble gjenstøpt i 1990 og vannstanden i gruva ble hevet. Overløpet tas ut gjennom en stigort i Raufjellet. Herfra går avrenningen til Grubebekken og videre til Dausjøbekken og Skorovasselva. I 1995 var disse arbeidene avsluttet som samtidig også avsluttet Elkems engasjement i området.

Tungmetallavrenningen fra Skorovas gruve har i mange år vært en av de betydeligste forurensningskilder blant norske kisgruver. Allerede i 1930-årene før gruedriften kom igang for fullt, var vassdraget fisketomt fra Store Skorovatn og ned til samløpet med Grøndalselva (Arnesen, 1995). De tiltakene som Elkem as Skorovas Gruber ble pålagt å gjennomføre, førte til en betydelig forbedret miljøtilstand i vassdragene. Siden dokumentasjonen av virkningene av tiltakene ble vurdert å være mangelfull, ønsket Bergvesenet en oppfølgende gjennomgang av den fysisk/kjemiske vannkvalitet i området. Oppdraget ble bestilt i brev av 26.03.2001 og feltarbeidet startet i august 2001.

Under feltundersøkelsene har en benyttet de samme rutinestasjoner som ble benyttet under gjennomføringen av kontrollundersøkelsene for Skorovas Gruber. Stasjonene er markert på figur 1 som viser de berørte vassdragene. Skorovas Gruber gjennomførte et meget omfattende undersøkelsesprogram under driftsperioden. Det ble både gjennomført biologiske og kjemiske undersøkelser i vassdragene. Trolig er Skorovas gruve det gruveområde der det er gjennomført flest undersøkelser av fysisk/kjemisk vannkvalitet. Undersøkelsene har pågått i et meget stort vassdragsavsnitt og i flere berørte kommuner. I den foreliggende undersøkelsen har en kun benyttet seg av analysedata fra NIVAs undersøkelser ved noen sentrale lokaliteter. I tillegg finnes et stort materiale fra gruveselskapets egne undersøkelser som dessverre ikke er elektronisk tilgjengelig.



Figur 1. Kartskisse som viser vassdrag og prøvetakingsstasjoner benyttet av Skorovas Gruber.

2. Gruveområdet

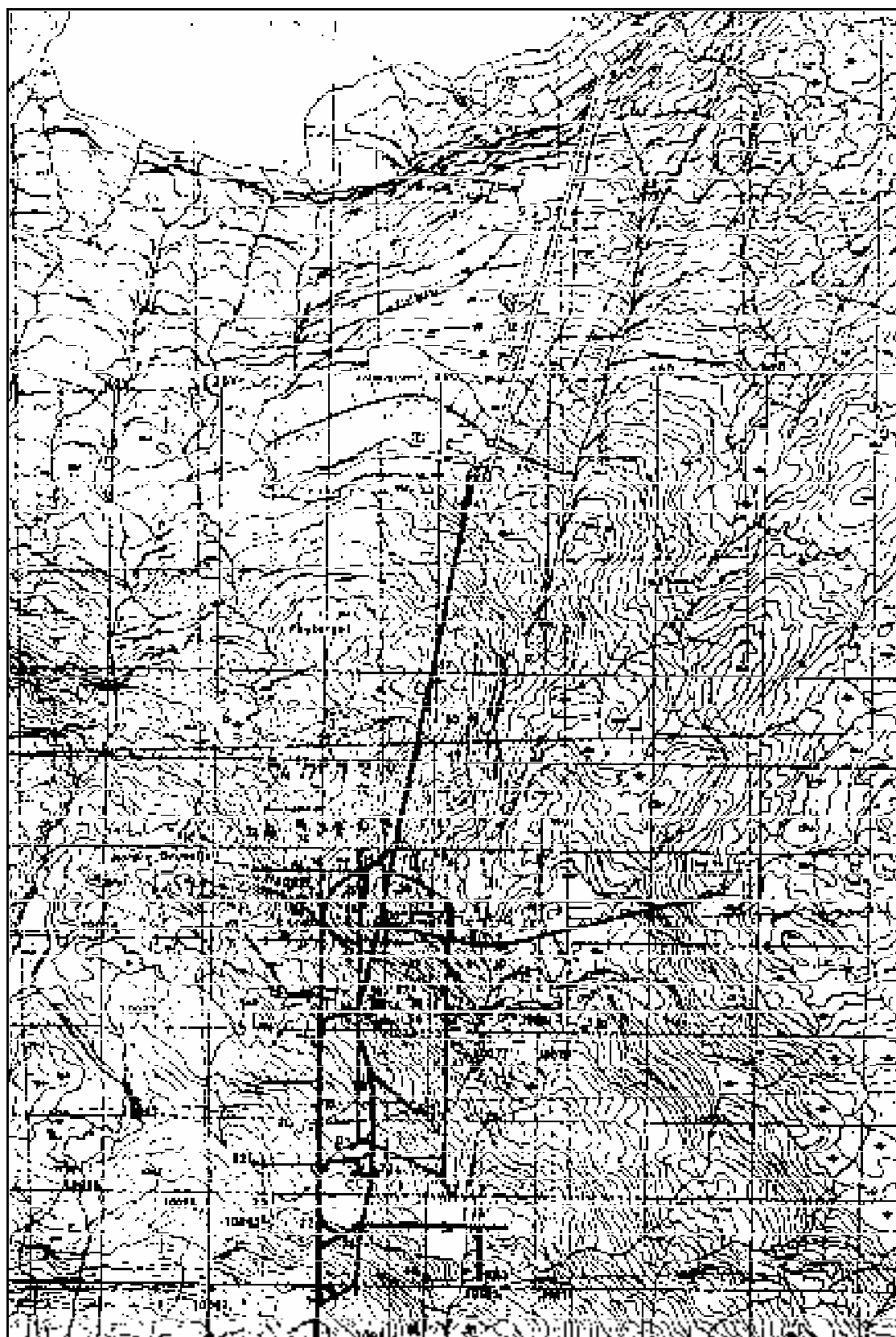
Selve gruveområdet ligger i sin helhet i Namsskogan kommune nær grensen til Røyrvik kommune. Figur 1 viser hele vassdragsavsnittet som er berørt av gruvedriften. Mens driften pågikk (1952-1984), hadde gruva et utslipp av gruvevann gjennom Gråbergstollen og videre til Stallviksvassdraget og Tunnsjøen som ligger i Røyrvik kommune. Avrenning fra gruveområdet forøvrig går mot Dausjøen, Skorovasselva og videre til Grøndalselva som løper inn i Namsen ved Lassemoen. Tunnsjøen har forøvrig også avløp til Namsen gjennom Tunnsjødal kraftverk. Figur 3 viser lokaliseringen til gruveområdet. Malmen går ut i dagen i Rauberget. I den første undersøkelsestiden ble det startet prøvedrift i dette området. Det ble drevet inn noen orter i området som i dag kalles Gamlegruben. En del råmalm fra den tiden ligger fortsatt igjen i dette området. Figur 2 viser deler av Rauberget med råmalmtipper utenfor Gamlegruben. Gruvevannet går idag til bekkefareten nedenfor Rauberget som går videre til Grubebekken og videre ned i Dausjøbekken.

Gruva er en underjordsgruve med adkomst gjennom en grunnstoll på toppen av Gråbergtippen. Tippen ble flyttet ned i Dausjøen i 1990. Selv om det meste av gruveavfallet er deponert under vann i Dausjøen, er det trolig likevel en del gruveberg og avgang fra synk/flyt-prosessen igjen i området ved oppredningsverket nede ved Dausjøen. Forsidebildet viser prosessanleggene og Gråbergtippen slik området så ut i 1988 (foto: R.T. Arnesen 26.06.1988).

I alt er det tatt ut ca. 5,8 mill. tonn råmalm fra gruva. I perioden 1952-1975 ble det produsert ca. 3,3 mill. tonn kiskonsentrat (Veie, 1994). Etter at prosessen ble lagt om til selektiv flotasjon i 1975, ble det i alt produsert ca. 72.000 tonn kobberkonsentrat og ca. 65.000 tonn sinkkonsentrat fram til nedleggelsen i 1984. Den svovelkisholdige avgangen ble deponert under vann i Dausjøen på ca. 20 meters dyp.



Figur 2. Området ved Rauberget med malmtipper fra Gamlegruben.



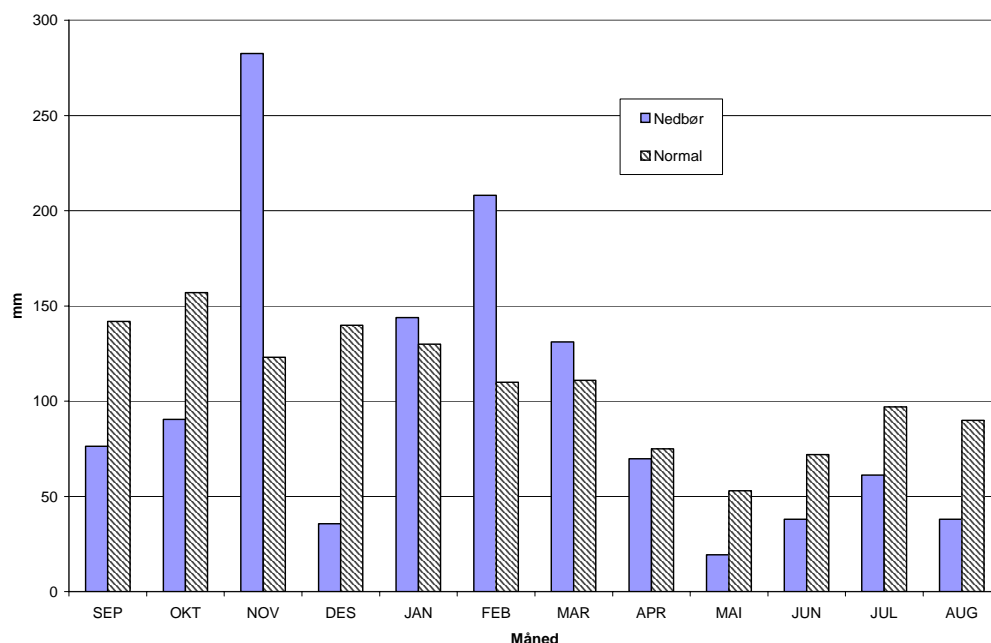
Figur 3. Kartutsnitt som viser gruveområdet og deler av Dausjøen.

3. Meteorologiske og hydrologiske forhold

Nedbør og klima betyr svært mye for resultatet av en avrenningsundersøkelse i et gruveområde. Forvitringen pågår hele tiden. I tørre perioder lagres forvitningsproduktene i gruveavfall og løsmasser og er lett tilgjengelig for utvasking når nedbøren kommer eller når snø og is tiner. I denne undersøkelsen har en benyttet nedbørmålingene til Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved stasjonen 74320 Trones. Lufttemperaturene er målt lokalt ved stasjonene i gruveområdet.

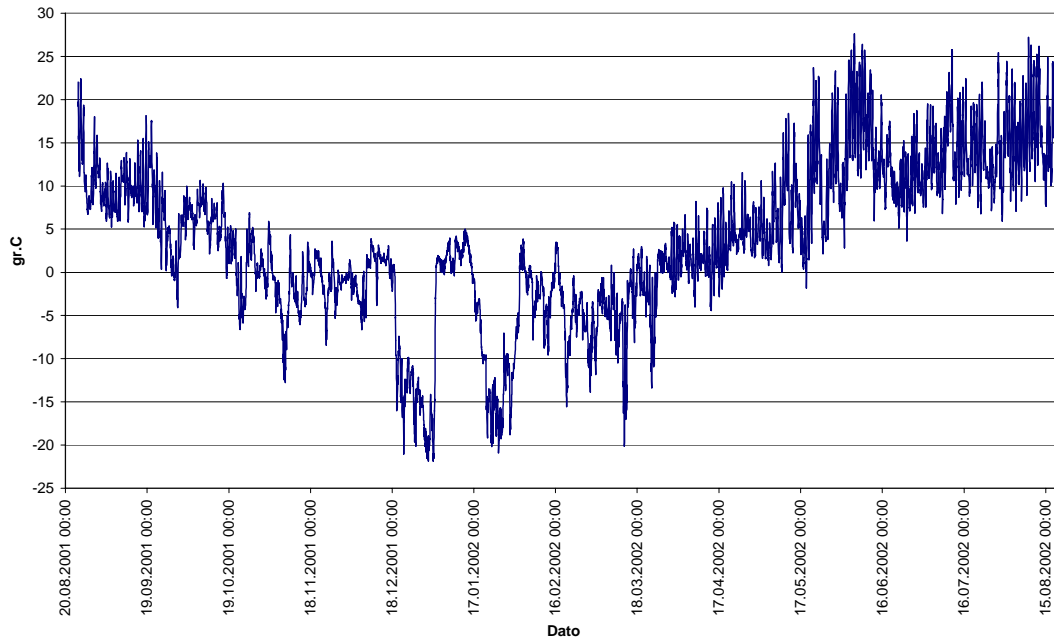
3.1 Nedbør og klima

Figur 4 viser månedsnedbør og normaler for den nærmeste meteorologiske stasjonen i Namdalen på Trones. Målingene viser at september, oktober og desember 2001 var nedbørfattige måneder, mens november var meget nedbørrik. I februar og mars 2002 falt det mer nedbør enn normalt, mens de øvrige månedene var tørrere enn normalt. I det hydrologiske året 2001-2002 falt det ca 92 % nedbør (1195 mm) i forhold til et normalår (1300 mm).



Figur 4. Nedbør ved den meteorologiske stasjonen 74320 Trones i 2001-2002 (Kilde: DNMI).

Lufttemperaturen i gruveområdet ble logget ved stasjon B4 i Dausjøbekken. Figur 5 viser forløpet av temperaturmålingene. Resultatene viser at vinteren var forholdsvis mild. Bortsett fra i jule- og nyttårs-helgen 2001-2002 var det hele vinteren forholdsvis hyppige episoder med temperaturer over 0.



Figur 5. Lufttemperatur (timesverdier) ved målestasjonen i Dausjøbekken (B4) i 2001-2002.

3.2 Vannføringsobservasjoner

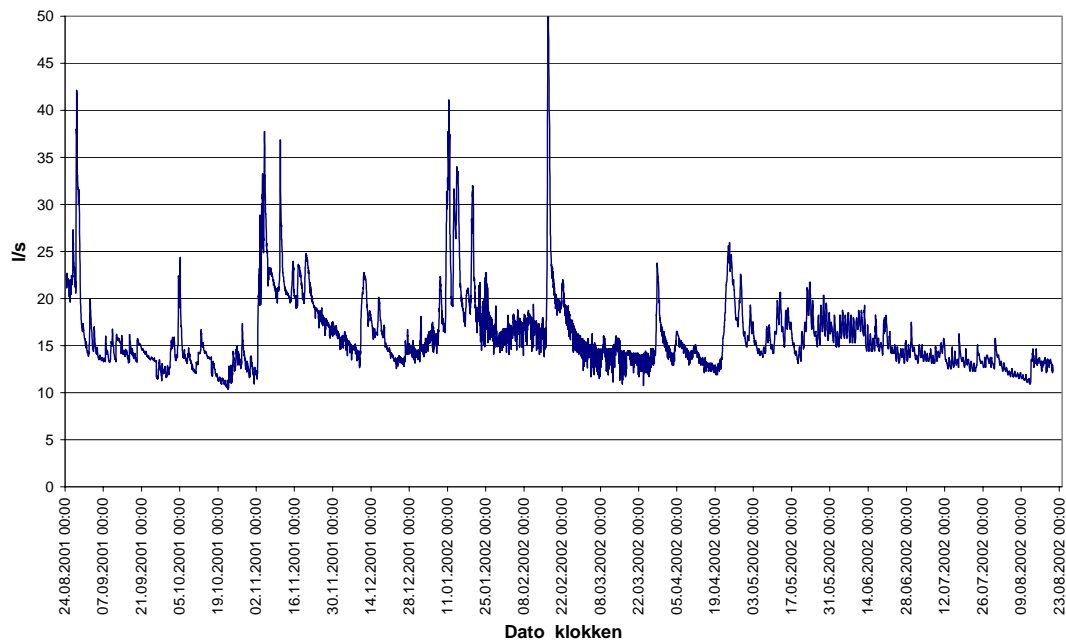
Vannføringen ble målt kontinuerlig ved de 4 målestasjonene der det ble tatt vannprøver:

- D1 Grubebekken
- B3 Utløp Dausjøen
- B4 Dausjøbekken
- B5 Utløp Store Skorovatn

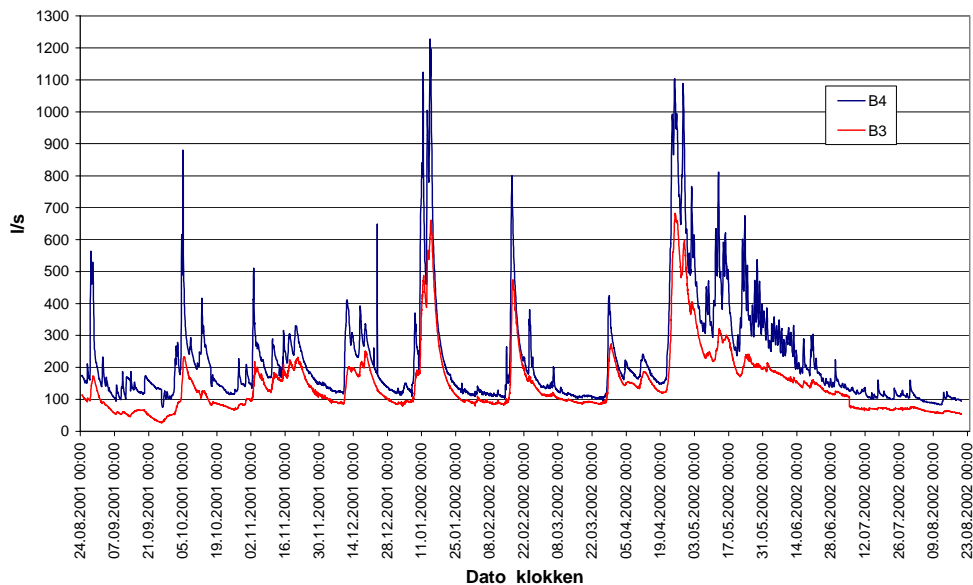
Målingene ble foretatt ved at en målte overløpshøyden vha trykkceller. De tre første stasjonene hadde 90-graders trekantoverløp, mens overløpet ved utløpet av Store Skorovatn besto av flere rektangulære overløp. Vannføringen her ble beregnet vha samme formel som ble benyttet av Skorovas Gruber. Vannføringsmålingene ble kontrollert ved et par anledninger vha av et instrument som beregner vannføringen etter dosering av salt og måling av konduktivitetsøkning. På grunn av driftsproblemer ved stasjon B5 fikk en ikke måledata for hele perioden. Måledata ble hele tiden overført til NIVA over GSM-nettet. Vannstand ble målt hvert 10. minutt med logging av en timesmiddelverdi.

Figur 6 viser forløpet av vannføringsmålingene i Grubebekken (D1). Kurven er uvanlig i den forstand at en ikke har noen typisk vårflom. Mye av snøen i terrenget har trolig fordampet våren 2002 og ga liten avrenning. Forøvrig kan vannføringen forandre seg mye over kort tidsrom avhengig av nedbørmengdene.

Figur 7 viser forløpet av vannføringsmålingene ved utløpet av Dausjøen og i Dausjøbekken. Også her er vårflommen lite fremtredende. Ved liten avrenning betyr tilførslene fra Dausjøen mye, mens når det faller mye nedbør, kan tilførselen via samlerøret øke vannføringen over måledammen i Dausjøbekken kraftig.

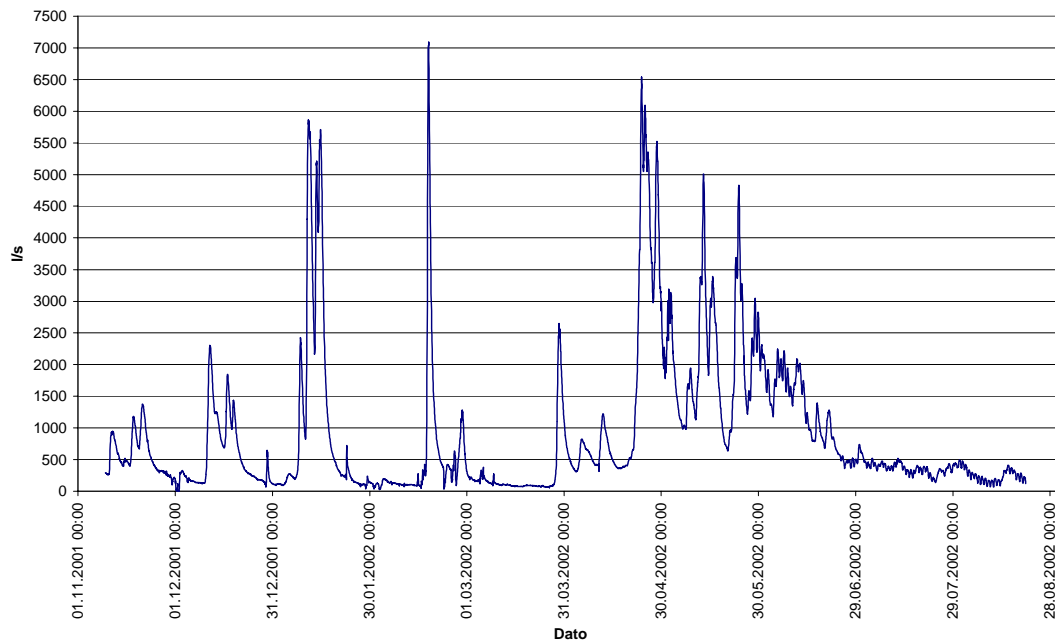


Figur 6. Vannføring i Grubebekken 2001-2002. Timesverdier.



Figur 7. Vannføring ved utløpet av Dausjøen (B3) og i Dausjøbekken i 2001-2003. Timesverdier.

Figur 8 viser de vannføringsobservasjoner en har for stasjonen ved utløpet av Store Skorovattn. Siden en ikke har hele året, er det vanskelig å beregne en årsavrenning. Vannføringsmålingene her er dessuten mer usikre da en ikke hadde anledning til å kalibrere overløpsprofilen tilstrekkelig. Profilen kan ha endret seg noe siden var i bruk i 1985-1990. Forøvrig er det også her tydelig at vårfloppen var forholdsvis beskjeden i 2002. Også her kan vannføringen endre seg mye over kort tid. Forholdsvis beskjedne løsmasseavsetninger i nedbørfeltet gjør at virkningene av mye nedbør dempes lite.



Figur 8. Vannføringsobservasjoner ved utløpet av Store Skorovattn (B5) 2001-2002.

Ved hjelp av døgnmiddelvannføringer kan årsavrenningen beregnes. I tabell 1 har en beregnet årsavrenningen for de tre stasjonene i gruveområdet og angitt middel-, maks.- og minimumsverdier for døgnmiddelobservasjoner.

Tabell 1. Årsavrenning for målestasjonene i Skorovattn i 2001-2002.

Stasjon :	D1 Grubebekken	B3 Dausjøen	B4 Dausjøbekken
Avrenning, m ³	507201	4574506	6972096
Døgnmiddel, l/s	16,1	145,8	222,1
Maks., l/s	34,4	666,3	1051
Min., l/s	10,8	28,4	84,4

4. Vannkvalitet

NIVA har foretatt undersøkelser av fysisk/kjemisk vannkvalitet i vassdragene ved Skorovas Gruber siden 1962. I perioden 1962-1995 var Elkem AS Skorovas Gruber oppdragsgiver for undersøkelsene. I denne perioden ble det tatt prøver for undersøkelse av fysisk/kjemisk vannkvalitet ved i alt 62 lokaliteter. Lokalitetene kan samles i følgende hovedfelter :

1. Gruveområdet. Gruvevann, tilløpsbekker til Dausjøen, Dausjøen, utløp Dausjøen og Dausjøbekken.
2. Stallviksvassdraget og Tunnsjøen. Stallvikselva, tilløpselver til Tunnsjøen, stasjoner i Tunnsjøen med Stallvika, utløp Tunnsjøen.
3. Skorovasselva/Grøndalselva/Namsen.
4. Taubanetraseen. Prøver fra tjern og bekker langs taubanetraseen fra Skorovatn til Kongsmoen.

Den foreliggende undersøkelsen tar sikte på å gi en vurdering av vannkvalitet og forurensningstransport ved de viktigste kilder i gruveområdet. I tillegg vil vi ta med det analysemateriale som foreligger vedrørende vannkvalitet i nedre del av Stallviksvassdraget og i Skorovasselva/Grøndalselva for tiden etter at de forurensningsbegrensende tiltakene er avsluttet. Stasjonsnavn og posisjon til de stasjoner som denne undersøkelsen omfatter, er samlet i tabell 2. For enkelhets skyld er det benyttet samme stasjonsnavn og betegnelser som i undersøkelsesprogrammet for Elkem as Skorovas Gruber.

Tabell 2. Prøvetakingsstasjoner under feltundersøkelsene i 2001-2002.

Stasjon	Lokalisering Posisjon målt med GPS	Kommune
B3 Utløp Dausjøen	N 64 ⁰ 38,327' ; E 13 ⁰ 06,419'	Namsskogan
B4 Dausjøbekken	N 64 ⁰ 38,367' ; E 13 ⁰ 06,518'	Namsskogan
B5 Utløp Store Skorovatn	N 64 ⁰ 38,962' ; E 13 ⁰ 06,285'	Namsskogan
D1 Grubebekken	N 64 ⁰ 38,139' ; E 13 ⁰ 06,490'	Namsskogan
D2 Lekkasjevann fra Skorovas gruve	N 64 ⁰ 37,634' ; E 13 ⁰ 06,071'	Namsskogan
D3 Overløp Skorovas gruve	N 64 ⁰ 37,644' ; E 13 ⁰ 06,048'	Namsskogan
Sig fra taubanesiloer	N 64 ⁰ 38,144' ; E 13 ⁰ 06,211'	Namsskogan
A1 Utløp Gråbergstoll	N 64 ⁰ 37,651' ; E 13 ⁰ 06,424'	Namsskogan
A8 Stallvikelva ved innløp i Stallvika	N 64 ⁰ 39,432' ; E 13 ⁰ 12,089'	Røyrvik
B10 Grøndalselva ved bru ved Lassemoen	N 64 ⁰ 41,544' ; E 12 ⁰ 45,794'	Namsskogan

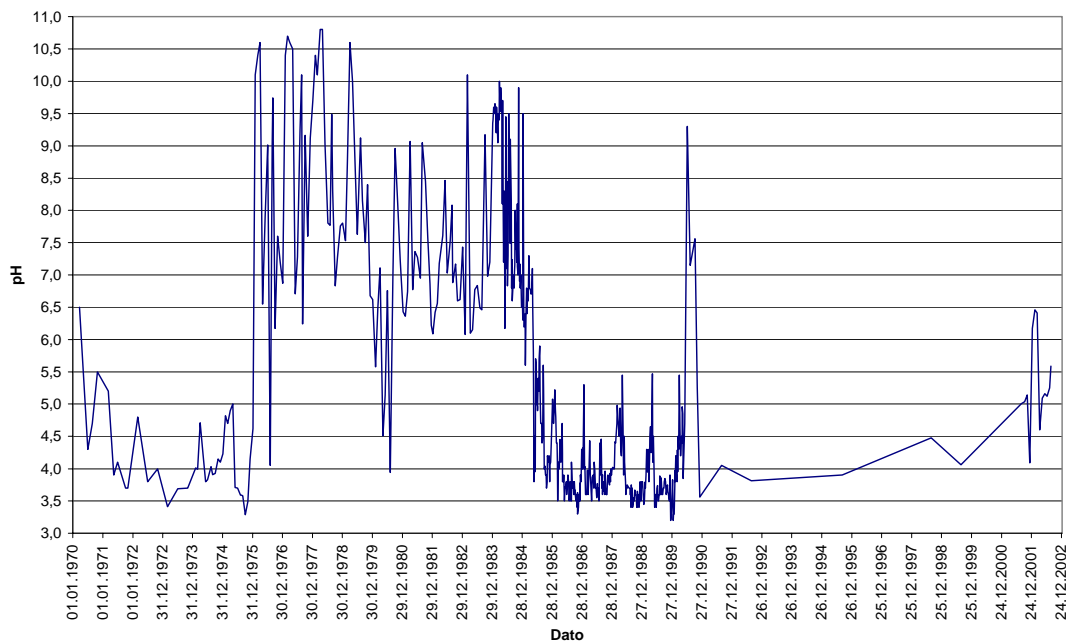
Det er tatt månedlige prøver fra stasjonene B3, B4, B5 og D1. De øvrige stasjonene er prøvetatt under befaringer til området. Alle analyseresultater fra undersøkelsesprogrammet i 2001-2002 er samlet i vedlegg A bak i rapporten. Viktige resultater fra tidligere undersøkelser er kun vist grafisk i denne rapporten.

4.1 Stasjon B3 Utløp Dausjøen

Dausjøen var trolig betydelig tungmetallforurensset av naturlige årsaker før gruvedriften startet. Etter at gruvedriften kom igang, ble Dausjøen benyttet som avgangsdeponi fram til nedleggelsen i 1984. I tillegg er det også deponert sulfidholdig materiale i selve gruveområdet og som også drenerer til Dausjøen. I den tiden gruvedriften pågikk (1952-1984), var det endringer i oppredningsprosessen som også medførte endringer i vannkvaliteten i innsjøen. I november 1976 ble oppredningsprosessen endret fra produksjon av samlet kiskonsentrat til selektiv flotasjon med produksjon av kobber- og sinkkonsentrat og deponering av svovelkis. Før omlegging av flotasjonsprosessen ble deler av avgangen deponert over vannspeilet i Dausjøen. Store deler av denne avgangen ble dekket av vann ved

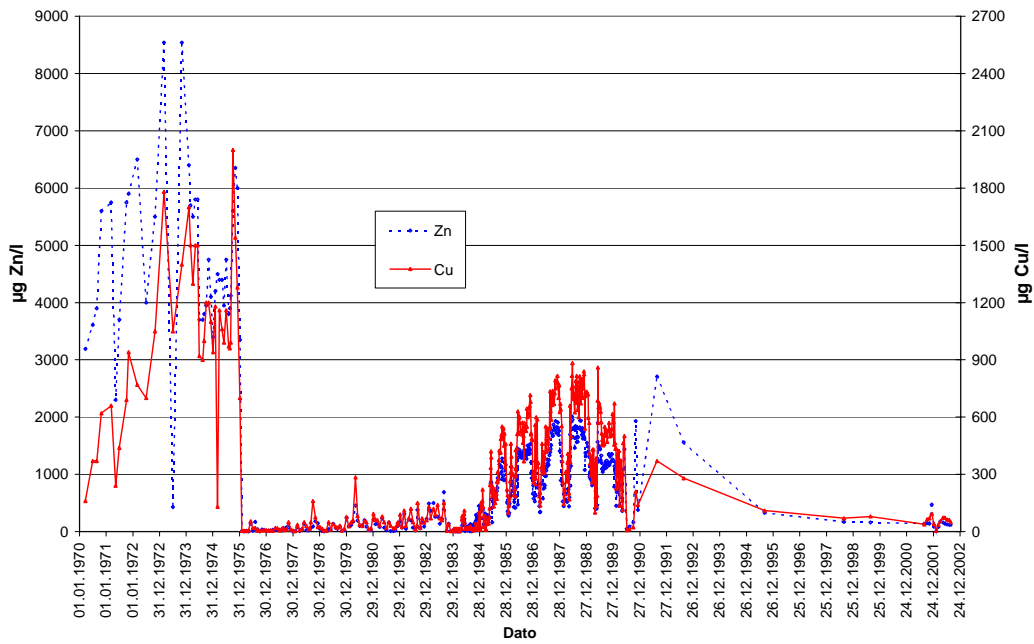
at den ble skjøvet ut i innsjøen mens vannspeilet var senket. Vannspeilet ble deretter hevet igjen. Avgangen fra den selektive oppredningsprosessen, som besto av ca. 30 % svovel, ble deponert under vann på ca 20 meters dyp i innsjøen. Etter at driften ble nedlagt i 1984, ble avgangen overdekket med et lag av nedmalt gråberg med en tykkelse på ca. 5 cm. I 1990 ble Gråbergtippen, som drenerte til Dausjøbekken, deponert under vann i Dausjøen og gitt en overdekking av morene. I den forbindelse ble det bygget en ny dam og det opprinnelige vannspeilet hevet noe slik at hele det nye deponiet ble vanddekket.

Figur 9 viser NIVAs observasjonsmateriale for pH ved utløpet av Dausjøen for perioden 1970-2002. Fram til omlegging av oppredningsprosessen høsten 1975 var vannkvaliteten i Dausjøen sur med pH-verdier i området 3,5-4,5. Omlegging til selektiv flotasjon og deponering av svovelkis sammen med gråberget medførte et avgangsutslipp med høy pH-verdi. En ser at pH-verdien økte raskt etter ca. 1.11.1975 da den nye prosessen ble startet. Fram til driftsnedleggelsen i 1984 var pH-verdiene høye og varierte i området 6,5-10,5. Etter driftsnedleggelsen i 1984 sank pH-verdien raskt. De sure tilførselene fra Grubebekken og bekken fra Gråbergtippen (Oterbekken) ble ledet utenom Dausjøen i et rørsystem som førte ut i Dausjøbekken like nedenfor dammen (se foto figur 11). Mens flyttingen av Gråbergtippen pågikk i 1990, ble Dausjøen tilført kalk, og pH steg igjen. Etter at tiltakene ble avsluttet, sank pH-verdiene igjen. Etter 1991 har det kun vært tatt noen spredte prøver i NIVA-regi. Undersøkelsene i 2001-2002 tyder på at pH-verdiene har økt noe etter at tiltakene ble avsluttet. I siste måleperiode varierte pH i området 4,1-6,5.



Figur 9. pH-verdier ved utløpet av Dausjøen 1970-2002.

Figur 10 viser tilsvarende kobber- og sinkkonsentrasjoner for samme observasjonsperiode. En ser at fram til 1976 medførte virksomheten forholdsvis høye kobber- og sinkkonsentrasjoner i Dausjøen. Omlegging av oppredningsprosessen førte til pH-heving i Dausjøen og derved en sterk reduksjon i tungmetallnivåene. I tillegg til utfelling av tungmetaller som følge av høy pH-verdi, fikk en også en tilleggseffekt ved at det pågikk en adsorpsjon av tungmetallioner på svovelkis og mineralpartikler. Denne prosessen viste seg å være meget effektiv på kobberioner. En oppnådde i perioder lavere kobberkonsentrasjoner i Dausjøen enn de en oppnår ved kjemisk felling som kobberhydroksid ved dosering av kalk.



Figur 10. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved utløpet av Dausjøen 1970-2002.

Etter driftsnedleggelsen steg metallkonsentrasjonene betydelig, men ble ikke så høye som perioden før 1976, noe som skyldes bortledning av de viktigste tilløpene. Flytting av Gråbergtippen medførte ingen økning av tungmetallkonsentrasjoner. Kalking av Dausjøen under tiltaket forhindret utslipp av tungmetaller. Etter at tiltakene ble avsluttet, har en ikke hatt noen systematisk oppfølging av situasjonen før det foreliggende program som ble gjennomført i 2001-2002. Resultatene for de prøver som er tatt etter 1991, tyder på at metallkonsentrasjonene har vært gradvis synkende.



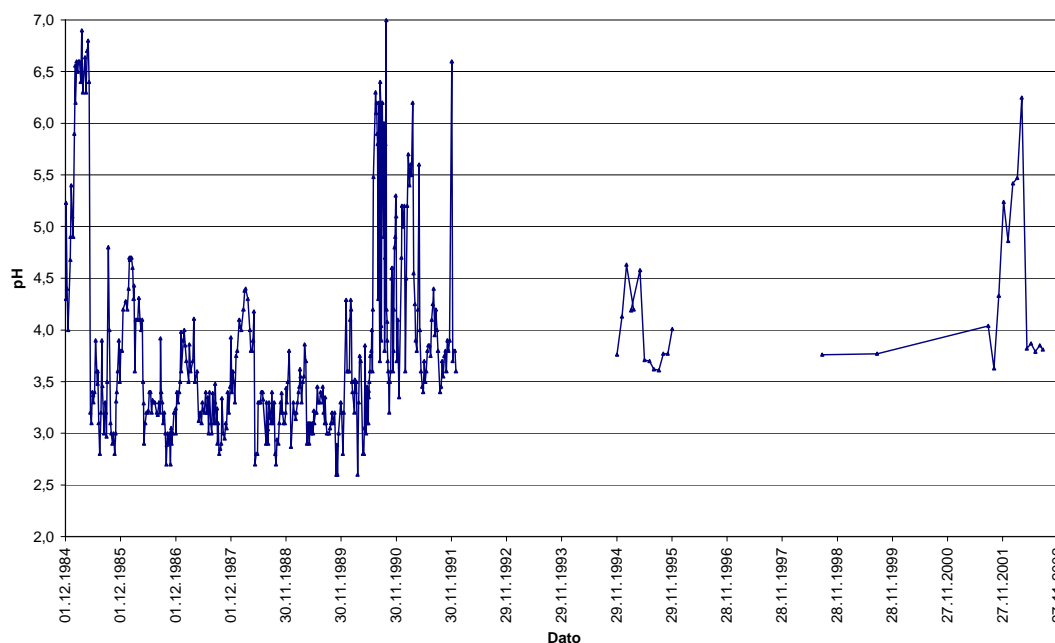
Figur 11. Utløpet av Dausjøen (stasjon B3). Drensrøret fra Grubebekken/Oterbekken kommer inn fra venstre nedenfor dammen.

4.2 Stasjon B4 Dausjøbekken

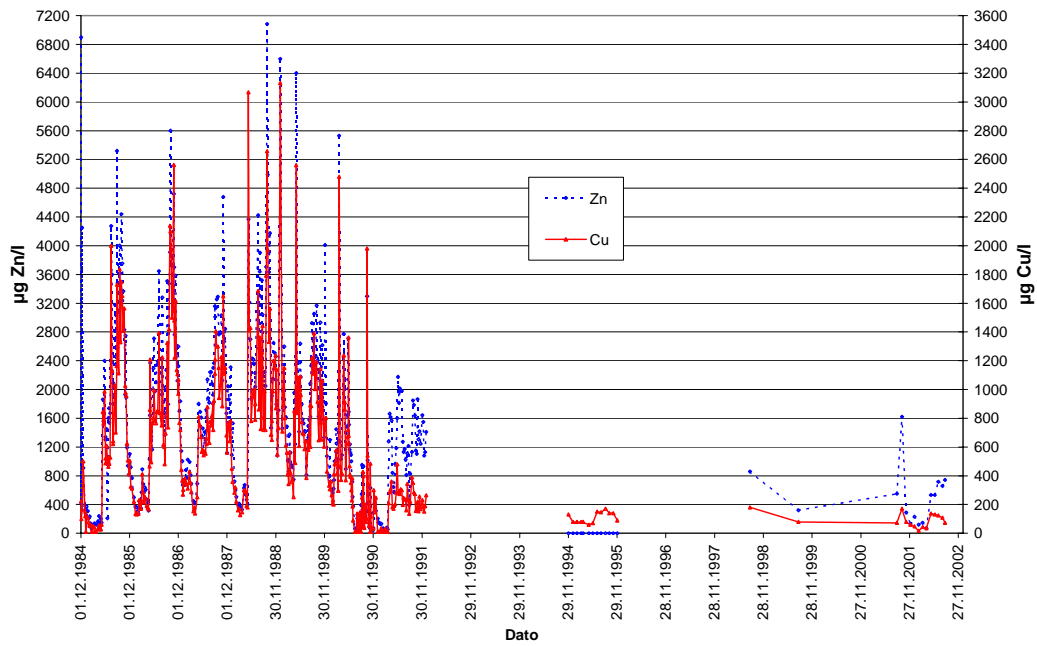
Stasjonen i Dausjøbekken ble opprettet høsten 1984 etter at gruvedriften ble nedlagt. Hensikten med stasjonen var å ha grunnlag for styring av kalkingen av Dausjøbekken (se figur 14). Stasjonen gir uttrykk for situasjonen etter at tilnærmet all avrenning fra gruveområdet er samlet. Som nevnt ble avrenningen fra gråbergvelten via Oterbekken overført til et rørsystem som munner ut i Dausjøbekken like nedenfor dammen på Dausjøen. Da kalking av bekken startet, ble kalkdosen tilsatt under overløpsprofilen på måledammen i Dausjøbekken. Effekten av kalkstilsetningen ble registrert av en målestasjon like før innløpet i Store Skorovatn (B4a) og ved en stasjon ved utløpet av Store Skorovatn (B5). Kalkingen av Dausjøbekken ble avsluttet etter at flyttingen av gråbergvelten var gjennomført i 1990. Skorovas Gruber gjennomførte selv kontinuerlig registrering av pH, konduktivitet og vannføring ved overløpet på måledammen. Data ble kun registrert på skriverpapir.

Figur 12 viser forløpet av de manuelle pH-målingene i Dausjøbekken. Figuren viser at pH sank betydelig i løpet av 1985 etter at avrenningen fra Gråbergtippen ble overført til Dausjøbekken. Etter at velten var flyttet, steg pH igjen i løpet av 1990 og 1991. Etter 1991 ble det gjennomført noen målinger i 1995 etter at gruva fikk overløp. Forøvrig har det kun vært spredte målinger fram til undersøkelsene i 2001-2002.

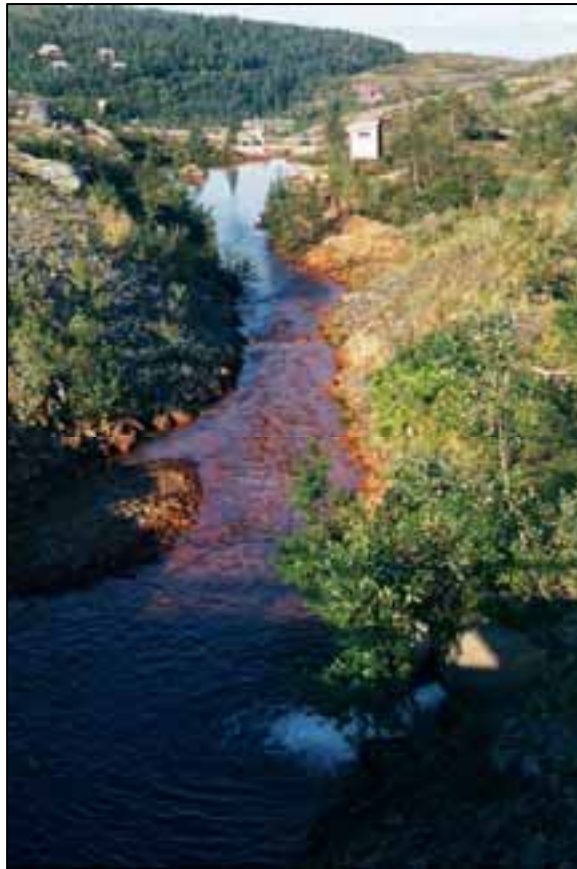
Figur 13 viser observasjonsmaterialet for kobber og sink for samme periode. Konsentrasjonene var meget høye etter at avrenningen fra gråbergvelten ble overført til Dausjøbekken.



Figur 12. pH-målinger i Dausjøbekken 1984-2002.



Figur 13. Kobber- og sinkkonsentrasjoner i Dausjøbekken 1984-2002.



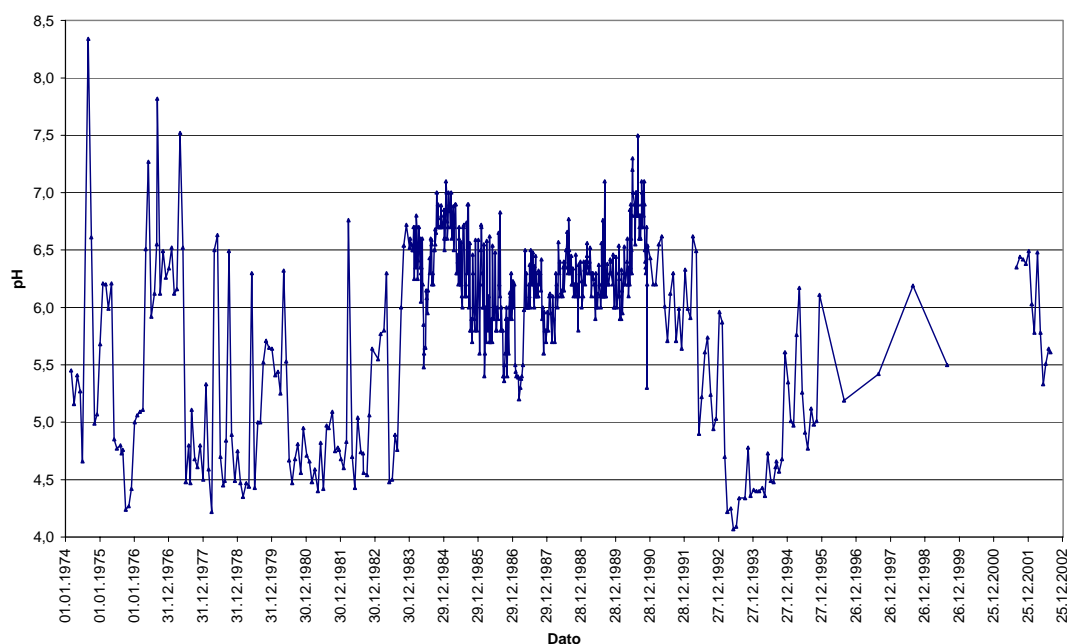
Figur 14. Dausjøbekken med måledammen (stasjon B4) sett fra dammen på Dausjøen.

Etter at Gråbergtippen ble flyttet og deponert under vann i Dausjøen, sank kobber- og sinkkonsentrasjonene betydelig. Det var tydelig at avrenningen fra velten var største forurensningskilde i området. Etter at tiltakene ble avsluttet og gruva fikk overløp, ble det foretatt analyse av kobber i 1995. Nivåene var noe lavere enn i 1991.

Resultatene for 2001-2002 viser at kobber- og sinkkonsentrasjonene var noe lavere enn i 1991. Kobberkonsentrasjonene varierte mellom 17 og 170 $\mu\text{g/l}$, mens sinkkonsentrasjonene varierte mellom 68 og 1620 $\mu\text{g/l}$. Konsentrasjonene var høyest i oktober 2001 og om sommeren 2002. Dette tyder på at det er overflateavrenning fra områdene i Gruvefjellet som betyr mest for tungmetallnivåene i bekken.

4.3 Stasjon B5 Utløp Store Skorovatn

Stasjon B5 Utløp Store Skorovatn var en viktig stasjon i det opprinnelige kontrollprogrammet til Skorovas Gruber. Analyseresultatene for denne stasjonen ga informasjon om virkningene av de tiltakene som ble gjennomført. Gruveselskapet opprettet og drev selv en målestasjon for kontinuerlig registrering av pH, konduktivitet og vannføring som ble drevet i perioden 1984-1990 da avrenningen fra Skorovatn ble kalket i Dausjøbekken. De kontinuerlige målingene ble kun registrert på skriverpapir. NIVA startet målingene ved stasjon B5 i 1974. Figur 15 viser resultatene for de manuelle pH-målingene som er utført ved denne stasjonen.

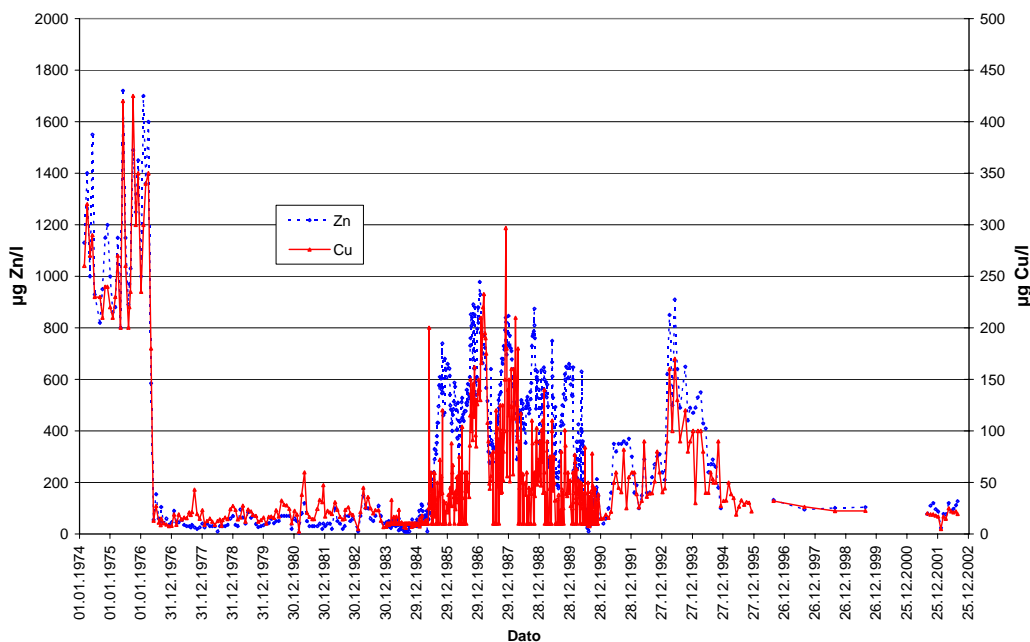


Figur 15. pH-verdier ved utløpet av Store Skorovatn 1974-2002.

Resultatene demonstrerer tydelig effekten av de tiltakene som er gjennomført i perioden. Mens den gamle oppredningsprosessen ble drevet fram til 1.11.75, varierte pH-verdiene svært mye i løpet av året. Da prosessen ble lagt om til selektiv flotasjon, medførte dette at pH-verdien i Dausjøen ble hevet betydelig. Når pH ikke steg tilsvarende ved utløpet av Store Skorovatn, skyldes dette at det under oppredningsprosessen ble dannet tiosulfater og polytionater som oksiderte til sulfat nedover i Dausjøbekken og i Store Skorovatn. Oksidasjonsprosessen medfører en forsurening. Om vinteren, mens det var is på innsjøen, gikk oksidasjonen ufullstendig. I perioder kunne dette medføre oksygensvikt i innsjøen og av og til også sulfiddannelse. Dette forårsaket igjen en meget effektiv utfelling av kobber.

Da gruvedriften opphørte, ble Dausjøbekken tilført store mengder kalk og pH ved utløpet av Store Skorovatn steg. Kalkingen opphørte etter at Gråbergtippen var flyttet ned i Dausjøen. Da gruva også fikk overløp, medførte dette en forsurening av vassdraget igjen. Etter at det lyktes å heve vannspeilet i gruva ytterligere, ser en at dette medførte mindre utslipp av surt vann og pH-verdien steg igjen i løpet av 1995. I siste måleperiode i 2001-2002 har pH ligget mellom 5,3 og 6,5. De laveste pH-verdier i denne perioden ble påvist om våren og tidlig på sommeren.

Figur 16 viser de tilsvarende verdier for kobber og sink i perioden 1974-2002. Figuren viser tydelig hvilke store endringer det har vært i tungmetallnivåene som følge av de tiltakene som har vært gjennomført.



Figur 16. Kobber- og sinkverdier ved stasjon B5 Utløp Store Skorovatn, 1974-2002.

Mens den gamle oppredningsprosessen gikk, var tungmetallutslippene til vassdraget meget store. Omlegging til selektiv flotasjon medførte en betydelig reduksjon i metallnivåene. Fram til driftsstansen i 1984 var tungmetallnivåene forholdsvis lave og stabile. Da driften opphørte, ble avrenningen kalket. En ser av figuren at selv om vassdraget ble tilført store mengder kalk, steg likevel tungmetallnivåene betydelig. Dette viser at mens avgangsdeponeringen pågikk foregikk en adsorpsjon av metallioner på sulfidmineraler og bergartsmineraler. Det er tydelig at denne prosessen er mer effektiv enn bare kalking. En må imidlertid legge til at under gruvedriften pågikk deponeringen i Dausjøen. Under kalkingen ble hydroksidslammet avsatt i Store Skorovatn. Deler av tungmetallinnholdet som da ble påvist ved utløpet, kan ha bestått av hydroksidslam som følge av partikkeltransport fra sedimenteringsområdet ved innløpet.

Etter at gråbergvelten var flyttet, opphørte kalkingen. Siden en likevel ikke kunne påvise noen økning i tungmetallnivåene, viser dette at Gråbergtippen var en betydelig kilde. Etter at gruva fikk overløp i 1993, steg nivåene igjen. En ser også tydelig hvordan nivåene sank igjen etter at vannstanden i gruva ble hevet.

I siste måleperiode i 2001-2002 varierte kobberkonsentrasjonene mellom 5 og 25 µg/l med 18 µg/l som årsmiddel. Tilsvarende verdier for sink var 24 og 127 med 94 µg/l som årsmiddel.

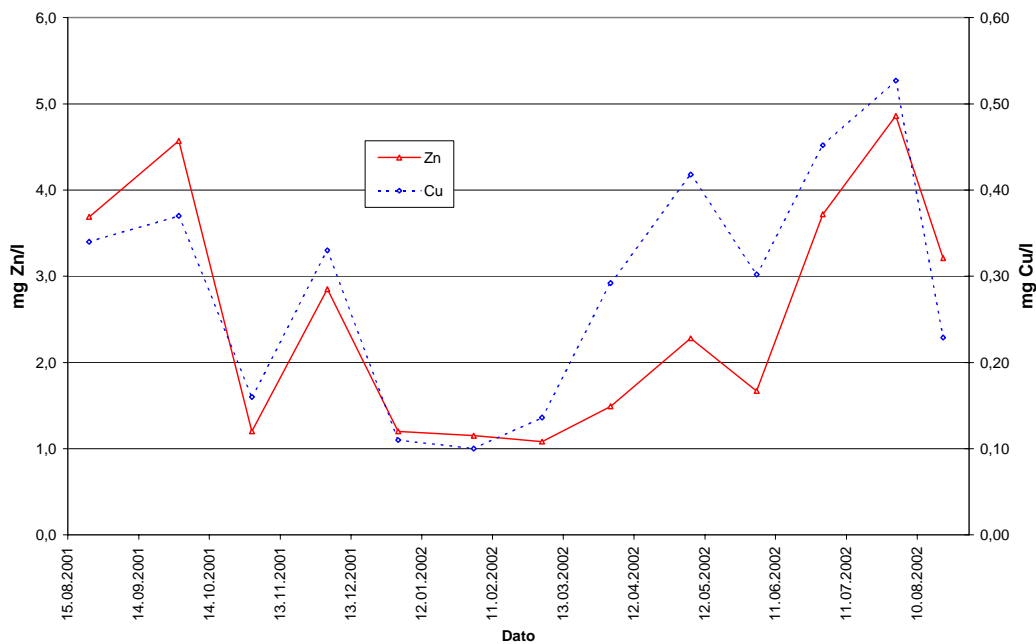
4.4 Stasjon D1 Grubebekken

Stasjonen ble opprinnelig opprettet av Skorovas Gruber som drev et internt måleprogram i bekken. Siden måleprofilen var intakt, ble stasjonen også benyttet i det foreliggende programmet (se figur 17). Stasjonen gir uttrykk for samlede tilførsler fra Gruvefjellet inkludert overløpsvann fra gruva. Idag er de tilførslene til Dausjøbekken som kommer til nedenfor stasjonen meget beskjedne. En har ikke hatt tilgang til måledata fra Skorovas Grubers eget program.



Figur 17. Måledam i Grubebekken.

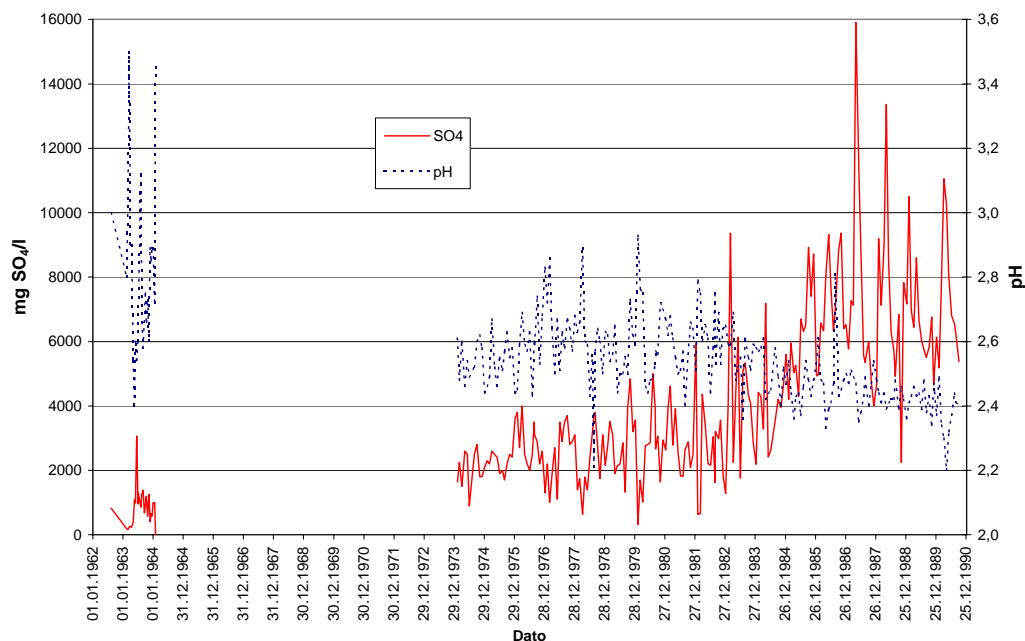
I perioden 2001-2002 har pH-verdiene vært forholdsvis stabile hele året. Vannkvaliteten er sterkt sur med pH-verdier i området 2,98-3,78. Tungmetallnivåene varierer en del i løpet av året og er høyest i perioder med stor avrenning som om våren og i perioder med nedbør. Figur 18 viser hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene varierte i undersøkelsesperioden 2001-2002. Sinknivået er av størrelsesorden ca 10x høyere enn kobbernivået.



Figur 18. Kobber- og sinkobservasjoner i 2001-2002.

4.5 Drenering mot Stallvikvassdraget

Mens gruvedriften pågikk, var Stallvikvassdraget sterkt tungmetallbeslastet pga utslipp av gruvevann gjennom Gråbergstollen. I løpet av driftsperioden ble gruvevannet stadig surere med høyere innhold av sulfat og tungmetaller. Figur 19 viser utvikling i gruvevannskvaliteten i perioden 1962-1990 mht pH og sulfat.

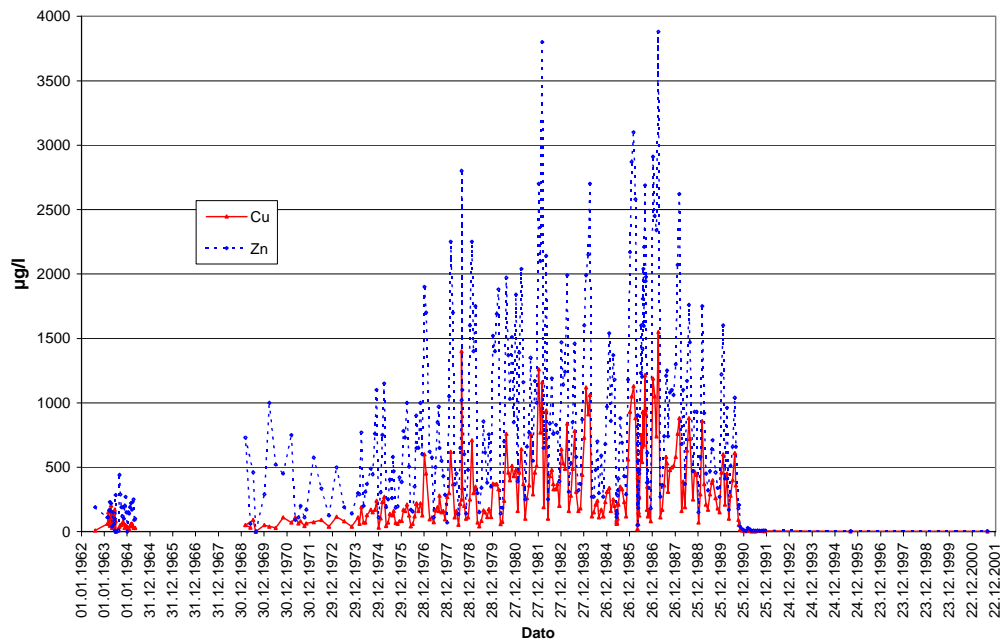


Figur 19. pH- og sulfatverdier for gruvevann fra stasjon A1 Gråbergstollen 1962-1990.

I slutten av 1990 opphørte pumpingen av gruvevann, og Gråbergstollen ble gjenstøpt. Gruva fikk senere overløp lenger opp i Gruvefjellet med avrenning mot Grubebekken og Dausjøbekken.

Under befaringen i 2001 ble det tatt en prøve av drens vannet som idag kommer ut av Gråbergstollen (avrenning utenfor betongveggen). Resultatene er samlet i tabell 10 i vedlegg A bak rapporten. Resultatene viser at vannkvaliteten fortsatt er sterkt sur. Konsentrasjonen av kobber er forholdsvis lav. Vannmengdene er imidlertid svært beskjedne. Avrenningen har derfor ingen betydning for vannkvaliteten i Stallvikvassdraget.

Stallvikvassdraget har vært overvåket av NIVA siden 1962. Figur 20 viser observasjonsmaterialet for kobber siden 1962, dvs. en periode på 40 år. Figuren viser tydelig hvordan tungmetallkonsentrasjonene økte hele tiden mens gruvedriften pågikk. Da Gråbergstollen ble avstengt i 1990, ser en at nivåene falt dramatisk. I tabell 11 i vedlegg A bak i rapporten har en samlet analysedata fra de to siste prøvetakinger i 1995 og i 2001 der en har utført tungmetallanalysene med moderne analysemetodikk som ICPMS. Resultatene viser at nivåene nå er svært lave og på et nivå som kan betraktes som naturlig bakgrunnsnivå i mange upåvirkede lokaliteter. De to siste kobberobservasjoner var henholdsvis 3,3 og 3,2 µg/l.



Figur 20. Kobber- og sinkkonsentrasjoner i nedre del av Stallvikelva ved stasjon A8, 1962-2002.

4.6 Drenering mot Grubebekken og Dausjøen

Under befaringene ble det tatt prøver av gruvevannet som kommer ut av den vannfylte gruva gjennom kabelstigorten i Gruvefjellet (stasjon D3, se figur 21). Nedenfor overløpet er det også en tydelig lekkasje gjennom en sprekksone i fjellet som også ble prøvetatt (stasjon D2). Under prøvetakingene ble det også målt vannføring vha bøtte/stoppeklokkemetoden ved stasjon D3. Lekkasjevannmengdene ved stasjon D2 var ikke mulig å måle, men de ble skjønnsmessig vurdert.



Figur 21. Overløp fra Skorovas gruve (19.08.2002).

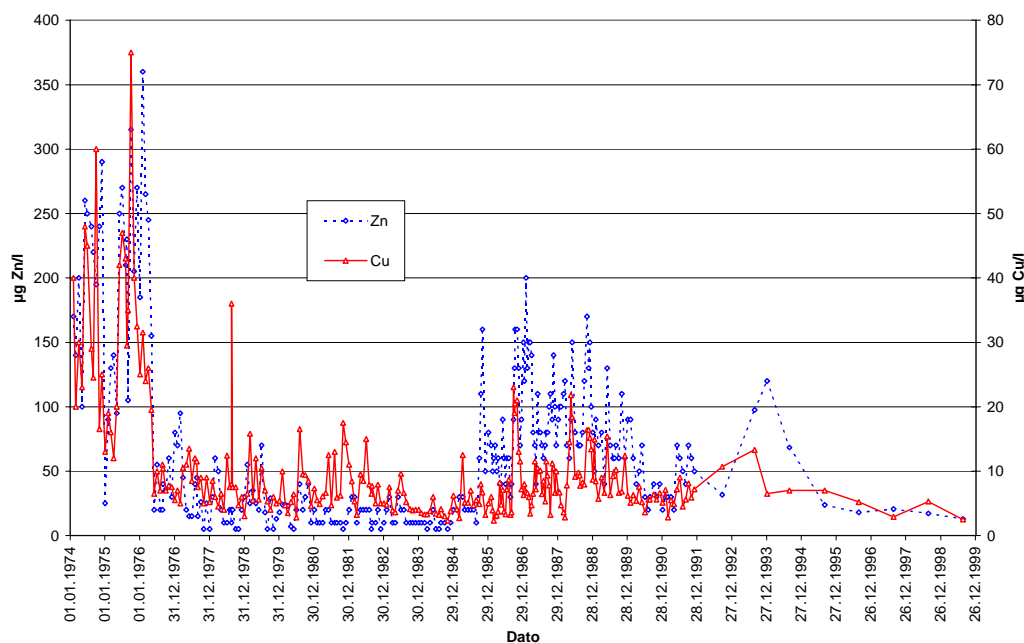
Analyseresultatene fra prøvetakingene er samlet i tabell 12 og tabell 13 i vedlegg A bak i rapporten. Overløpsvannet er sterkt surt med pH-verdi på ca 2,8. Kobberkonsentrasjonen er forholdsvis beskjeden omkring 1,5 mg/l. Sinkkonsentrasjonen er en del høyere omkring 22 mg/l. Dette er betydelig lavere enn i gruvevannet før oppfylling da kobberkonsentrasjonen var godt over 100 mg/l og sinkkonsentrasjonen ca 230 mg/l. Under våre observasjoner var vannføringen betydelig høyere i overløpet enn gjennom lekkasjen. Lekkasjevannet var også sterkt surt og inneholdt noe mer sulfat, jern og kobber, men mindre sink.

Overløps- og lekkasjevann samles i en bekk som fører til Grubebekken som igjen er ført inn i Dausjøbekken like nedenfor dammen på Dausjøen. Til bekkene fører også noe sur avrenning fra avfall etter den tidligste gruve drift i området og naturlig tungmetallavrenning fra Gruvefjellet i dagen (se figur 2).

Under befaringene ble det også tatt prøve av surt dreinsvann som kommer fra de gamle taubanesiloene. Adkomsten til siloene er stengt vha en lettbetongmur, men avrenningen trenger gjennom muren og over tippen utenfor og videre ned i Dausjøen. Vannmengdene er beskjedne. Avrenningen er sterkt sur (se tabell 14 i vedlegg A), men inneholder moderate mengder av kobber og sink. Det er vanskelig å vurdere betydningen av denne tilførselen nærmere, men den vurderes likevel som beskjeden i forhold til andre bidrag til vannkvaliteten i Dausjøen.

4.7 Stasjon B10 Grøndalselva

Nedenfor utløpet av Store Skorovatn er det i årenes løp tatt prøver i vassdraget ved en rekke lokaliteter. En av de viktigste stasjonene har vært stasjon B10 som er lokalisert i nedre del av Grøndalselva ved en gammel veibru ved E6 like før samløpet med Namsen. NIVA startet prøvetakingene i 1974. Figur 22 viser observasjonsmaterialet for kobber og sink fram til og med 1999.



Figur 22. Kobber- og sinkobservasjoner ved stasjon B10 i Grøndalselva 1974-1999.

Resultatene viser samme utvikling som for stasjonen ved utløpet av Store Skorovatn. Før omlegging av oppredningsprosessen var vassdraget helt dødt ned til samløpet med Namsen. I 1976 kom fisken tilbake til nedre del av vassdraget. Tungmetallnivåene steg noe etter at gruvedriften opphørte. Etter 1995 har kobberkonsentrasjonene vært lavere enn 10 µg/l og synes å ha stabilisert seg i området 3-5 µg/l. Lokaliteten er fortsatt noe påvirket av tilførsle fra gruveområdet ved at sinkkonsentrasjonene er noe høyere enn naturlig. En har ingen opplysninger om vannkvaliteten i vassdraget på strekningen mellom stasjon B5 og B10. I en nylig publisert rapport har en vurdert situasjonen slik at kobberkonsentrasjonene i Skorovasselva er høyere enn 10 µg/l ned til samløpet med Grøndalselva, men at tiltakene i Skorovatn har ført til at kobberkonsentrasjonene i Grøndalselva idag er lavere enn 10 µg/l etter samløp med Skorovasselva (Iversen og Arnesen, 2003). I tabell 15 i vedlegg A bak i rapporten har en samlet analyseresultater for stasjon B10 for prøver som er tatt etter 1994, dvs tungmetallanalysene er utført vha moderne analyseteknikk som ICPMS. Selv om observasjonsmaterialet er beskjedent, tyder likevel resultatene på en stabil vannkvalitet i tiden etter 1995. Det er ikke utført biologiske undersøkelser i vassdraget etter 1990.

5. Forurensningstransport

Beregning av forurensningstransport fra gruveområdet kan ofte være forbundet med store usikkerheter da en som regel har for dårlig observasjonsgrunnlag for å kunne beregne pålitelige verdier for årstransporten. Feltundersøkelsene i dette prosjektet er forholdsvis enkle og basert på stikkprøvetaking ved noen viktige stasjoner en gang pr. måned. En har imidlertid gode vannføringsobservasjoner for stasjonene ved at en har foretatt kontinuerlige målinger (1x pr. time) i hele måleperioden. Når en ser på hele observasjonsperioden er det ofte større spredning i observasjonsmaterialet for vannføring enn for de kjemiske analyser. Erfaringsmessig har vi derfor kommet til at det mest pålitelige tallet en kan få for årstransporten ved en enkel feltundersøkelse som denne, er å multiplisere middelverdien for analyseresultatene i observasjonsperioden med årsavrenningen fremkommet ved å summere døgnmiddelvannføringer. Utsagnskraften vil øke med antall prøvetakinger. I det foreliggende tilfelle har en 12 prøvetakinger fordelt over ett år og ved forskjellige vannføringssituasjoner. I tabell 3 har en gjort en beregning av årstransporten ved noen viktige kilder i gruveområdet.

Tabell 3. Forurensningstransport i 2001-2002 ved Skorovas gruve.

	B4 Dausjøbekken	B3 Utl. Dausjøen	B4-B3 Samlerør	D1 Grubebekken	"Diffus" B4-B3-D1
Sulfat, tonn/år	297,2	154,1	143,0	56,0	87,0
Kobber, tonn/år	0,59	0,27	0,3	0,15	0,2
Sink, tonn/år	3,39	0,73	2,7	1,29	1,4
Jern, tonn/år	9,17	1,99	7,2	3,90	3,3

Stasjon B4 Dausjøbekken kan betraktes som samlet avrenning fra Skorovas gruveområde idag. De forurensningstilførslene som kommer inn nedenfor målepunktet, er meget beskjedne og kommer i hovedsak fra:

- et lite sig av forurenset vann fra urene fyllmasser ved noen bygninger i gruveområdet
- lekkasje fra forurensete sedimenter i Store Skorovatn

Differansen mellom B4 og B3 tilsvarer den tilførselen som kommer på samlerøret. Dette røret mottar Grubebekken, Oterbekken og Skiftehusbekken. De to siste mottar dremsvann fra størstedelen av gruveområdet som tidligere drenerte direkte til Dausjøen. Oterbekken er en utsprengt grøft som ble anlagt for å samle opp dremsvann fra Gråbergtippen. Differansen mellom samlerøret (B4-B3) og Grubebekken (D1) kan betraktes som "diffus" avrenning fra gruveområdet. Selv om Gråbergtippen var største forurensningskilde i området tidligere, er det fortsatt noe sulfidholdig avfall i området og som for en stor del drenerer til Oterbekken og Skiftehusbekken.

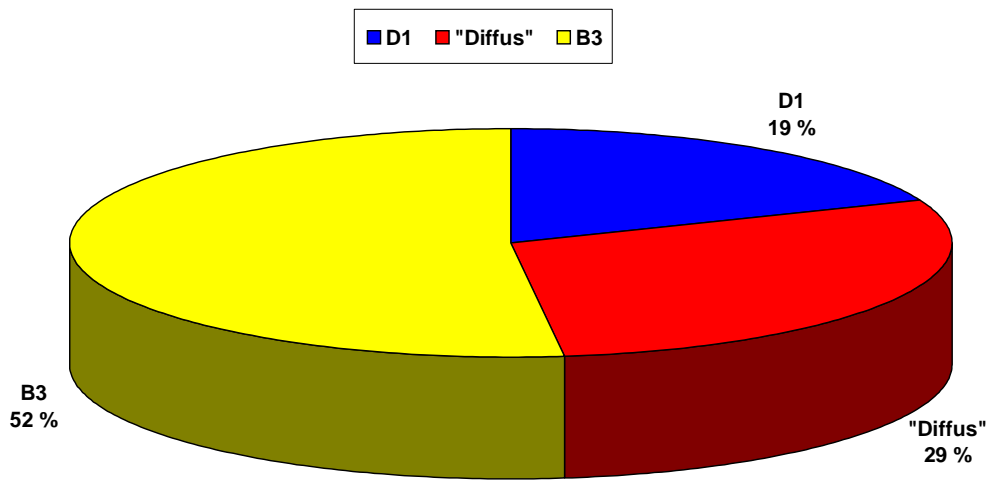
I figur 23 har en fordelt årstransporten for sulfat på hovedkildene. En ser at Dausjøen er viktigste kilde for sulfattransport og bidrar med 52 % av årstransporten. Grubebekken bidrar med 19 %, mens de diffuse kildene utgjør 29 %.

Figur 24 viser hvordan kobbertransporten fordeler seg. En ser at summen av Dausjøen (B3) og Grubebekken (D1) er omtrent den samme som for sulfat, mens resten, de diffuse kildene utgjør 28 %.

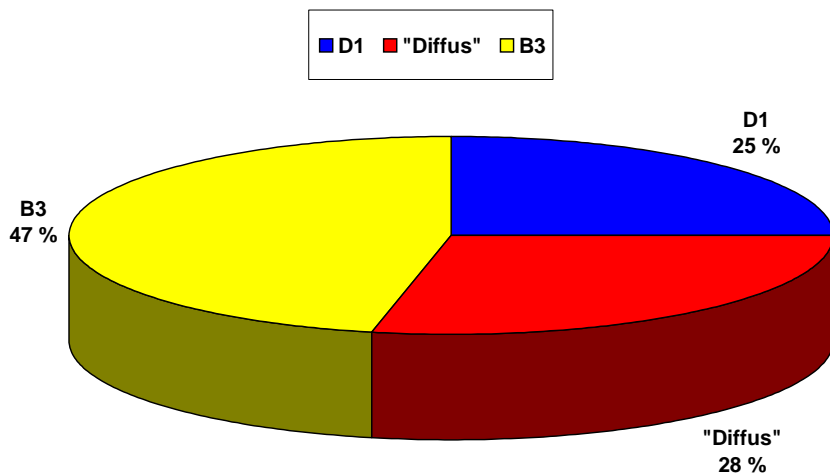
Når det gjelder sinktransporten som er vist i figur 25, er bildet forskjellig. Her betyr de diffuse kildene mest. Grubebekken betyr nesten like mye, mens Dausjøen betyr minst med 21 %.

Når det gjelder jern, er Grubebekken største kilde, mens Dausjøen betyr minst som for sink. I Dausjøen kan det være en viss lekkasje av toverdigg jern fra de vanddekkede deponiene og som

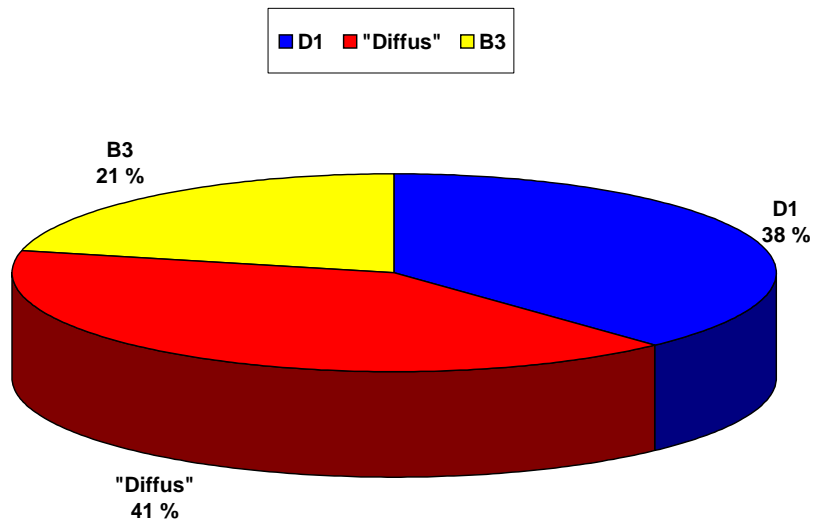
oksidierer til treverdige ute i de fri vannmassene før det felles ut som treverdige jernhydroksid og sedimenterer. Forholdet er ikke nærmere undersøkt i dette prosjektet.



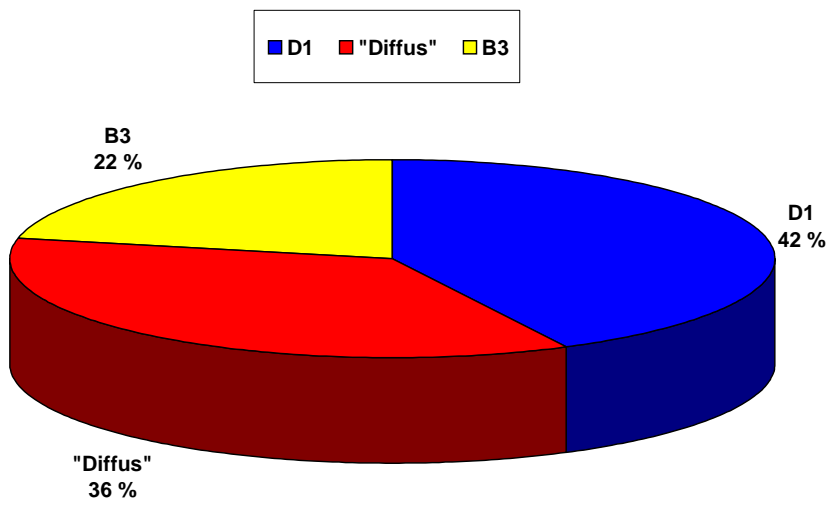
Figur 23. Fordeling av årstransport av sulfat på kilder.



Figur 24. Fordeling av årstransport av kobber på kilder.



Figur 25. Fordeling av årstransport for sink på kilder.



Figur 26. Fordeling av årstransport for jern på kilder.

Under befaringene ble det tatt prøver av lekkasjevann og overløpsvann fra den vannfylte gruva gjennom stigorten. Samtidig ble det tatt prøver av Grubebekken. Ved hjelp av analyseverdi og vannføring kan det lages et øyeblikksbilde av forurensningstransporten. I tabell 4 har en gjort en beregning av momentane transportverdier for kobber og sink. Beregningene viser at overløpet fra gruva var største forurensningskilde til Grubebekken, både for kobber og sink på det tidspunktet da prøvene ble tatt. En må også ta i betraktning at en i beregningen ikke har tatt med annet lekkasjevann fra gruva som kommer ut av sprekker i fjellet. Det er vanskelig å vurdere om beregningen også er gjeldende for en årssyklus da grunnlaget er tynt og kun basert på målinger i samme årstid. Dersom der er ønskelig, er det teknisk mulig å gjennomføre en årsobservasjon av overløpet fra gruva.

Tabell 4. Momentan transport av kobber og sink ved overløpet av gruva og i Grubebekken.

Dato	Overløp gruva kg Cu/døgn	Grubebekken, D1 kg Cu/døgn	Overløp gruva kg Zn/døgn	Grubebekken, D1 kg Zn/døgn
24.08.2001	0,46	0,64	6,77	6,97
17.09.2001	0,24	0,42	3,33	5,69
20.08.2002	0,16	0,25	2,58	3,55

For oversiktens skyld er det i gitt en oversikt over total transport av kobber og sink fra Skorovas gruve med bakgrunn i de opplysninger en har om området. Beregningen for årene 1985-1993 er utført av Arnesen (1995).

Tabell 5. Total transport av kobber og sink fra gruveområdet i Skorovatn. Beregningen omfatter sum av utslipp til Stallvikelva og til Skorovasselva.

År	Kobber Tonn/år	Sink Tonn/år
1985	12	35
1986	12,9	40
1987	10,1	29,7
1988	12,4	37,3
1989	13,5	44,2
1990	16,0	41,2
1991	1,4	8,5
1992	2,3	9,1
1993	5,0	26,1
2001/2002	0,59	3,4

6. Samlet vurdering

Forurensnings situasjonen i Skorovatn-området har i alle år etter at gruvedriften startet, og etter at den ble nedlagt, endret seg svært mye. Kort tid etter at driften kom igang, meldte forurensningsproblemer seg med full tyngde både i forbindelse med utslipp av dremsvann fra gruva og avrenning fra deponert avfall.

Det tok ca 10 år før en fikk endelig kontroll over situasjonen etter at gruvedriften ble nedlagt. Tungmetalltilførselene til Skorovassselva/Grøndalselva ble midlertidig begrenset i en periode på 5 år ved hjelp av kalking. Den andre store forurensningskilden, gruvevannet, ble først fjernet i 1990 etter at Gråbergstollen ble gjenstøpt og gruva ble fylt med vann så langt det var mulig.

Forurensningsproblemer tok i alle år fra gruvestart i 1952 til de første effektive tiltakene ble iverksatt i 1990. I forhold til situasjonen i 1990 er situasjonen i dag at kobberavrenningen er redusert med 96 % mens sinkavrenningen er redusert med 92 %. Dette vurderes som et svært godt resultat. Det gode resultatet er oppnådd ved å benytte vann som oksygenbarriere. Gruveselskapet tok i bruk denne deponeringsteknikken allerede i 1975 da avgangen fra oppredningsprosessen ble deponert under vann i Dausjøen. Senere ble det meste av problemavfallet også deponert og tildekket under vann i Dausjøen. Til slutt ble selve gruva vannfylt så langt det lot seg gjøre. I Skorovatn har dette vært en god løsning.

Tilførselene til Stallvikvassdraget er idag svært beskjedne. Nederst i vassdraget kan man idag knapt spore noen effekter fra gruveområdet. Avrenningen til Skorovassselva/Grøndalselva er også kraftig redusert, men kan fortsatt spores på hele strekningen ned til Namsen ved at sinkkonsentrasjonene fortsatt er noe høyere enn naturlig nederst i vassdraget. Denne undersøkelsen har ikke lagt vekt på å gi en tilfredsstillende beskrivelse av forurensnings situasjonen i vassdragene, men vurdering av analyse materialet for de stikkprøver som er tatt etter at tiltakene ble avsluttet, tyder på at avrenningen av kobber er redusert så mye at nivåene ikke er problematiske for fisk i Grøndalselva nedenfor tilløpet av Skorovassselva. Situasjonen i Skorovassselva antas å være slik den var før gruvestarten i 1952 da avrenningen hadde skadelige effekter på fiskebestanden. Dersom man ønsker en grundigere vurdering av tilstanden i vassdragene, anbefales det å gjennomføre biologiske undersøkelser.

Forurensningstilførselene fra gruveområdet har i dag sin årsak i flere kilder der gruvevannet fortsatt er av betydning selv om tungmetallkonsentrasjonene er betydelig lavere enn i 1990. Situasjonen vurderes som stabil, men vil være avhengig av at vannstanden i gruva opprettholdes og at det ikke skjer endringer i deponiområdet Dausjøen. Den fremtidige kontrollen bør i hovedsak konsentreres om å føre tilsyn med dette.

7. Litteratur

Arnesen, R.T. og Iversen, E.R., 1995. Transport av tungmetaller fra norske kisgruver. NIVA-rapport, O-94021, L.nr. 3294-1995. 164 s.

Veie, A., 1994. Transport av tungmetaller fra Skorovatn. Historikk, produksjon, avfall, forurensning og forurensninghindrende tiltak rundt Skorovas gruber. Miljø-Service Trøndelag AS. Rapport nr. 10. 29.06.1994. 35 s.

Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 2003. Elvestrekninger påvirket av gruveforurensning. Statens forurensningstilsyn, TA-1986/2003. ISBN 82-577-4402-6. 80 s.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 6. Analyseresultater. Stasjon B3 Utløp Dausjøen.

Dato	pH	Kond	SO₄	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
24.08.2001	5,01	10,4	37,7	13,3	0,66	110	380	38	140	<10	0,37	130	<5	<5	0,90
01.10.2001	5,04	10,9	46,1	13,6	0,69	130	260	65	150	12	<5	130	<5	<5	0,98
01.11.2001	5,14	11,0	41,9	14,5	0,73	160	310	69	140	<10	<5	140	<5	<5	1,00
03.12.2001	4,09	15,9	50,3	14,1	0,98	340	1530	94	470	<10	<5	210	<5	<5	1,12
02.01.2002	6,17	7,60	25,5	9,14	0,54	81	220	41	86	<10	<5	83	<5	<5	0,54
03.02.2002	6,46	4,52	12,3	4,25	0,39	43	69	<5	<5	<10	<5	34	<5	<5	0,15
04.03.2002	6,41	6,79	22,8	7,78	0,55	81	135	37	78	<10	<1	78	<4	<2	0,57
02.04.2002	4,60	8,02	24,9	7,09	0,64	192	815	55	178	<10	<1	103	<4	<2	0,61
06.05.2002	5,09	10,4	41,3	13,2	0,72	160	489	73	160	<10	<1	139	<4	<2	0,87
03.06.2002	5,16	10,2	36,5	12,7	0,71	140	438	73	139	<10	<1	132	<4	<2	0,82
01.07.2002	5,12	9,73	34,4	11,8	0,66	110	312	63	126	<10	<1	122	<4	<2	0,75
01.08.2002	5,25	9,22	32,3	11,6	0,68	136	310	61	124	<10	<1	120	<4	<2	0,71
20.08.2002	5,59	9,21	32,0	11,7	0,66	92	387	51	120	0,14	0,269	119	0,46	<2	0,72
Gjennomsnitt	5,32	9,53	33,7	11,1	0,66	137	435	60	159			118			0,75
Maks.verdi	6,46	15,9	50,3	14,5	0,98	340	1530	94	470			210			1,12
Min.verdi	4,09	4,52	12,3	4,25	0,39	43	69	37	78			34			0,15

Tabell 7. Analyseresultater. B4 Dausjøbekken.

Dato	pH	Kond	SO₄	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
24.08.2001	4,04	16,7	49,7	14,7	0,91	290	1340	72	550	<10	0,91	210	<5	<5	1,15
01.10.2001	3,63	28,0	92,2	20,8	1,77	770	3460	170	1620	10	<5	450	<5	7	1,86
01.11.2001	4,33	12,6	43,1	13,3	0,85	350	630	79	290	<10	<5	170	<5	<5	1,12
03.12.2001	5,24	10,7	38,9	13,4	0,72	120	370	61	130	<10	<5	130	<5	<5	0,93
02.01.2002	4,86	8,48	28,1	8,97	0,65	190	370	48	230	<10	<5	120	<5	<2	0,60
03.02.2002	5,42	5,39	11,6	4,92	0,50	150	210	17	120	<10	<5	70	<5	<5	0,45
04.03.2002	5,47	7,2	23,4	7,64	0,61	150	369	43	146	<10	<1	99	<4	<2	0,61
02.04.2002	6,25	6,1	19,2	6,81	0,52	78	113	34	68	<10	<1	67,9	<4	<2	0,51
06.05.2002	3,82	17,7	52,4	13,1	0,95	350	2870	137	531	<10	<1	196	<4	3	0,98
03.06.2002	3,87	15,9	45,8	12,2	0,85	271	2160	131	531	<10	1	183	<4	3	0,95
01.07.2002	3,79	18,7	51,8	14,0	1,03	299	2150	124	717	<10	1	234	<4	3	1,06
01.08.2002	3,85	17,1	50,0	13,8	1,16	372	1730	109	657	<10	1	245	<4	4	1,11
20.08.2002	3,81	17,1	47,9	12,9	1,22	383	1330	72	740	2,71	0,986	277	0,59	4	0,98
Gjennomsnitt	4,49	14,0	42,6	12,0	0,90	290	1316	84	487	<10	<5	188,61	<4	<5	0,95
Maks.verdi	6,25	28,0	92,2	20,8	1,77	770	3460	170	1620	10	1,00	450	0,59	7	1,86
Min.verdi	3,63	5,39	11,6	4,92	0,50	78	113	17	68	2,71	<1	67,9	0,59	3	0,45

Tabell 8. Analyseresultater. B5 Utløp Store Skorovatn.

Dato	pH	Kond	SO₄	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
24.08.2001	6,35	3,54	10,8	4,07	0,32	64	190	20	78	<10	0,17	41,0	<5	<5	0,52
01.10.2001	6,44	3,84	12,2	4,50	0,38	80	150	19	110	<10	<5	48,0	<5	<5	0,58
01.11.2001	6,42	4,11	13,1	4,95	0,40	110	160	19	120	<10	<5	51,0	<5	<5	0,63
03.12.2001	6,38	5,78	12,0	5,48	0,58	75	130	18	96	<10	<5	46,0	<5	<5	0,68
02.01.2002	6,49	5,74	11,3	5,24	0,59	71	130	17	87	<10	<5	40,0	<5	<5	0,54
03.02.2002	6,03	5,01	7,0	3,86	0,53	90	280	5	24	<10	<5	29,0	<5	<5	0,49
04.03.2002	5,78	4,47	9,6	3,70	0,47	72	248	17	78	<10	<1	36,0	<4	<2	0,42
02.04.2002	6,48	4,48	9,6	3,96	0,49	68	210	15	76	<10	<1	39,2	<4	<2	0,47
06.05.2002	5,78	4,76	14,1	4,96	0,49	98	343	25	120	<10	<1	62,9	<4	<2	0,49
03.06.2002	5,33	3,69	9,9	3,39	0,34	70	258	22	90,6	<10	<1	38,6	<4	<2	0,31
01.07.2002	5,51	3,42	9,3	3,34	0,32	110	210	21	97,3	<10	<1	39,8	<4	<2	0,31
01.08.2002	5,64	3,77	10,5	3,68	0,36	97	97,4	22	112	<10	<1	43,8	<4	<2	0,27
20.08.2002	5,61	4,30	12,6	4,38	0,40	52	114	19,4	127	0,283	0,204	51,4	0,25	<2	0,33
Gjennomsnitt	6,02	4,38	10,9	4,27	0,44	81	194	18	94	<10	<5	43,6	<4	<5	0,46
Maks.verdi	6,49	5,78	14,1	5,48	0,59	110	343	25	127	0,283	0,20	62,9	<4	<2	0,68
Min.verdi	5,33	3,42	7,0	3,34	0,32	52	97	5	24	0,283	<1	29,0	0,25	<2	0,27

Tabell 9. Analyseresultater. D1 Grubebekken ved måledam.

Dato	pH	Kond mS/m	Al mg/l	Ca mg/l	Cd mg/l	Co mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Mg mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	SO ₄ mg/l	Si mg/l	Zn mg/l
24.08.2001	3,16	53,2	1,33	27,2	<0,005	0,013	0,34	9,13	2,77	0,75	<0,005	0,013	142,2	2,80	3,69
01.10.2001	3,26	51,9	1,37	34,5	<0,005	0,014	0,37	11,10	3,25	0,89	<0,005	0,012	176,0	2,69	4,57
01.11.2001	3,64	26,1	1,15	10,7	<0,005	0,008	0,16	2,92	1,49	0,35	<0,005	<0,010	63,5	1,71	1,20
03.12.2001	3,32	49,0	1,58	22,7	<0,005	0,014	0,33	8,92	2,71	0,72	<0,005	<0,01	125,4	2,31	2,85
02.01.2002	3,78	21,1	0,76	10,3	<0,005	0,006	0,11	1,59	1,31	0,32	<0,005	<0,01	52,7	1,05	1,20
03.02.2002	3,68	18,0	0,80	10,4	<0,005	0,007	0,10	1,39	1,36	0,33	<0,005	<0,01	48,5	1,12	1,15
04.03.2002	3,62	19,2	0,89	9,7	<0,001	0,008	0,14	2,10	1,48	0,37	<0,004	<0,01	53,3	1,13	1,08
02.04.2002	3,22	41,8	1,35	13,0	0,002	0,013	0,29	7,07	2,11	0,52	<0,004	<0,01	99,4	1,87	1,49
06.05.2002	3,11	50,9	0,99	17,1	0,003	0,009	0,42	14,30	2,03	0,46	<0,004	0,01	119,8	1,77	2,28
03.06.2002	3,29	34,1	0,58	12,3	0,002	0,005	0,30	7,47	1,31	0,34	<0,004	<0,01	74,9	1,29	1,67
01.07.2002	3,08	59,8	1,19	27,1	0,0049	0,013	0,45	14,00	2,88	0,80	<0,004	0,02	150,9	2,58	3,72
01.08.2002	2,98	75,9	2,08	36,2	0,0063	0,021	0,53	15,90	4,86	1,20	<0,004	0,02	204,8	4,14	4,86
21.08.2002	3,28	42,8	1,32	26,3	0,0036	0,013	0,23	3,98	3,52	0,91	<0,004	0,01	123,4	2,38	3,21
Gj.snitt	3,34	41,8	1,18	19,81	<0,005	0,01	0,29	7,68	2,39	0,61	<0,005	0,01	110,4	2,06	2,54
Maks.verdi	3,78	75,9	2,08	36,20	0,01	0,02	0,53	15,90	4,86	1,20	<0,005	0,02	204,8	4,14	4,86
Min.verdi	2,98	18,0	0,58	9,72	<0,001	0,01	0,10	1,39	1,31	0,32	<0,004	0,01	48,5	1,05	1,08

Tabell 10. Analyseresultater. Stasjon A1. Utløp Gråberstoll. Prøve tatt 24.08.2001.

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 µg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
3,53	106	566	147	21	0,54	90	0,13	8,98	0,011	6,0	6,27	0,006	0,061	4,58

Tabell 11. Analyseresultater. Stasjon A8. Stallvikselva ved innløp i Tunnsjøen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/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	As µg/l
30.08.1995	7,07	2,59	2,4	3,83	0,33	189	3,3	4,4	0,05	0,010	5,0	1,3	0,10	<0,5	<0,1
24.08.2001	7,28	3,31	2,4	4,88	0,38	140	3,2	4,1	0,05	0,011	3,9	0,1	0,033	<0,2	0,2

Tabell 12. Analyseresultater. Stasjon D3. Overløp Skorovas gruve i Gruvefjellet.

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
24.08.2001	2,84	153	689	162	12,0	1,76	83,8	1,52	22,4	0,059	0,031	3,37	<0,005	0,035	6,26	3,50
17.09.2001	2,72	187	853	165	13,3	2,76	129	1,57	21,9	0,084	0,030	3,47	<0,005	0,048	7,47	1,76
20.08.2002	2,79	164	752	175	13,3	1,78	85,3	1,40	22,1	0,044	0,030	3,99	0,005	0,035	6,76	1,35

Tabell 13. Analyseresultater. Stasjon D2. Lekkasjevann fra Skorovas gruve i Gruvefjellet.

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
24.08.2001	2,50	228	1138	41,8	13,3	9,01	304	3,38	6,33	0,20	0,022	1,80	0,009	0,073	10,6	<1
20.08.2002	2,49	283	2003	168	35,6	15,5	560	4,51	17,0	0,14	0,011	5,96	0,010	0,100	17,7	<0,1

Tabell 14. Analyseresultater. Drensvann fra taubanesiloer til Dausjøen.

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
21.08.2002	2,55	311	2066	203	52,2	41,9	446	18,2	27,5	0,02	0,067	5,29	0,037	0,153	17,7

Tabell 15. Analyseresultater. Stasjon B10. Grøndalselva ved Lassemoen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/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	As µg/l
24.08.1994	6,79	3,86	9,0	4,22	0,46	35	7,0	68,3	0,07	0,12	8,6	<0,5	0,2	1,7	<0,1
30.08.1995	6,47	2,11	4,1	2,28	0,32	105	7,0	23,7	0,22	0,11	10	0,6	0,2	<0,5	0,2
20.08.1996	6,85	2,81	4,4	2,97	0,41	81	5,2	18,0	0,07	<0,01	4,3	0,2	<0,1	<0,5	<0,1
20.08.1997	6,66	2,81	5,2	2,67	0,40	-	2,9	20,5	0,04	0,20	3,4	<0,2	<0,1	<0,5	<0,1
20.08.1998	6,59	1,82	2,7	1,87	0,26	150	5,3	17,1	0,17	0,05	7,6	0,3	0,1	<0,5	<0,1
18.08.1999	6,14	3,64	6,2	3,62	0,53	23	2,5	13,0	<0,02	0,05	2,3	<0,2	<0,1	<0,5	0,2