

NIVA



RAPPORT LNR 3596-97

Eiker Kobberverk

Kartlegging av avrenning



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 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
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel EIKER KOBBERVERK Kartlegging av avrenning	Løpenr. (for bestilling) 3596-97	Dato 10.01.97
	Prosjektnr. Undernr. O-94172	Sider 26
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Industri	Distribusjon
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA 1997

Oppdragsgiver(e) BERGVESENET	Oppdragsreferanse Best. nr. 21/94
--	--------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>I 1994/95 ble det gjennomført en kartlegging av kildene for forurensningstransporten fra det nedlagte Eiker Kobberverk i Øvre Eiker kommune. Gruveområdet drenerer til to mindre vassdrag som begge fører til Drammenselva. Samlet transport fra området er beregnet til ca. 0,6 tonn kobber og 2,9 tonn sink på årsbasis.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Forurensningstransport 3. Drensvann 4. Eiker Kobberverk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite Mining 2. Transport of pollutants 3. Acid Mine Drainage (AMD) 4. Eiker Copper Mine
--	--

Eigil Rune Iversen

Eigil Rune Iversen

Prosjektleder

ISBN 82-577-3150-1

Bente M. Wathne

Bente M. Wathne

Forskningssjef

O-94172

Eiker Kobberverk

Kartlegging av avrenning

Forord

Norsk institutt for vannforskning har gjennomført en rekke undersøkelser av forurensningstilstand og forurensningstransport ved nedlagte kisgruver. Bergvesenet og Statens forurensningstilsyn har vært de sentrale oppdragsgivere i dette arbeidet. Den foreliggende rapport er finansiert av Bergvesenet som vi herved takker for mangeårig interesse for vårt arbeid på dette feltet.

Oslo, 10. januar 1997

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
1.1 Prosjektbeskrivelse	6
1.2 Undersøkellesmetodikk	6
2. Gruveområdet - lokalisering og virksomhet	7
3. Forurensningskilder	9
4. Hydrologiske forhold	11
5. Vannkvalitet	13
6. Transportberegninger	16
7. Konklusjoner	19
8. Referanser	19
Vedlegg A. Analyseresultater	20
Vedlegg B. Meteorologiske observasjoner	23

Sammendrag

Det er foretatt feltundersøkelser av avrenningen fra Eiker Kobberverk i Øvre Eiker kommune i perioden juli 1994 til august 1995. Målsettingen med prosjektet har vært å gi en oversikt over transporten av forurensningskomponenter fra gruveområdet til resipientene. I undersøkelsen er benyttet 3 målestasjoner for undersøkelse av vannkvalitet og vannmengder.

Undersøkelsen ga følgende resultater m.h.t. materialtransport :

Samlet materialtransport fra Bergsgruva, Eiker Kobberverk.

Drenerings- retning	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
Til Gorudbekken	0.26	1.21	1.67	1.9	28.9
Mot Kloppmyr og Dørja	0.32	1.72	0.70	3.3	20.0
Totalt	0.58	2.93	2.37	5.2	48.9

Transport av andre tungmetaller som har betydning i forurensningssammenheng, er beskjedent.

Avrenningen fra Bergsgruva fordeler seg på to vassdrag som fører til Drammenselva, Gorudbekken-Honselva og Dørja-Vestfosselva. Selv om mesteparten av avfallet er deponert slik at det hovedsaklig drenerer til ett av vassdragene (Dørja), er innholdet av kismaterialer i det avfallet som drenerer mot Gorudbekken så høyt at samlet tungmetalltransport fra Bergsgruva omtrent er likelig fordelt på begge dreneringsretninger. Det er beregnet at det ligger ca. 9600 m³ gruveavfall i området.

Avrenningen fra to andre gruver i området, Åsgruva og Haugset gruve er uten betydning i forurensningssammenheng.

1. Bakgrunn

1.1 Prosjektbeskrivelse

Målsettingen med prosjektet har vært å foreta en kartlegging av forurensningstilførslene fra Eiker kobberverk i Øvre Eiker kommune etter oppdrag fra Bergvesenet. Et programforslag ble oversendt Bergvesenet den 8.mars 1994 og prosjektet ble bestilt i brev av 9. mai 1994. Feltundersøkelsene ble startet i juli 1994.

NIVA har foretatt befarings til området tidligere (Johannessen og Iversen, 1984, Iversen, 1990). Det ble foretatt en befarings til området i juli 1994 for planlegging av undersøkelsesopplegg. Under befaringen var det meget tørt, noe som gjorde det enkelt å montere overløpsprofiler ved prøve-takingsstedene. Det ble besluttet å benytte tre feltstasjoner for å kartlegge avrenningen. De videre undersøkelsene har bestått i regelmessig prøvetaking ved disse tre stasjonene over en periode på ett år. Feltundersøkelsene ble avsluttet i august 1995. All prøveinnsamling og vannføringsobservasjoner ble foretatt av NIVA.

1.2 Undersøkelsesmetodikk

Undersøkelsene ved Eiker kobberverk er basert på analyse av vannprøver fra tre prøvetakingsstasjoner. Alle analyser er utført av NIVA. I tillegg til måling av pH og konduktivitet er metallanalyser og totalt svovelinnhold bestemt v.h.a. flammeemisjonsteknikk (ICP). En fast komponentpakke er benyttet som består av de vanligste komponenter slikt drens vann inneholder. I tabellene er angitt vannets innhold av sulfat (SO_4). Sulfatinnholdet er beregnet ut fra prøvens innhold av totalt svovel. Dette er gjort da en erfaringsmessig vet at svovelinnholdet i slikt drens vann i det vesentligste foreligger som sulfat. Et annet forhold er at analyse av totalt svovel v.h.a. ICP-teknikk er mer pålitelig enn de metoder som benyttes for sulfatanalyse av slikt vann (turbidimetrisk metode).

Vannføringsmålingene er utført v.h.a. overløpsprofiler nedsatt i bekkene ved to av stasjonene. Profilene ble kalibrert v.h.a. bømte/stoppeklokke-metoden. Ved den tredje stasjonen (Gorudbekken) måtte vannføringsmålingene oppgis da bekkeleiet stadig endret seg da bekken passerer gjennom et ravine-område.

Veltenes volum ble beregnet v.h.a. av eksisterende flyfoto. Dette arbeidet er utført av Blom A/S.

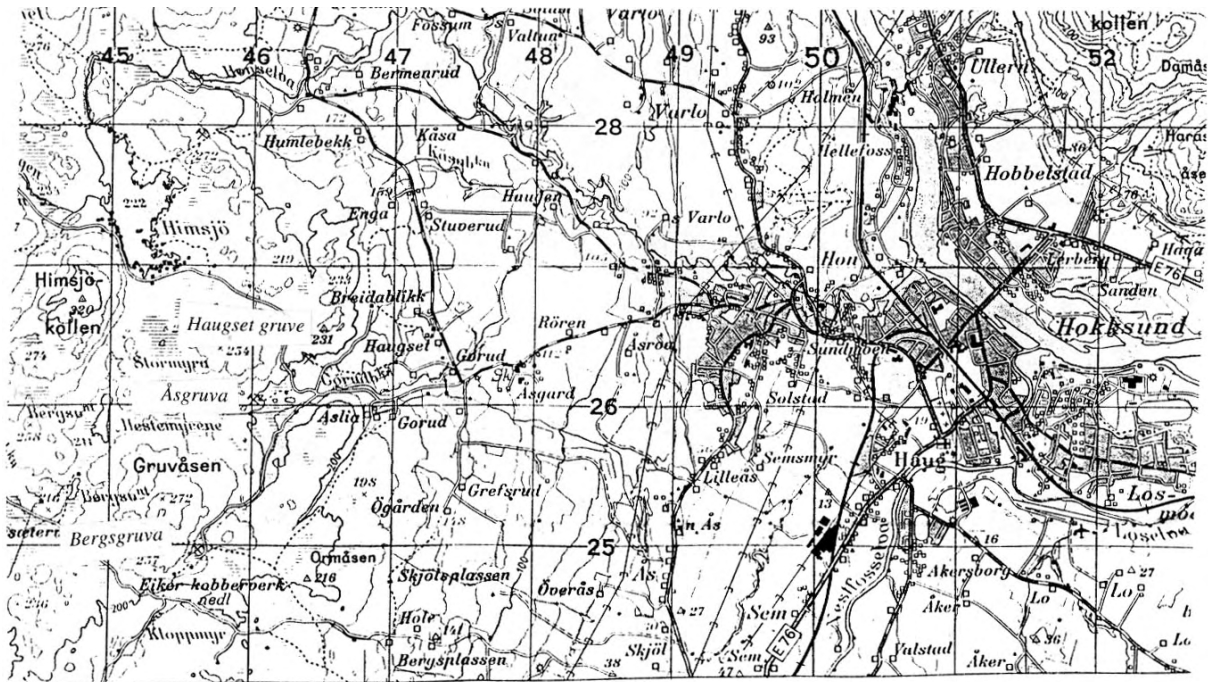
2. Gruveområdet - lokalisering og virksomhet

Gruveområdet ved Eiker kobberverk ligger ved Hokksund i Øvre Eiker kommune i Buskerud og drenerer til Drammensvassdraget via to mindre vassdrag, Gorudbekken og via Kloppmyr til Vestfosselva som er sideelv til Drammenselva. Figur 1 og figur 2 viser gruveområdets lokalisering. I tabell 1 er samlet geografiske data om beliggenheten til gruveområdet.

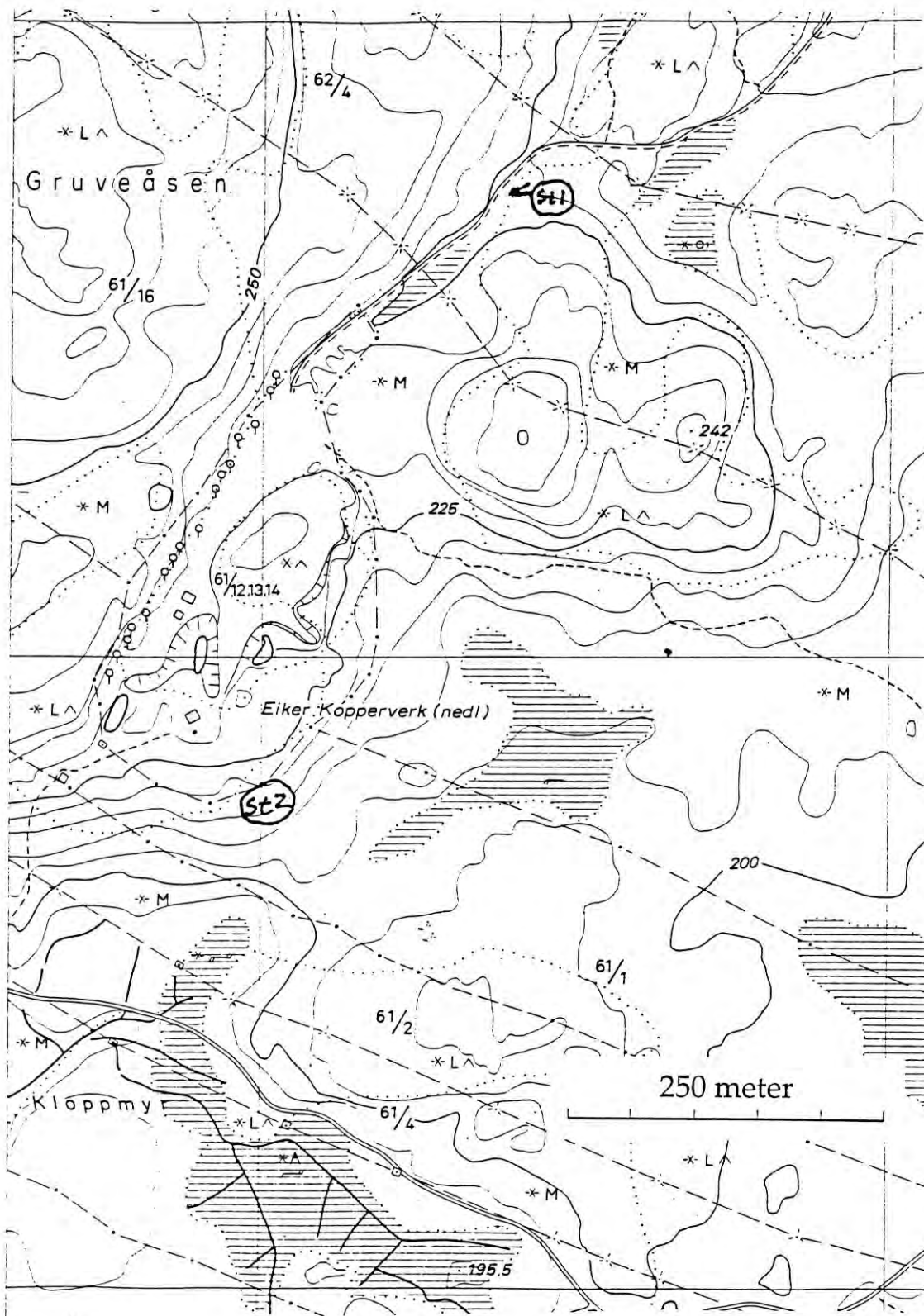
Tabell 1. Geografiske data om beliggenheten til Eiker kobberverk. Karthensvisningen gjelder Statens kartverk serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Eiker kobberverk	Buskerud	Øvre Eiker	Hokksund 1714 I Kongsberg 1714 II	32VNM 4524,4525,4626

Gruveområdet består av tre gruver : Bergsgruva, Åsgruva og Haugset gruve. Gruvene er avmerket på figur 1. Åsgruva og Haugset gruve er uten betydning i forurensningssammenheng. Ved Åsgruva er det drevet skjerpning over en strekning på ca 150 m. De vanligste ertsmineraler her er sinkblende og blyglans (NGU, 1980). Driften ved Haugset gruve, som er en kobber/sink forekomst, har også vært ubetydelig. I forurensningssammenheng er det Bergsgruva som er av størst betydning. Forekomsten var kjent på 1700-tallet, men noen drift kom trolig ikke igang før omkring 1820. På 1800-tallet regner en at det var tre driftsperioder : 1848-1862 (Eikers kobberverk), 1874-1879 (Hougsunds kobberverk) og 1885-1889 (Ekers kobbergruve). Aktiviteten var størst i årene 1875-78 og 1885-89. Forekomsten, som var en rik kobber/sink forekomst, regnes som utdrevet. Forsøksdriften ved Åsgruva foregikk omkring 1912. Det ble også foretatt en befaring til et skjerp nordøst for Himsjø (kartref. 456279) som sannsynligvis ble åpnet i forbindelse med driften i Åsgruva. Skjerpnet har ingen betydning i forurensningssammenheng. Veien opp til Bergsgruva (fra Gorud) er farbar med bil. I den øvre delen av veien er benyttet en del gruveavfall fra Bergsgruva.



Figur 1. Gruveområdets lokalisering (Utsnitt av kartet 1714 I, Hokksund)



Figur 2. Utsnitt av 1:5000 kart over området omkring Bergsgruva med markering av prøvetakingsstasjoner.

3. Forurensningskilder

Ved Haugset gruve er det noen vannfylte synker med avfall utenfor. Avfallet produserer noe surt drensvann. Sigene fra området synes å forsvinne i grunnen før de når Gorudbekken. Ved bruddene ved Åsgruvene er også en del veltemasser. Massene er lite forvitret. Det er ingen synlige sig fra området. Disse to områdene er ikke nærmere vurdert i denne undersøkelsen da den forurensningsmessige betydning synes uvesentlig.

Gruvene ved Bergsgruva er vannfylte og ca. 107 m dyp på det dypeste (138 m etter fallet), men noen synlige overløp kunne ikke påvises. Utenfor gruveåpningene er en del veltegoods av forskjellig opphav deponert. Velte 1 synes å produsere mest sur avrenning (se figur 3). Velte 1 drenerer mot Gorudbekken og består av masser med høyt innhold av kismineraler, trolig en del råmalm som ble liggende igjen etter siste driftsperiode. Figur 3 viser de forskjellige veltene. Veltene 2, 3 og 4 drenerer mot Kloppmyr. En del surt sigevann er samlet ved foten av velte 4. Ved velte 2 er også deponert en del vaskeriavgang fra siste driftsperiode.

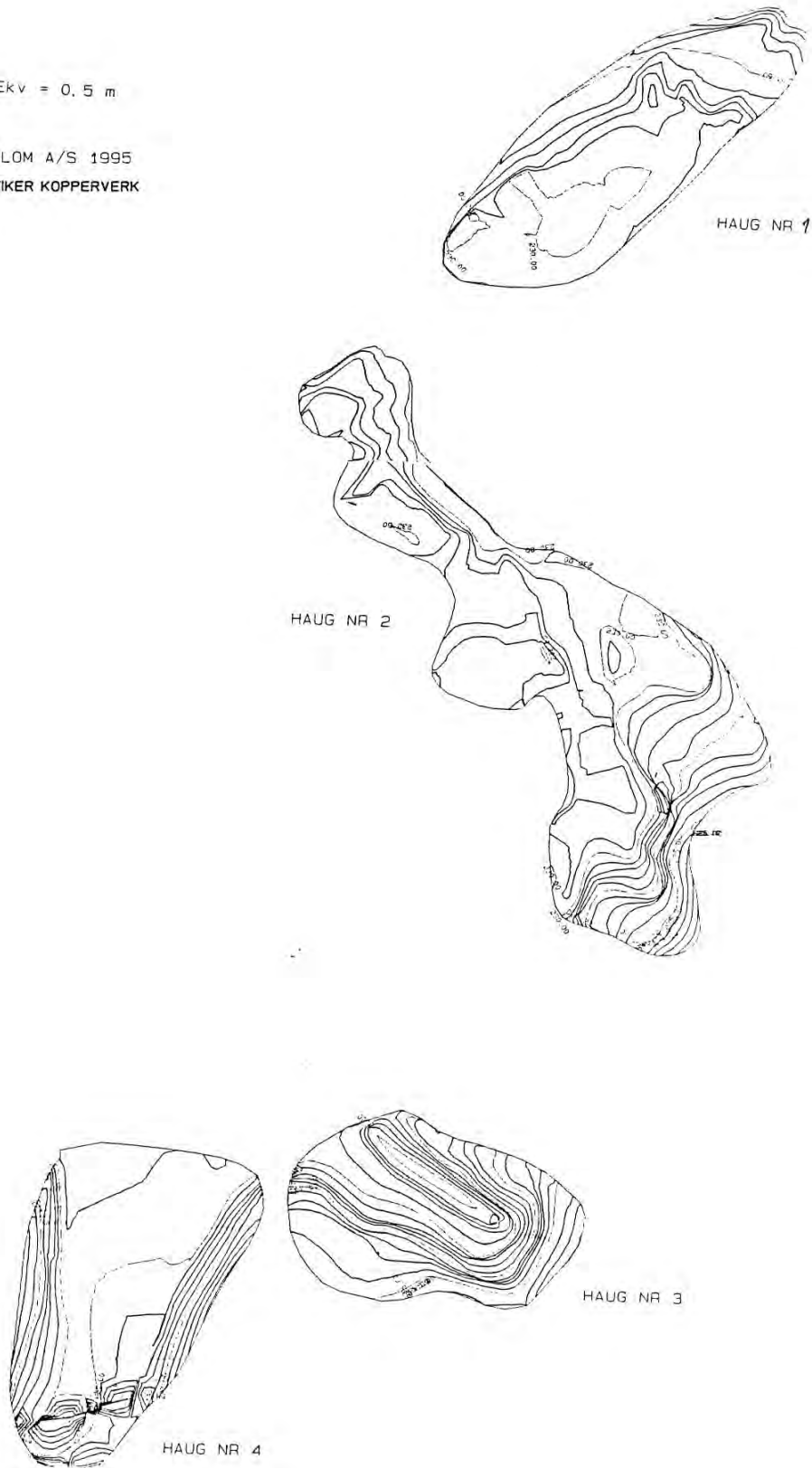
Blom A/S har beregnet veltemassenes volum ut fra eksisterende flyfoto. Volumene ble beregnet til :

Tabell 2. Volum av bergvelter ved Bergsgruva, Eiker Kobberverk.

Velte nr.	Volum, m ³
1	1318
2	2009
3	2167
4	4139
Sum	9633

Ekv = 0.5 m

BLOM A/S 1995
EIKER KOPPERVERK



Figur 3. Uttegning av velder etter flyfoto. Grunnlag for volumberegning (Blom A/S).

4. Hydrologiske forhold

All avrenning fra Åsgruvene og Haugset gruve drenerer mot Gorudbekken. Deler av avrenningen fra Bergsgruva går også mot Gorudbekken. Gorudbekken løper inn i Honselva som løper inn i Drammenselva ved Hokksund. Avrenningen fra en del av gruveavfallet ved Bergsgruva drenerer mot Kloppmyr og videre mot en bekk som fører mot Dørja som løper inn i Fiskumvannet og videre til Vestfosselva. Vestfosselva er sideelv til Drammenselva. I denne undersøkelsen er benyttet 3 stasjoner der det er tatt prøver for kjemisk analyse. Ved to av stasjonene (1 og 2) er det foretatt vannføringsobservasjoner. Vannføringsobservasjonene er samlet i tabell 4.

Tabell 3. Stasjoner som omfattes av feltundersøkelsen.

Stasjon nr.	Navn
1	Bekk fra Bergsgruva nedenfor tipp
2	Sig mot Kloppmyr
3	Gorudbekken ved veibom

Tabell 4. Vannføringsobservasjoner ved stasjonene 1 og 2.

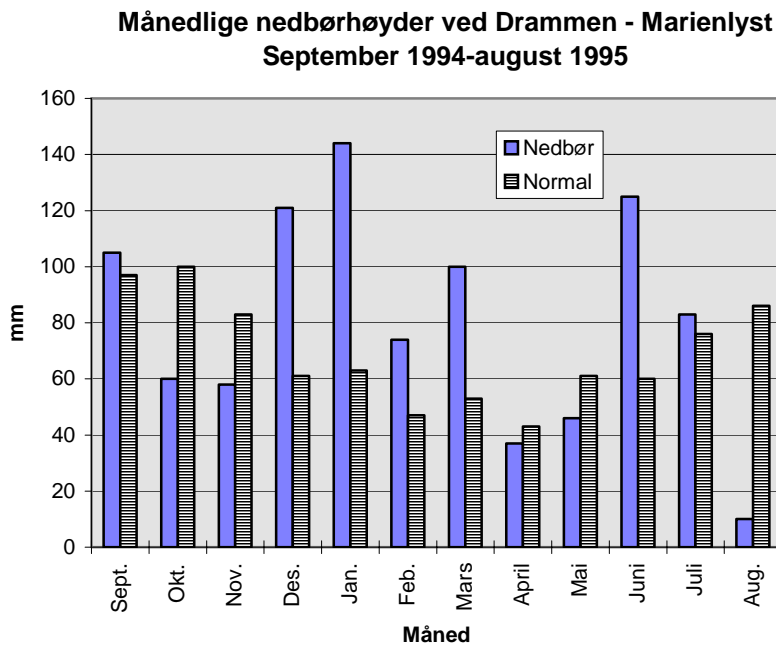
Stasjon :	St.1	St.1	St.2	St.2
Dato	Vannf l/s	Vannf m ³ /døgn	Vannf l/s	Vannf m ³ /døgn
14.08.94	2.96	255.74	2.17	187.49
12.09.94	3.90	336.96	0.92	79.49
06.10.94	0.47	40.61	0.01	0.86
07.11.94	1.25	108.00	0.23	19.87
07.12.94	0.80	69.12	0.03	2.42
16.01.95	0.61	52.70	0.01	0.86
13.02.95	0.80	69.12	0.00	0.00
19.03.95	0.80	69.12	0.08	6.57
20.04.95	2.55	220.32	1.01	87.26
20.05.95	0.52	44.93	0.01	0.86
02.06.95	7.24	625.54	1.52	131.33
16.06.95	3.90	336.96	1.01	87.26
13.07.95	0.38	32.83	0.00	0.00
19.08.95	0.29	25.06	0.01	0.86
Året, tidsveiet		37782 m³		13830 m³

Stasjon 1 gir et representativt bilde av total avrenning mot Gorudbekken. Bekken passerer over fast fjell slik at en ved prøvetakingspunktet har samlet opp praktisk talt all avrenning. Ved stasjon 2 er forholdene vanskeligere. Selv om tilsynelatende all avrenning ble samlet opp i en liten måledam med overløpsprofil, var det tydelig at sig fra tippet forsvant i grunnen før det nådde måledammen. Nedbørfeltet til stasjon 2 var dessuten lite, noe som gjør at observasjonsmaterialet blir mer usikkert m.h.t. representativitet ved en så begrenset prøvetakingsfrekvens som månedlig.

Ved stasjon 3 ble det anlagt en måledam, men det viste seg snart at denne fylte seg med sand og ble ødelagt på grunn av at bekken passerer et raveliknende område. Videre vannføringsmålinger ble oppgitt. Ved stasjon 3 er nedbørfeltets areal målt til 2,45 km².

Med en avrenningskoeffisient på 16 l/s km² (NVE, 1987), blir midlere avrenning ca. 39 l/s.

Figur 4 viser månedlige nedbørhøyder for nærmeste meteorologiske stasjon (26890 Drammen-Marienlyst) for perioden september 1994- august 1995. De daglige nedbørhøydene for 1994 og 1995 er samlet i vedlegg B. I året 1994 falt det 86 % av normal nedbør, mens det i 1995 falt 101 %. I oktober og november 1994 falt det lite nedbør. Det må også bemerkes at det falt svært mye nedbør i juni 1995 da det var flom i sør-øst Norge. August 1995 var en svært tørr måned.



Figur 4. Månedlige nedbørhøyder ved Drammen - Marienlyst.

5. Vannkvalitet

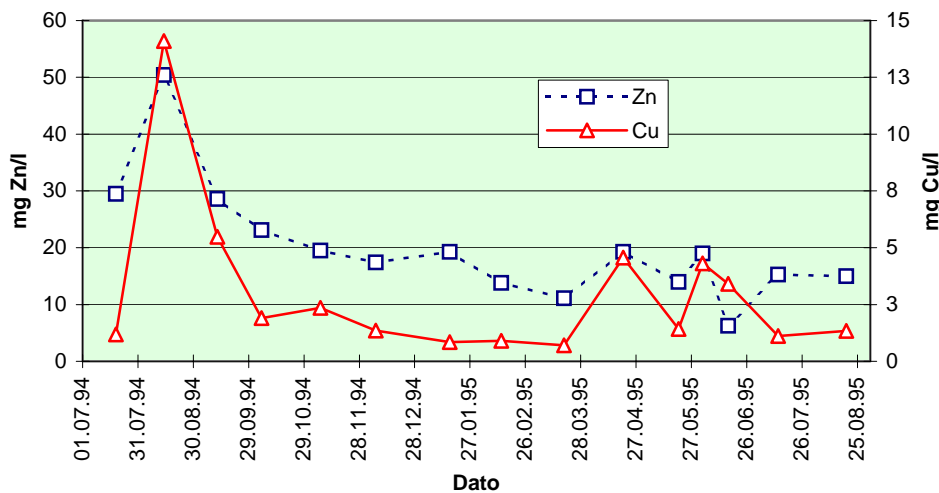
Figur 2 viser et utdrag av økonomisk kart over området der prøvetakingsstasjonene er markert.

Analyseresultatene for stasjon 1 er samlet i tabell i vedlegg A. Resultatene viser en sterkt sur vannkvalitet med pH-verdier varierende i området 2,7 til 3,1. Tungmetallkonsentrasjonene er høyest i perioder med høy utvasking slik som i august- september 1994 og juni 1995. Kobberkonsentrasjonene er lavest om vinteren. Variasjonene i sinkkonsentrasjonene følger stort sett samme mønster som kobberkonsentrasjonene, men nivåene varierer ikke så mye som for kobber. Figur 5 viser variasjonene i kobber- og sinkkonsentrasjonene i løpet av observasjonsperioden. Tabell 5 gir en oversikt over middelveidier, maks.- og min.-verdier for de viktigste analyseresultatene i måleperioden. Det er også beregnet tidsveiede middelveidier for årssyklusen 14.08.94-19.08.95.

Tabell 5. St.1 Bekk fra Bergsgruva. Analyseresultater.

	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Vannf. l/s
Tidsv.middel	3,08	114,0	520	27,4	2,64	18,8	0,020	1,60
Gj.snitt *)	3,00	121,0	556	28,5	3,00	20,1	0,023	1,78
Maks. *)	3,15	212,0	1027	70,2	14,1	50,4	0,090	7,24
Min. *)	2,72	90,3	335	6,5	0,71	6,27	0,004	0,19

*) 19.07.94-19.08.95

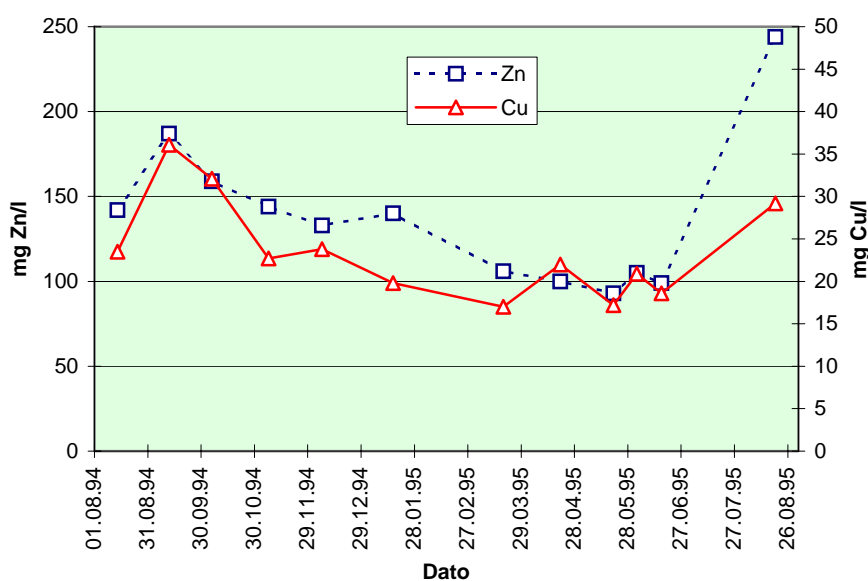


Figur 5. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved St.1 Bekk fra Bergsgruva.

Ved stasjon 2, som fanger opp sig som går mot Kloppmyr, er vannkvaliteten er sterkt sur med pH-verdier hele tiden under 3. I tabell 6 er som for stasjon 1 samlet beregnede middelveidier og maks.- og min.verdier. Sigevannet inneholder spesielt mye sink, og følgelig også en del kadmium, noe som viser at sinkrik malm ikke var av økonomisk betydning og ble kastet på tippene. I et så lite nedbørfelt som ved stasjon 2 varierer vannmengdene og derved også vannkvaliteten mye avhengig av nedbør og klima. Ved tre anledninger var det ikke vann i måledammen. Prøven ble derfor tatt noe nærmere tippene hvor det av til var nærmest stillestående vann i bekleleiet. Det var tydelig at deler av sigevannet fra tippene forsvant i grunnen før det nådde måledammen.

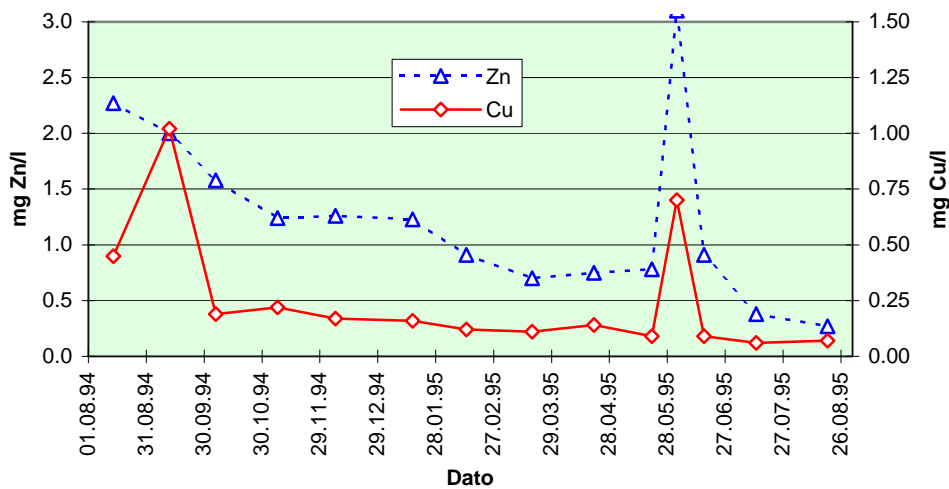
Tabell 6. St.2 Sig fra Bergsgruva til Kloppmyr. Analyseresultater.

	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Vannf. l/s
Tidsv.middel	2,88	252	1627	43,8	23,4	139,4	0,25	0,44
Gj.snitt	2,83	250	1600	42,6	22,1	131,1	0,24	0,58
Maks.	2,96	374	2698	82,3	38,4	244,0	0,42	2,17
Min.	2,65	201	1153	9,5	4,4	20,7	0,04	0,00

**Figur 6.** Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved St.2 Sig fra Bergsgruva mot Kloppmyr.

Figur 6 viser hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene ved stasjon 2 varierte i måleperioden.

Stasjon 3, Gorudbekken ved veibom, fanger opp tilførsler fra Bergsgruva, fra anleggsveien opp til Bergsgruva der det er benyttet en del gruveberg som fyllmasser i veien, samt mulige tilførsler fra Haugset gruve og Åsgruva. Vannkvaliteten varierte sterkt i løpet av måleperioden med pH-verdier fra 4,5 til 7. Årsaken til de store variasjonene er at i tørre perioder forsvinner bekken fra Bergsgruva helt før vannet når fram til Gorudbekken. Det er mulig at noe drensvann fra gruveområdet når fram til målepunktet i Gorudbekken som grunnvannstilførsler. Kobberkonsentrasjonene varierte med en faktor på 20 (fra 0,06 til 1 mg/l), mens sinkkonsentrasjonene varierte med en faktor på 10 (fra 0,3 til 3 mg/l). Årsaken til at kobberkonsentrasjonene varierer mer kan være at kobber er mindre mobilt enn sink og tas opp i løsmassene i bekkeleiet, noe som er spesielt merkbart i perioder med lav vannføring som f.eks. i juli/august 1995. Figur 7 viser hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene varierte i måleperioden.



Figur 7. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved St.3 Gorudbekken ved veibom.

6. Transportberegninger

Hensikten med å foreta transportberegninger er å kunne vurdere betydningen av enkeltkilder og se disse i forhold til samlet avrenning fra området for derved å kunne ta stilling til behov og muligheter ved eventuelle forurensningsbegrensende tiltak. Ofte kan det også i denne sammenheng være nyttig å vurdere transportverdiene i forhold til tilsvarende tilførsler fra andre gruveområder. For å kunne foreta en pålitelig materialtransportberegning er en avhengig av gode vannføringsmålinger ved prøvetakingsstasjonene. I årenes løp har NIVA foretatt en rekke undersøkelser av avrenning fra gruveområder. Erfaringen er at der hvor en har med avrenning fra avfall i dagen å gjøre, kan ofte konsentrasjonene variere med en faktor på 10, mens vannføringene kan variere med en faktor på 100. Under spesielle situasjoner har en også påvist at det ofte er slik at ved høye vannføringer også kan observere høye konsentrasjoner (Arnesen, 1996). Dersom en ønsker å oppnå et så pålitelig tall for materialtransporten som mulig, er det derfor viktigere å prioritere vannføringsobservasjonene fremfor antall prøvetakinger. Man bør imidlertid forsøke å fordele prøvetakingene over ulike vannførings- og avrenningsforhold. I en undersøkelse foretatt nylig ved et annet gruveområde (Iversen, 1996), har en målt vannføring kontinuerlig v.h.a. vannstandslogger og foretatt manuelle stikkprøver over en årssyklus. En slik fremgangsmåte gir et forbedret uttrykk for materialtransporten samtidig som en også lett kan se hvor heldig en har vært med fordelingen av prøvetakingsstidspunktene med ulike avrenningssituasjoner.

Ved Eiker kobberverk har en valgt et noe enklere opplegg slik tilsvarende undersøkelser har vært utført ved en rekke andre gruveområder. Undersøkelsen er basert på en månedlig stikkprøve med vannføringsobservasjon fordelt over året. I tillegg ble det tatt en ekstra prøve under vårflommen på Østlandet i månedskiftet mai/juni 1995.

Tabell 7 og tabell 8 gir en samlet oversikt over daglige transportverdier ved stasjonene 1 og 2 mens det i tabell 9 er beregnet samlet materialtransport fra Bergsgruva. Figur 8 og figur 9 viser hvordan kobbertransporten varierte ved stasjonene 1 og 2 i løpet av måleperioden. I figurene er også inntegnet vannføringene.

Tabell 7. Materialtransport ved St 1. Bekk fra Bergsgruva.

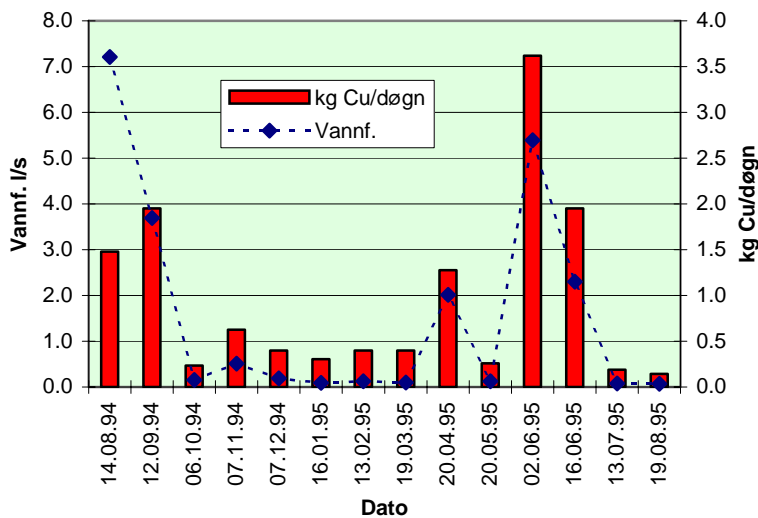
Dato	SO ₄ kg/døgn	Cu kg/døgn	Zn kg/døgn	Fe kg/døgn	Cd g/døgn
14.08.94	262.6	3.61	12.89	17.95	23.0
12.09.94	191.7	1.85	9.64	12.53	16.8
06.10.94	25.8	0.08	0.94	1.46	1.2
07.11.94	54.3	0.25	2.11	2.79	1.6
07.12.94	36.4	0.09	1.20	2.16	0.69
16.01.95	31.4	0.04	1.02	1.84	0.21
13.02.95	30.0	0.06	0.95	1.99	0.42
19.03.95	27.1	0.05	0.77	1.45	0.36
20.04.95	89.0	1.01	4.25	5.60	6.4
20.05.95	20.3	0.06	0.63	0.67	0.23
02.06.95	262.1	2.70	11.89	15.45	18.0
16.06.95	112.9	1.15	2.11	2.20	9.8
13.07.95	16.2	0.04	0.50	0.47	0.26
19.08.95	14.5	0.03	0.38	0.39	0.23
Året, tidsveiet	28.9 tonn	0.26 tonn	1.21 tonn	1.67 tonn	1.9 kg

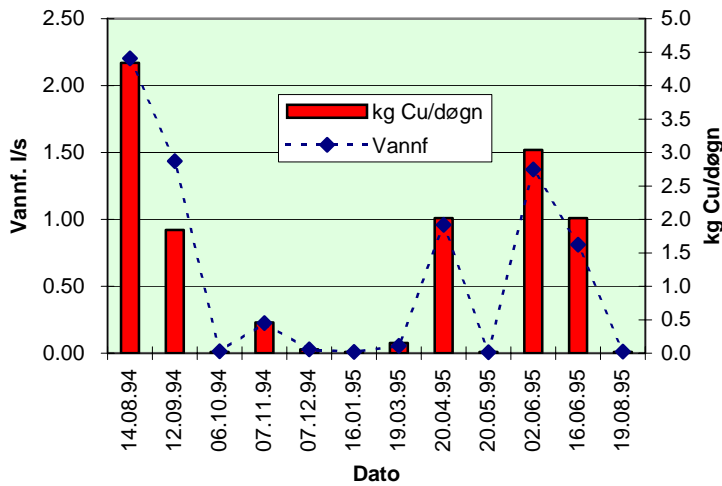
Tabell 8. Materialtransport fra Bergsgruva. St. 2 Sig mot Kloppmyr.

Dato	SO ₄ kg/døgn	Cu kg/døgn	Zn kg/døgn	Fe kg/døgn	Cd g/døgn
14.08.94	301.5	4.41	26.62	9.62	48.7
12.09.94	164.0	2.87	14.86	6.54	28.6
06.10.94	1.5	0.03	0.14	0.04	0.27
07.11.94	30.9	0.45	2.86	0.90	5.2
07.12.94	4.2	0.06	0.32	0.10	0.61
16.01.95	1.4	0.02	0.12	0.02	0.18
19.03.95	9.2	0.11	0.70	0.19	1.3
20.04.95	105.9	1.92	8.73	4.15	17.5
20.05.95	1.0	0.01	0.08	0.03	0.16
02.06.95	164.3	2.74	13.79	6.75	25.0
16.06.95	103.2	1.62	8.63	3.20	16.3
19.08.95	2.3	0.03	0.21	0.06	0.36
Året, tidsveiet	20.0 tonn	0.32 tonn	1.72 tonn	0.70 tonn	3.25 kg

Tabell 9. Samlet materialtransport fra Bergsgruva, Eiker kobberverk.

Stasjon	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
St.1	0.26	1.21	1.67	1.9	28.9
St.2	0.32	1.72	0.70	3.3	20.0
Totalt	0.58	2.93	2.37	5.2	48.9

**Figur 8.** Kobbertransport og vannføringsobservasjoner ved St.1 Bekk fra Bergsgruva.



Figur 9. Kobbertransport og vannføringsobservasjoner ved St.2 Sig fra Bergsgruva mot Kloppmyr.

Av figurene ser en at transporten varierer betydelig i løpet av observasjonsperioden. Dette betyr at beregnet årstransport er usikker når observasjonsmaterialet begrenser seg til en prøvetaking pr. måned. Usikkerheten er sannsynligvis størst når det gjelder stasjon 2. Erfaringene fra tilsvarende undersøkelser ved andre områder er at et slikt opplegg likevel gir en brukbar informasjon om hvilken størrelsesorden det dreier seg om og om den relative betydning av enkeltkilder.

Ved hjelp av tidsveiet middelverdi, nedbørfeltets areal og avrenningskoeffisient kan en beregne transporten ved stasjon 3 i Gorudbekken. I tabell 10 er det gjort en beregning av transporten til de viktigste komponenter. Som sammenligning er det i tabellen også gjengitt transporten ved stasjon 1.

Tabell 10. Transport ved St.3 Gorudbekken ved veibom.

Stasjon	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Sulfat tonn/år
St.3	0,32	1,5	1,8	46
St.1	0,26	1,21	1,67	28,9

Tatt i betraktning den usikkerhet en slik beregning innebærer, synes det ikke å være vesentlige forurensningstilførsler til Gorudbekken nedstrøms stasjon 1.

7. Konklusjoner

Undersøkelsene som er utført av forurensningstransporten fra Eiker kobberverk viser at :

1. Samlet materialtransport fra gruveområdet var i løpet av en måleperiode på ett års varighet fra august 1994 til august 1995 ca. 0,6 tonn kobber og 3 tonn sink. Transporten av andre tungmetaller som er av forurensningsmessig betydning, er beskjedne. Undersøkelsene har vært relativt enkle og en må regne med at transporten kan variere en del avhengig av nedbør og klima.
2. De viktigste forurensningskilder er forskjellige typer avfallsberg som er deponert utenfor gruveåpningene. Gruvene er vannfylte, men noen avrenning fra gruvene kunne ikke påvises.
3. Der bare Bergsgruva som er av betydning i forurensningssammenheng. Avrenningen fra Bergsgruva sprer seg i to retninger som begge til slutt ender i Drammenselva.

8. Referanser

- Arnesen, R. T., 1996, Storwartz-prosjektet. Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet. Del I: Vannkjemiske undersøkelser. NIVA-Rapport O-94196, L.nr. 3476-96. 36 pp.
- NVE, 1987. Avrenningskart over Norge. Norges Vassdrags- og Energiverk, Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling.
- Iversen, E.R., 1994, Vannforurensning fra nedlagte gruver. Del IV. NIVA-Rapport O-92152, L.nr. 3045. 36 pp.
- Johannessen, M. og Iversen, E.R., 1984, Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA- Rapport O-82068, L.nr. 1621. 68 pp.
- Olerud, S. og Nordrum, F.S. Undersøkelse av statens bergrettigheter 1981. Oppdrag nr. 1650/54A. Befaring og vurdering av Bergsgruva (Eiker kobberverk) og Åsgruva, Øvre Eiker, Buskerud. Trondheim 20.11.80. 11 pp.

Vedlegg A.

Analyseresultater

Tabell 11. Analyseresultater. St.1 Bekk fra Bergsgruva.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Cd mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
18.10.83	3.04	135.0	740				39.5	6.43	27.70				0.040		
07.11.93	3.00	144.0	829	75.4	62.8	42.5	49.8	2.72	33.60	<0.05	<0.1	3.09	<0.05	21.40	0.20
19.07.94	2.72	212.0	976	92.4	64.2	35.1	40.9	1.19	29.50	<0.02	0.02	3.76	<0.01	27.40	0.19
14.08.94	2.94	171.0	1027	67.0	65.2	45.6	70.2	14.10	50.40	0.05	0.13	3.18	0.090	22.20	2.96
12.09.94	2.99	122.0	569	44.8	34.7	22.6	37.2	5.48	28.60	0.04	0.06	1.81	0.050	17.60	3.90
06.10.94	3.01	126.0	635	59.6	45.7	29.1	35.9	1.91	23.10	<0.02	0.02	2.42	0.030	19.00	0.47
07.11.94	3.10	105.0	503	46.3	36.1	23.5	25.8	2.36	19.50	<0.02	0.04	1.69	0.015	15.20	1.25
07.12.94	3.10	122.0	527	52.9	34.8	22.3	31.3	1.35	17.40	<0.01	0.03	1.79	0.010	15.00	0.80
16.01.95	3.07	114.0	596	58.0	38.8	24.1	34.9	0.84	19.30	<0.01	<0.01	1.89	0.004	16.20	0.61
13.02.95	3.14	95.5	434	45.0	32.0	19.9	28.8	0.90	13.80	<0.01	<0.01	1.62	0.006	12.70	0.80
19.03.95	3.15	91.4	392	45.4	26.9	16.1	21.0	0.71	11.10	<0.01	0.02	1.41	0.005	12.70	0.80
20.04.95	3.13	90.3	404	41.0	20.4	17.2	25.4	4.57	19.30	0.03	0.05	1.22	0.029	6.48	2.55
20.05.95	3.02	105.0	452	45.9	26.4	18.0	14.9	1.42	14.00	<0.01	<0.01	1.53	0.005	16.50	0.52
02.06.95	3.05	94.0	419	45.5	20.7	15.4	24.7	4.31	19.00	0.01	0.12	2.48	0.029	25.40	7.24
16.06.95	2.99	93.1	335	36.6	18.0	13.4	6.5	3.41	6.27	0.04	0.05	1.00	0.029	12.10	3.90
13.07.95	2.89	126.0	494	44.9	31.5	18.9	14.2	1.12	15.30	0.08	0.03	1.89	0.008	19.00	0.38
19.08.95	2.76	147.0	578	57.0	32.0	19.8	15.6	1.34	15.00	0.03	0.03	2.09	0.009	18.60	0.29
Gj.snitt	3.00	121.0	556	52.2	35.2	22.7	28.5	3.00	20.10	0.04	0.05	1.99	0.023	17.07	1.78
Maks.verdi	3.15	212.0	1027	92.4	65.2	45.6	70.2	14.10	50.40	0.08	0.13	3.76	0.090	27.40	7.24
Min.verdi	2.72	90.3	335	36.6	18.0	13.4	6.5	0.71	6.27	0.01	0.02	1.00	0.004	6.48	0.19

Tabell 12. Analyseresultater. St.2 Sig fra Bergsgruva mot Kloppmyr.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Cd mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
07.11.93	2.97	295	2533	123.0	209.0	166.0	62.2	38.4	242.0	0.17	0.42	12.90	0.43	37.50	0.10
14.08.94	2.76	248	1608	74.2	102.0	80.2	51.3	23.5	142.0	0.10	0.27	7.53	0.26	31.70	2.17
12.09.94	2.72	307	2063	96.4	140.0	108.0	82.3	36.1	187.0	0.26	0.31	9.28	0.36	36.30	0.92
06.10.94	2.86	254	1755	88.4	127.0	115.0	44.3	32.1	159.0	<0.05	0.34	8.38	0.31	37.50	0.00
07.11.94	2.85	256	1557	78.7	113.0	102.0	45.1	22.7	144.0	<0.02	0.28	7.72	0.26	33.00	0.23
07.12.94	2.89	263	1749	99.0	116.0	111.0	41.2	23.8	133.0	0.10	0.26	7.39	0.25	33.60	0.03
16.01.95	2.96	227	1569	86.0	102.0	104.0	25.9	19.8	140.0	0.12	0.24	7.02	0.21	33.60	0.00
19.03.95	2.95	221	1395	76.0	95.0	89.0	28.8	17.0	106.0	<0.01	0.21	6.71	0.20	16.30	0.08
20.04.95	2.89	205	1213	14.5	14.1	12.9	9.5	4.4	20.7	<0.01	0.03	1.08	0.04	2.72	1.01
20.05.95	2.88	201	1153	66.4	68.0	61.4	29.8	17.2	93.0	<0.01	0.16	4.99	0.18	29.30	0.00
02.06.95	2.76	224	1251	89.2	76.5	60.7	51.4	20.9	105.0	0.09	0.23	5.54	0.19	26.30	1.52
16.06.95	2.75	215	1183	83.3	69.7	54.1	36.7	18.6	98.9	0.12	0.18	5.14	0.19	29.50	1.01
19.08.95	2.65	374	2698	125.0	175.0	144.0	65.0	29.2	244.0	0.27	0.38	12.40	0.42	51.00	0.00
Gj.snitt	2.83	250	1600	81.4	99.9	86.9	42.6	22.1	131.1	0.08	0.24	6.93	0.24	30.07	0.58
Maks.verdi	2.96	374	2698	125.0	175.0	144.0	82.3	38.4	244.0	0.27	0.38	12.40	0.42	51.00	2.17
Min.verdi	2.65	201	1153	14.5	14.1	12.9	9.5	4.4	20.7	<0.01	0.03	1.08	0.04	2.72	0.00

Tabell 13. Analyseresultater. St.3 Gorudbekken ved veibom.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Cd mg/l	Si mg/l
18.10.83	4.75	9.89	32.0				0.56	0.21	1.12				0.0016	
07.11.93	4.99	13.20	53.0	13.40	4.70	2.17	0.51	0.25	1.99	<0.05	<0.1	0.21	<0.05	4.57
14.08.94	4.51	16.40	70.4	13.90	4.79	2.84	0.94	0.45	2.27	0.02	<0.02	0.32	<0.001	4.06
12.09.94	4.48	12.10	44.3	8.85	3.08	2.36	1.23	1.02	2.00	0.04	<0.02	0.16	<0.001	3.98
06.10.94	6.05	12.50	47.0	12.70	3.97	1.37	0.47	0.19	1.58	<0.02	<0.02	0.21	<0.001	4.54
07.11.94	5.20	10.20	35.9	9.26	2.97	1.50	0.46	0.22	1.24	<0.02	<0.02	0.13	0.0013	3.95
07.12.94	5.73	11.30	42.5	11.10	3.13	1.66	0.48	0.17	1.26	<0.01	<0.02	0.15	0.0013	4.29
16.01.95	6.31	12.20	43.4	12.50	3.66	2.29	1.30	0.16	1.23	<0.01	<0.01	0.20	0.0013	4.91
13.02.95	6.18	10.40	35.0	10.40	2.80	1.29	0.51	0.12	0.91	<0.01	<0.01	0.13	0.0010	3.53
19.03.95	6.07	9.34	29.3	9.36	2.24	1.05	0.45	0.11	0.70	<0.01	<0.01	0.10	0.0008	2.09
20.04.95	5.37	6.85	19.0	6.04	1.47	0.89	0.61	0.14	0.75	<0.01	<0.01	0.07	<0.001	1.55
20.05.95	6.70	14.00	31.1	10.00	2.04	0.50	0.25	0.09	0.78	<0.01	<0.01	0.10	0.0020	3.78
02.06.95	4.62	8.76	67.7	25.70	5.38	3.40	1.60	0.70	3.10	<0.01	<0.01	0.22	0.0630	3.63
16.06.95	4.84	7.52	25.8	6.79	1.75	0.80	0.30	0.09	0.91	<0.01	<0.01	0.07	<0.001	3.07
13.07.95	6.95	8.41	15.8	8.70	1.82	0.21	0.43	0.06	0.38	<0.01	<0.01	0.14	<0.001	4.17
19.08.95	6.81	7.92	14.8	8.08	1.76	0.13	0.55	0.07	0.27	<0.01	<0.01	0.13	<0.001	4.14
Gj.snitt	5.70	10.56	37.3	10.96	2.92	1.45	0.68	0.26	1.24	<0.01	<0.01	0.15		3.69
Maks.verdi	6.95	16.40	70.4	25.70	5.38	3.40	1.60	1.02	3.10	0.04	<0.01	0.32	0.0630	4.91
Min.verdi	4.48	6.85	14.8	6.04	1.47	0.13	0.25	0.06	0.27	0.02	<0.01	0.07	0.0008	1.55

Vedlegg B.

Meteorologiske observasjoner

DAGUTR 18.1.96

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

KLIMAAVDELINGEN

26890 DRAMMEN - MARIENLYST

3 M.O.H

FYLKE: BUSKERUD

KOMMUNE: DRAMMEN

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1994

DAG	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	DAG
1	.	.	.	30.5	1.1	.	.	x	.	5.3	21.4	.	1
2	.	11.4*	.	35.5	.	.	x	x	.	.	0.6	.	2
3	.	3.6*	5.2*	4.1	.	.	x	x	.	.	.	.	3
4	.	.	6.6*	1.1	.	.	x	x	4.2	1.6	.	6.4*	4
5	13.1*	.	2.1	22.1	.	0.6	x	x	9.6	.	.	2.3*	5
6	11.1*	3.1*	9.9	.	.	.	x	x	1.2	.	.	8.1*	6
7	2.9*	1.1*	.	0.9	.	.	x	x	1.9	0.7	0.8	10.0	7
8	3.9	2.3*	.	.	1.7	.	x	x	2.8	.	0.6	3.9	8
9	.	.	.	.	.	.	x	x	12.9	.	2.1	27.0	9
10	1.7*	7.7*	.	.	.	.	x	x	46.9	.	1.5	2.2	10
11	1.0*	0.5*	.	.	.	3.7	x	x	11.5	.	3.3*	.	11
12	3.2*	0.9*	.	.	.	.	x	x	.	.	0.0	.	12
13	24.5*	0.9*	2.6	.	.	.	x	x	2.2	.	.	.	13
14	.	.	11.5-	.	.	.	x	x	4.4	.	14.6*	.	14
15	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	7.1	.	15
16	.	.	.	.	.	0.3	x	x	5.2	.	.	7.2*	16
17	.	.	.	.	.	0.6	x	x	.	.	.	3.0*	17
18	.	.	.	.	.	.	x	x	0.7	.	.	7.2	18
19	13.1*	.	.	.	.	12.6	x	x	.	.	.	20.9	19
20	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	5.9*	.	20
21	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	.	.	21
22	.	.	.	3.2	.	10.0	x	x	.	0.6	.	.	22
23	0.9*	.	7.3-	.	.	.	x	x	.	11.0	.	.	23
24	.	.	11.2	.	.	.	x	x	.	20.0	.	2.3	24
25	.	1.2*	.	.	.	.	x	x	.	1.0	.	.	25
26	4.9*	.	.	.	4.6	3.2	x	x	.	4.1	.	.	26
27	3.9*	.	.	.	.	6.0	x	x	0.7	4.9	.	5.0	27
28	2.4*	.	.	0.7	.	.	x	x	0.6	0.9	.	4.2-	28
29	4.1*	.	11.5	.	.	.	x	x	.	2.4	.	6.2*	29
30	7.6*	.	.	0.2	.	31.2	x	x	.	2.4	.	.	30
31	.	.	1.1	.	.	.	x	x	.	4.9	.	4.6*	31

 98.3 32.7 69.0 98.3 7.4 68.2 0.0 0.0 104.8 59.8 57.9 120.5

AVRUNDETE VERDIER

Sum

98 33 69 98 7 68 0 0 105 60 58 121

Normal

63 47 53 43 61 60 76 86 97 100 83 61

Prosent av normal

156 70 130 228 11 113 0 0 108 60 70 198

Årssum: 717 Årsnormal: 830 Årsprosent: 86

Ingen merknad bak nedbøverdien betyr at nedbøren har falt som regn.

'*' betyr at nedbøren har falt som snø.

'-' betyr at nedbøren har falt som sludd og/eller snø og regn.

'+' betyr at nedbøren har falt som dugg eller rim.

'x' betyr at nedbørobservasjonen mangler.

Nedbøren er målt på angitte dato kl 07/08 og er falt i løpet av de foregående 24 timene.

DAGUTR 18.1.96

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

KLIMAAVDELINGEN

26890 DRAMMEN - MARIENLYST

3 M.O.H

FYLKE: BUSKERUD

KOMMUNE: DRAMMEN

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1995

DAG	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	DAG
1	11.3*	6.9*	.	2.1	.	13.1	1.7	.	.	.	.	.	1
2	.	.	.	.	.	11.0	.	.	3.9	3.0	.	.	2
3	.	.	.	.	.	.	.	.	2.9	1.4	.	.	3
4	.	.	3.1*	.	.	.	10.1	.	28.4	1.8	.	2.8	4
5	.	.	1.1*	.	.	1.1	1.1	.	13.1	10.5	.	.	5
6	.	.	17.6*	0.8	.	3.1	.	.	9.0	3.1	.	.	6
7	1.2*	.	9.9	3.9	.	.	.	.	8.3	4.8	.	.	7
8	1.8*	.	1.0	0.0	.	7.0	.	.	3.5	2.4	.	7.1	8
9	.	.	.	.	.	11.1	.	.	12.2	.	.	.	9
10	4.8	.	.	.	.	0.9	.	.	4.8	.	.	.	10
11	.	.	.	0.7	4.3	0.8	.	.	10.1	.	.	.	11
12	.	8.6*	.	1.1	.	10.2	.	.	0.6	.	.	.	12
13	.	3.4*	.	.	.	8.2	.	.	2.2	.	.	.	13
14	2.7*	5.1	1.2	.	.	9.5	.	0.5	12.0	.	.	.	14
15	.	14.1	7.4-	5.0	0.7	22.0	25.0	.	2.6	.	.	.	15
16	.	5.5	9.7*	0.9	.	.	30.0	.	11.1	.	.	.	16
17	1.5	2.1	7.0	.	.	.	1.0	.	.	.	.	.	17
18	5.1	.	22.9	2.7	.	2.5	.	.	.	1.9	.	.	18
19	28.6-	3.1*	.	.	.	24.5	5.0	.	.	.	.	.	19
20	28.0-	6.6*	3.6*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
21	25.8	.	.	1.1	1.3	.	0.1	0.6	.	.	.	.	21
22	13.8-	11.9*	.	.	.	.	5.0	.	.	.	.	.	22
23	19.8-	6.5	.	1.4	.	.	1.0	.	.	.	.	.	23
24	.	.	.	.	.	.	1.0	1.1	0.5	.	.	.	24
25	.	.	.	4.1	.	.	2.0	.	20.1	1.0	.	.	25
26	.	.	0.6*	4.2	.	.	.	7.6	0.5	4.6	.	.	26
27	.	.	1.1*	5.4	.	.	.	.	.	.	.	.	27
28	.	0.6	.	2.2	2.5	.	.	0.6	17.0	3.6	.	.	28
29	.	.	.	.	5.1	.	.	.	5.1	.	.	.	29
30	.	.	.	1.0	17.1	.	.	.	.	.	.	.	30
31	.	.	13.5	.	14.8	.	.	.	.	0.9	.	.	31

144.4	74.4	99.7	36.6	45.8	125.0	83.0	10.4	167.9	39.0	0.0	9.9		
AVRUNDETE VERDIER													
Sum													
144	74	100	37	46	125	83	10	168	39	0	10		
Normal													
63	47	53	43	61	60	76	86	97	100	83	61		
Prosent av normal													
229	157	189	86	75	208	109	12	173	39	0	16		

Årssum: 836 Årsnormal: 830 Årsprosent: 101

Ingen merknad bak nedbøverdien betyr at nedbøren har falt som regn.

'*' betyr at nedbøren har falt som snø.

'-' betyr at nedbøren har falt som sludd og/eller snø og regn.

'+' betyr at nedbøren har falt som dugg eller rim.

'x' betyr at nedbørobservasjonen mangler.

Nedbøren er målt på angitte dato kl 07/08 og er falt i løpet av de foregående 24 timene.