

O-92124

Forurensningstransport fra Hestkletten gruve



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Udemr.:
O-92124	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
2835	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 69, Korsvoll	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47 2) 18 51 00	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47 65) 76 752	Telefon (47 5) 32 56 40	Telefon (47 83) 85 280
Telefax (47 2) 18 52 00	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47 65) 76 653	Telefax (47 5) 32 88 33	Telefax (47 83) 80 509

Rapportens tittel: FORURENSNINGSTRANSPORT FRA HESTKLETTEN GRUVE	Dato:	Trykket:
	16.12.92	NIVA 1992
Forfatter(e): Iversen, Eigil Rune	Faggruppe:	
	Industri	
	Geografisk område:	
	Sør-Trøndelag	
	Antall sider:	Opplag:
	14	40

Oppdragsgiver: BERGVESENET	Oppdragsg. ref. (evt. NITNF-nr.):
--------------------------------------	-----------------------------------

Ekstrakt:

Det er utført feltundersøkelser for å beregne hvor stor andel transporten av forurensningskomponenter fra Hestkletten utgjør av den totale transport fra Storwartz-området. Det ble funnet at transporten fra Hestkletten utgjorde ca. 15% av den totale transport av kobber og sink på årsbasis. Andelen vil trolig variere en del i løpet av året avhengig av nedbør og klima

4 emneord, norske

1. Kisgruve
2. Tungmetaller
3. Drensvann
4. Materialtransport

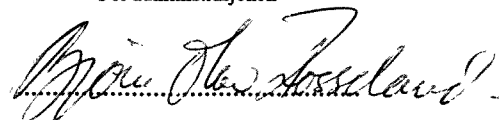
4 emneord, engelske

1. Pyrite Mining
2. Heavy metals
3. Acid mine drainage
4. Loadings

Prosjektleder



For administrasjonen



ISBN 82-577-2215-4

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO**

O - 92124

FORURENSNINGSTRANSPORT FRA HESTKLETEN GRUVE

Oslo, 16. desember 1992

**Prosjektleder : Eigil Rune Iversen
Medarbeider : Rolf Tore Arnesen**

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	3
2. INNLEDNING	4
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	5
4. RESULTATER	5
4.1 Vannmengdemålinger	5
4.2 Prøvetaking/analyse	5
4.3 Analyseresultater	6
4.4 Vurdering av analyseresultater	6
5. MATERIALTRANSPORT	7
6. LITTERATUR	8

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Norsk institutt for vannforskning har i perioden juli-oktober 1992 foretatt feltundersøkelser av avrenningen fra Hestkletten gruve for å beregne hvor stor andel forurensningstilførslene herfra utgjør av den totale transport fra Storwartz-området. Undersøkelsene ble foretatt på bakgrunn av tidligere observasjoner som antydte at gruveområdet kunne bidra med så mye som 30 % av den totale transport av kobber og sink fra Storwartz-området.

De undersøkelser som ble utført i 1992 viste at andelen fra Hestkletten er vesentlig mindre, sannsynligvis av størrelsesorden 15 % sett på årsbasis. Andelen kan imidlertid variere betydelig i løpet av året avhengig av nedbør og klima. Transporten av kobber og sink varierer trolig i området 10 -20 % av total avrenning fra Storwartz-området.

Transportmengdene kan kvantifiseres bedre ved supplerende prøvetaking ved andre årstider, særlig i perioder med stor transport (vår/sommer), og i perioder med liten transport (vinter).

Forurensningstransporten fra Hestkletten har trolig for en vesentlig del sammenheng med tilførsler fra selve gruva. Avrenningen strømmer forholdsvis samlet ut i underkant av tippet noe som tyder på at det er gruvevann som strømmer ut gjennom tippmassene sannsynligvis gjennom en gjenfylt gruveåpning.

Avfallet i tippet på Hestkletten er trolig relativt fattig på kismaterialer.

Ved prioritering av eventuelle tiltak i Storwartz-området bør disse konsentreres om mest mulig av flotasjonsavgangen som er spredt over et større område. Avgangen er tildels deponert over grunnvannspeilet og er følgelig sterkt utsatt for forvitring

2. INNLEDNING

Forurensningstransporten fra Storwartz gruveområde ble undersøkt av NIVA i 1990 og 1991 (Arnesen 1990, 1991). Det ble da funnet at viktigste enkeltkilde for metalltransporten fra området var avgangsdeponiet ved oppredningsverket. Undersøkelsene i 1990 ble i det vesentligste konsentrert om kartlegging av de betydeligste avgangsmengdene som er lokalisert nedstrøms veien til Storwartz og som er delvis deponert under vann. Det er også en del avgangsmengder ovenfor veien i området mellom Hestkletten gruve og oppredningsverket.

Den synlige overflateavrenning fra området ovenfor veien drenerer til en bekk som krysser under veien til Storwartz og munner ut i slamdammen. Stikkprøver av denne bekken tatt i 1990 og 1991 viste at tilførselene fra denne bekken bidro med en stor andel, ca. 30 %, av den totale forurensningstransport fra Storwartz gruveområde. Det var da ikke mulig å avgjøre om denne andelen av forurensningstransporten kom fra velter/gruvevann ved Hestkletten gruve eller fra avgangsmassene som drenerer til bekken.

På denne bakgrunn ble undersøkelsene i 1992 igangsatt. Undersøkelsene har hatt som målsetting å gi en bedre kvantifisering av tilførselene fra selve Hestkletten gruveområde og angi hvor stor andel tilførselene herfra utgjør av den totale avrenning fra Storwartz-området. Undersøkelsen skal være grunnlag for prioritering av forurensningsbegrensende tiltak i området.

Feltundersøkelsene ble gjennomført i henhold til programforslag av 17/7-92 og har vært foretatt i perioden juli-oktober 1992.

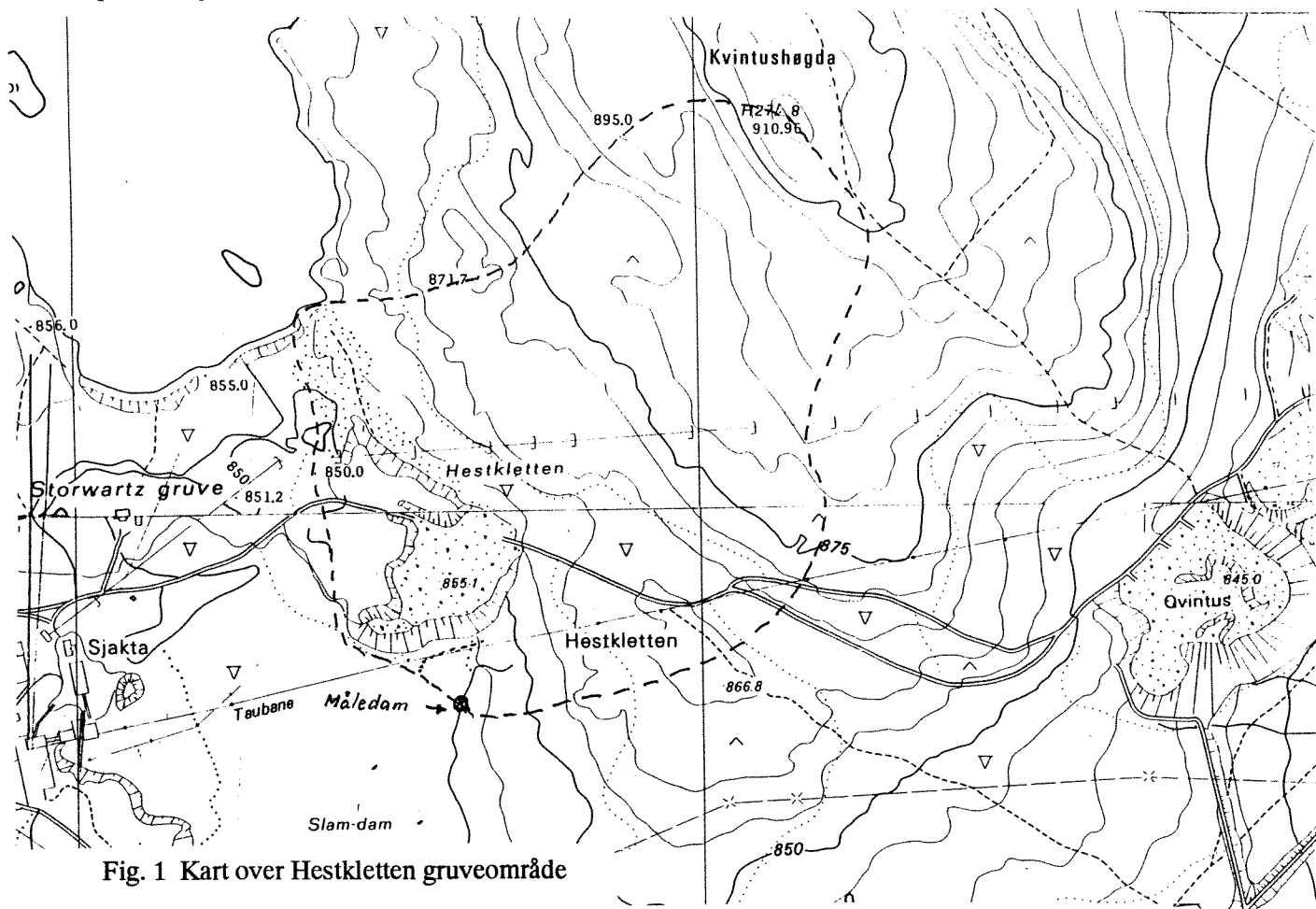


Fig. 1 Kart over Hestkletten gruveområde

3. OMRÅDEBESKRIVELSE

Figur 1 viser et kart over gruveområdet der de viktigste detaljer er markert.

Hestkletten gruve drenerer til øvre del av avgangsdeponiet ved Storzartz. Avrenningen skjer delvis gjennom grunnen, men deler av avrenningen samles i en liten bekk som renner inn i nedre slamdam. Bekken er kalt Bekk 3 i rapport av 1990 (Arnesen 1990).

Under feltarbeidet i juli måned ble det gravet en dreneringsgrøft under tippet på Hestkletten med hensikt å samle mest mulig av sig fra tippet og fra selve gruva. Grøfta ble gravet 1- 1,5 m dyp. Den drenerer ut i ei lita tjønn ved foten av tippet. Det ble forsøkt å føre grønfta rundt hele tippet mot nord, men dette måtte oppgis da fjellet gikk opp i dagen. En mindre del av nedbørfeltet drenerer derfor fortsatt direkte til øvre slamdam Et synlig sig som krysser den gamle anleggsveien til Quintus, kan observeres i perioder med stor nedbør. Det er tidligere tatt stikkprøve av dette siget. Resultatene viste at forurensningstransporten i dette siget er av mindre betydning.

Siget omfattes ikke av måledammen som er anlagt. Vi regner likevel med at det meste av avrenningen fra Hestkletten samles i den anlagte grønfta. Det ble satt ned en måleprofil (V-overløp) for beregning av vannføring i grønfta. Her er også prøvetakingene foretatt. Grøft og prøvetakingssted er markert på fig. 1. På figuren er også markert nedbørfeltet som drenerer til grønfta.

Forurensningstransporten fra Hestkletten skyldes delvis avrenning fra tippet og delvis fra selve gruva. Dette prosjektet tar ikke sikte på å vurdere disse to enkeltkilder nærmere. Da drenngrønfta ble gravet (2/7-92), ble det observert at det strømmet forholdsvis lite vann ut av grunnen langs etter tippet. Da vannspeilet ble senket i tjønna under tippet, strømmet det mye vann ut gjennom tippmassene her. Dette tyder på at det er en gjenfylt gruveåpning under tippmassene. Selve tippet synes relativt fattig på kisminerale i overflaten. Det antas derfor at det er selve gruvevannet som er viktigste forurensningskilde ved Hestkletten gruve.

Hestkletten gruve står i kontakt med Quintus gruve. Det er foreløpig usikkert om dette har noen konsekvenser for avrenningsforholdene i området.

4. RESULTATER

4.1 Vannmengdemålinger

Vannføringene ved de to målepunkter ble målt v.h.a. nedsatte overløpsprofiler (V-overløp). Ved Hestkletten ble benyttet et overløp med 90 graders profil, mens samlet avrenning fra Storzartz ble målt ved samme sted som i 1990/91 der det fra før var en 120 graders profil. Begge overløp ble kalibrert 18-19/8-92.

4.2 Prøvetaking og analyse

Undersøkelsene er basert på ukentlige stikkprøver tatt i perioden 19/8-15/10-92.

Prøvetakingen ble utført av Åse Berg, Miljølaboratoriet, Røros.

pH- og konduktivitetsmålinger er utført etter at prøvene ble mottatt ved NIVA. De øvrige analyser er utført v.h.a. ICP-teknikk, som er en multielementmetode, ved Landbrukets Analysesenter. Foruten metallinnhold gir også denne metoden totalt svovelinnhold i prøven. Da vi antar at svovelinnholdet i disse prøvene i det vesentligste foreligger som sulfat, er resultatene omregnet til SO₄-innhold i tabellene.

4.3 Analyseresultater

Alle analyseresultater er samlet i tabell 1 (Hestkletten) og tabell 2 (Storwartz samlet). Figur 2-4 viser vannføringsobservasjonene og kobber- og sinkkonsentrasjonene ved begge stasjoner i måleperioden.

Vannføringen ved Hestkletten var størst i juli/august og avtok sterkt ved utgangen av august. Variasjonene var relativt beskjedne resten av måleperioden. Det er hittil utgitt meteorologiske data for året 1992 til og med september måned. I juli falt 68 mm nedbør på Røros, d.v.s. 86 % av normalen, i august 113 mm, 182 % av normalen, og i september 30 mm, 64 % av normalen.

Til tross for stor variasjon i nedbør synes likevel analyseresultatene for Hestkletten å være forholdsvis stabile. Vannkvaliteten er sterkt sur med pH-verdier varierende i området 4,0-4,2. Sigevannet inneholder forholdsvis mye sink i forhold til kobber. Forholdet mellom sink og kobber for alle prøver er i gjennomsnitt tilnærmet det samme som for prøvene fra samlet avrenning fra Storwartz.

4.4 Vurdering av analyseresultater

Selv om sigevannet fra Hestkletten karakteriseres som sterkt surt, er det likevel ikke så surt som sigevann ofte er fra velter der innholdet av kismaterialer er betydelig. I slikt vann finner en som regel pH-verdier varierende i området 2,5-3,5. Resultatene tyder derfor på at velten på Hestkletten er relativt fattig på kismaterialer. Det er fortsatt usikkert hva som er viktigste forurensningskilde i området, gruvevannet eller veltene. Siden vannkvaliteten synes relativt stabil og viser moderate variasjoner med vannføringen, kan dette være et tegn på at det er gruvevannet som betyr mest. Dette understøttes også av resultatene for en stikkprøve tatt av utstrømmende vann fra tippen som renner inn i den lille tjønna under tippen. Vannkvaliteten var svært lik vannkvaliteten ved måledammen (Tabell 1). Dette viser at det vann som strømmer ut av tippen på dette sted, trolig er viktigste forurensningskilde ved Hestkletten og at dette mest sannsynlig er gruvevann.

I samlet avrenning fra Storwartz er jerninnholdet betydelig høyere enn i sigevannet fra Hestkletten. Dette har sammenheng med at det forurensningsmessige viktigste avfall ved Storwartz, flotasjonsavgangen, er mer utsatt for forvitring enn veltegodts eller gruverom fordi det ligger delvis deponert over grunnvannsspeilet.

Prøvetakingspunktet i Bekk 3 har endret seg fra 1990/91 til 1992. Prøver fra det nye stedet, som er lenger opp i bekken og nærmere kilden, inneholdt betydelig mindre jern enn stasjonen lenger nede. Det ble imidlertid ikke tatt stikkprøver ved det gamle prøvetakingsstedet i 1992. Resultatene for måledammen ved Hestkletten sammenholdt med de resultater som foreligger for bekk 3, tyder på at bekkesiget får betydelige tilførsler av forurensningskomponenter på strekningen fra måledammen ned til det gamle prøvetakingsstedet der bekken krysser veien. Dette tyder på at avfallet som ligger nedenfor tippen på Hestkletten (øvre slamdeponi), også er av stor forurensningsmessig betydning.

5. MATERIALTRANSPORT

I tabellene 3 og 4 er det beregnet materialtransportverdier for de observasjoner som er gjort ved begge stasjoner. I figurene 5 - 8 er materialtransporten for sulfat, jern, kobber og sink gjengitt grafisk. Stort sett er det god overensstemmelse mellom transportkuvene for de to stasjoner. De avvik som kan påvises, er mulig å forklare ut fra ulikheter i avfallstyper i nedbørfeltet og prøvetakingsopplegg generelt. Eksempelvis kan nevnes at dersom avrenningen fra Hestkletten i det vesentligste skyldes tilførsler fra selve gruva, vil tilførslene herfra trolig endre seg tregere enn responsen en får fra avfallet på overflaten f.eks. ved kraftig i nedbør.

Ved Hestkletten er det tydelig at den største materialtransporten skjedde i juli og i begynnelsen av august. Det egentlige prøvetakingsprogrammet kom først igang 19. august. Vesentlige deler av materialtransporten ble derfor ikke omfattet av prøvetakingsopplegget.

Ved målepunktet for samlet avrenning fra Storwartz er situasjonen forskjellig. Transportkurvene varierer stort sett i takt med kurvene for Hestkletten, men til forskjell fra situasjonen ved Hestkletten forekommer også høye materialtransportverdier om høsten. En sannsynlig forklaring på dette er å finne i at både avfallstyper og avrenningsmønster er forskjellige ved de to målepunkter.

Det gruveavfall som betyr mest for samlet forurensningstransport fra hele Storwartz-området, er avgangsmassene ved oppredningsverket. Forvitningsaktiviteten i det nedmalte godset, som for en stor del ligger over grunnvannsspeilet, er sannsynligvis betydelig større enn i annet avfall eller i gruverom i området. Således vil utvasking av forvitningsprodukter fra avgangsdeponiet i store deler av året ha en mye større betydning for avrenningen enn utvasking fra andre kilder. Disse forhold vil i praksis ha den betydning at effekten av tilførslene fra Hestkletten vil variere en del i løpet av året avhengig av klima og nedbørforhold. Det burde derfor ha vært gjennomført en eller flere prøvetakingsrunder ved Hestkletten ved en annen årstid, f.eks i perioden mai-juli.

I tabell 5 er beregnet samlet materialtransport for de to målestasjoner for perioden 1/8- 1/11-92. Beregningen er utført v.h.a. tidsveiede transportverdier og gir uttrykk for arealet under transportkurvene.

Tabell 5 . Materialtransport for Storwartz samlet og for Hestkletten 1/8-1/11-92

	SO4 tonn	Al tonn	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Vannf. m ³
Storwartz samlet	88,9	1,23	0,70	3,0	2,8	341557
Hestkletten	3,6	0,14	0,11	0,40	0,023	10304
Hestklett i % av Storw.	4,0	11,3	15,2	13,3	0,8	3,0
Hestkl. i % 19.august			20	18,5		

Beregningen viser at transporten fra Hestkletten utgjør 13-15 % av h.h.v. sink- og kobbertransporten

ved målestedet for total avrenning fra Storwartz i perioden august-oktober 1992.

Hvis vi imidlertid velger et tidspunkt i begynnelsen av måleperioden f.eks 19/8, ser en at betydningen av tilførslene fra Hestkletten øker til ca. 20 %. Om vinteren utgjør trolig kobber/sink-tilførslene fra Hestkletten mindre enn 10 % av total avrenning fra Storwartz. Tidligere har en ved noen stikkprøver anslått at kobber- og sinktransporten i bekk 3 utgjorde ca. 30 % av total transport fra Storwartz. Ved prøvetakingspunktet i bekk 3 omfattes også deler av avrenningen fra flotasjonsavgangen som er deponert nedenfor veltene på Hestkletten.

Etter en skjønsmessig vurdering av eksisterende data vurderes materialtransporten av kobber og sink fra Hestkletten å utgjøre størrelsesorden 15 % av den totale transport fra Storwartz-området på årsbasis.

Det kan også være nyttig å se nærmere på de vannmengder som har passert dammen på Hestkletten i måleperioden og sammenholde disse med avrenningskoeffisienten for området.

Nedbørfeltets areal er beregnet til 0,16 km². Det er imidlertid vanskelig å anslå hvor stor del av nedbørfeltet som drenerer til gruva da gruva har forbindelse med Quintus. Det er et vannskille i gruva et sted mellom de to områdene.

Avrenningskoeffisienten for området er anslått til 14 l/s km² (NVE 1987). Hvis vi benytter denne verdi for Hestklettens nedbørfelt, blir midlere avrenning for måleperioden 2,2 l/s. Hvis man beregner tidsveiet vannføringsverdi for alle observasjoner i måleperioden for tidsavsnittet 1/7 - 31/10, blir denne vannføringen 1,95 l/s. Det synes derfor som den anlagte drengrofta med måleprofil fanger opp det vesentligste av avrenningen fra Hestkletten. Måleperioden som er valgt, synes rimelig representativ for en årlig middelavrenning hva vannmengder angår. Det hadde imidlertid vært ønskelig med noen data for andre årstider, særlig i perioder med stor vannføring, for å forbedre anslaget over årlig materialtransport fra Hestkletten.

Ytterligere undersøkelser vil imidlertid neppe endre noe ved grunnlaget for prioritering av forurensningsbegrensende tiltak i Storwartz-området. De største effekter oppnås ved at tiltak konsentreres om avgangsmassene. Trolig er avrenningen fra disse masser årsak til størrelsesorden 85 % av kobber- og sinktransporten fra området. Størst effektivitet oppnås om mest mulig av avgangen omfattes av et tiltak, også de avgangsmasser som ligger mellom veien til Storwartz og tippet på Hestkletten.

Tilførslene fra Hestkletten gruve synes vanskelig å gjøre noe med da det trolig er avrenning fra selve gruva som betyr mest. En vannfylling av gruva synes vanskelig p.g.a. mange åpninger som må lokaliseres. Det er neppe stor forurensningsmessig gevinst ved et slikt arbeid.

6. LITTERATUR

Arnesen R.T. 1990. Undersøkelser i Storwartz-området. NIVA-Rapport. O-90191, L.nr. 2552. 36 s

Arnesen R.T. 1991. Supplerende undersøkelser i Storwartz-området ved Røros. NIVA-notat 27.juni 1991. O-90191.

NVE 1987. Avrenningskart over Norge Norges vassdrags og elektrisitetsvesen 1987

Tabell 1 . Analyseresultater. Avrenning fra Hestkletten gruve

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Fe mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Vannf l/s	Zn/Cu
02.07.92	3.96	66.9	347	51.0	19.9	13.40	7.97	42.8	0.09	8.25	0.47	2.56	0.10	0.15	3.90	5.4
19.08.92	3.88	64.6	353	49.7	17.3	14.10	11.10	39.9	0.10	2.19	0.24	2.02	0.08	0.15	3.50	3.6
31.08.92	3.72	72.2	368	51.3	19.5	15.50	11.60	44.1	0.10	2.00	0.27	2.27	0.08	0.16	0.76	3.8
05.09.92	3.76	66.0	347	49.3	18.6	13.60	9.83	40.9	0.09	2.06	0.21	2.18	0.09	0.15	0.41	4.2
10.09.92	3.80	58.4	374	55.0	20.4	13.60	9.91	44.5	0.10	1.68	0.37	2.39	0.10	0.16	0.19	4.5
15.09.92	3.70	74.1	407	68.9	21.3	12.80	6.09	42.5	0.10	3.88	0.42	2.78	0.08	0.17	0.43	7.0
22.09.92	3.95	57.0	347	56.5	19.0	11.70	6.31	37.4	0.10	1.62	0.30	2.27	0.08	0.15	0.46	5.9
26.09.92	4.04	49.5	305	47.4	16.8	9.63	6.87	30.4	0.10	2.98	0.16	1.76	0.08	0.12	0.92	4.4
01.10.92	4.02	50.3	292	43.4	15.3	10.00	7.42	31.4	0.10	1.13	0.19	1.72	0.07	0.12	0.46	4.2
06.10.92	4.15	54.2	341	45.0	16.2	10.50	7.85	33.7	0.11	0.84	0.19	1.80	0.08	0.12	0.31	4.3
10.10.92	4.11	44.1	279	37.5	12.7	8.78	6.81	26.6	0.09	3.78	0.16	1.55	0.08	0.10	0.96	3.9
15.10.92	4.08	52.9	344	42.0	15.4	10.80	9.22	32.8	0.11	0.32	0.08	1.60	0.08	0.12	0.68	3.6
22.10.92	4.19	57.9	431	48.1	23.8	12.40	10.60	41.2	0.12	8.53	0.12	2.08	0.07	0.19	0.33	3.9
Gj.snitt	3.95	59.1	349	49.6	18.2	12.06	8.58	37.6	0.10	3.02	0.24	2.08	0.08	0.14	1.02	4.5
Maks.verdi	4.19	74.1	431	68.9	23.8	15.50	11.60	44.5	0.12	8.53	0.47	2.78	0.10	0.19	3.90	7.0
Min.verdi	3.70	44.1	279	37.5	12.7	8.78	6.09	26.6	0.09	0.32	0.08	1.55	0.07	0.10	0.19	3.6
"Gruvevann"																
22.10.92	4.21	56.9	347	46.5	19.9	12.80	11.40	38.8	0.12	8.27	0.1	1.83	0.06	0.14		

Tabell 2 . Analyseresultater. Måledam samlet avrenning Stowartz

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Fe mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Vannf l/s	Zn/Cu
20.08.92	4.04	38.9	182	34.9	11.8	3.09	2.10	9.37	<0.025	5.68	<0.15	1.10	<0.03	<0.05	80.0	4.5
31.08.92	3.58	56.7	261	53.5	17.3	3.80	2.15	8.80	<0.025	8.50	<0.15	1.65	<0.03	<0.05	35.3	4.1
05.09.92	3.51	67.1	299	62.0	19.9	4.06	1.78	7.89	<0.025	8.99	<0.15	1.91	<0.03	<0.05	30.7	4.4
10.09.92	3.66	67.2	323	72.7	21.5	3.79	1.78	7.89	<0.025	6.82	<0.15	2.15	<0.03	<0.05	12.1	4.4
15.09.92	3.50	71.7	344	76.8	22.4	3.85	1.72	7.71	<0.025	6.95	<0.15	2.23	<0.03	<0.05	11.3	4.5
22.09.92	3.48	59.0	389	70.6	24.6	5.89	3.32	8.91	<0.025	23.80	<0.15	2.07	<0.03	<0.05	35.3	2.7
26.09.92	3.43	65.1	320	64.7	21.4	3.62	1.68	7.89	<0.025	12.00	<0.15	1.86	<0.03	<0.05	45.5	4.7
01.10.92	3.46	66.2	344	69.7	22.8	3.94	1.79	8.24	<0.025	9.61	<0.15	2.01	<0.03	<0.05	26.5	4.6
06.10.92	3.61	65.4	392	71.4	22.5	3.66	1.57	7.75	<0.025	10.00	<0.15	2.03	<0.03	<0.05	14.1	4.9
10.10.92	3.58	59.6	305	58.4	19.7	3.49	1.59	7.62	<0.025	10.40	<0.15	1.72	<0.03	<0.05	57.3	4.8
15.10.92	3.62	67.4	371	67.9	22.5	4.26	1.93	8.59	<0.025	8.84	<0.15	1.97	0.04	<0.05	30.7	4.5
Gj.snitt	3.59	62.2	321	63.9	20.6	3.95	1.95	8.24		10.14		1.88			34.4	4.4
Maks.verdi	4.04	71.7	392	76.8	24.6	5.89	3.32	9.37		23.80		2.23			80.0	4.9
Min.verdi	3.43	38.9	182	34.9	11.8	3.09	1.57	7.62		5.68		1.10			11.3	2.7

Tabell 3 . Momentane materialtransportverdier Hestkletten gruve

	SO4 kg/d	Ca kg/d	Mg kg/d	Al kg/d	Cu kg/d	Zn kg/d	Fe kg/d	Mn kg/d	Q m3/d
02.07.92	116.9	17.2	6.71	4.52	2.69	14.42	2.78	0.86	337.0
19.08.92	106.7	15.0	5.23	4.26	3.36	12.07	0.66	0.61	302.4
31.08.92	24.2	3.4	1.28	1.02	0.76	2.90	0.13	0.15	65.7
05.09.92	12.3	1.7	0.66	0.48	0.35	1.45	0.07	0.08	35.4
10.09.92	6.1	0.9	0.33	0.22	0.16	0.73	0.03	0.04	16.4
15.09.92	15.1	2.6	0.79	0.48	0.23	1.58	0.14	0.10	37.2
22.09.92	13.8	2.2	0.76	0.47	0.25	1.49	0.06	0.09	39.7
26.09.92	24.2	3.8	1.34	0.77	0.55	2.42	0.24	0.14	79.5
01.10.92	11.6	1.7	0.61	0.40	0.29	1.25	0.04	0.07	39.7
06.10.92	9.1	1.2	0.43	0.28	0.21	0.90	0.02	0.05	26.8
10.10.92	23.1	3.1	1.05	0.73	0.56	2.21	0.31	0.13	82.9
15.10.92	20.2	2.5	0.90	0.63	0.54	1.93	0.02	0.09	58.8
22.10.92	12.3	1.4	0.68	0.35	0.30	1.17	0.10	0.06	28.5

Tabell 4.Momentane materialtransportverdier samlet avrenning Storwartz

	SO4 kg/d	Ca kg/d	Mg kg/d	Al kg/d	Cu kg/d	Zn kg/d	Mn kg/d	Fe kg/d	Q m3/d
19.08.92	1258	241.2	81.6	21.4	14.52	64.77	7.60	39.26	6912
31.08.92	796	163.2	52.8	11.6	6.56	26.84	5.03	25.92	3050
05.09.92	793	164.5	52.8	10.8	4.72	20.93	5.07	23.85	2652
10.09.92	338	76.0	22.5	4.0	1.86	8.25	2.25	7.13	1045
15.09.92	336	75.0	21.9	3.8	1.68	7.53	2.18	6.79	976
22.09.92	1186	215.3	75.0	18.0	10.13	27.17	6.31	72.59	3050
26.09.92	1258	254.3	84.1	14.2	6.60	31.02	7.31	47.17	3931
01.10.92	788	159.6	52.2	9.0	4.10	18.87	4.60	22.00	2290
06.10.92	478	87.0	27.4	4.5	1.91	9.44	2.47	12.18	1218
10.10.92	1510	289.1	97.5	17.3	7.87	37.72	8.52	51.49	4951
15.10.92	984	180.1	59.7	11.3	5.12	22.78	5.23	23.45	2652

Hestkletten og Storwartz samlet
Vannføring

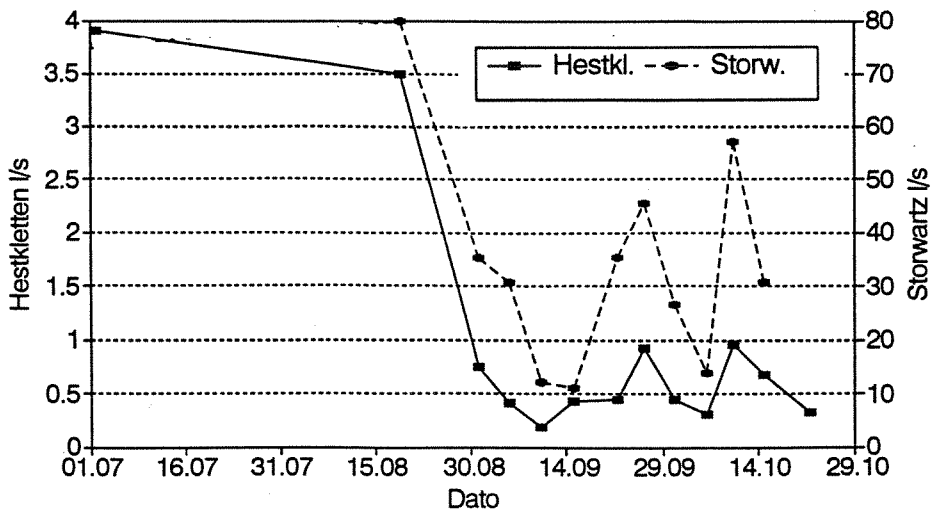


Fig.2 Vannføring ved Hestkletten og Storwartz

Måledam Hestkletten gruve
Kobber- og sinkkonsentrasjoner

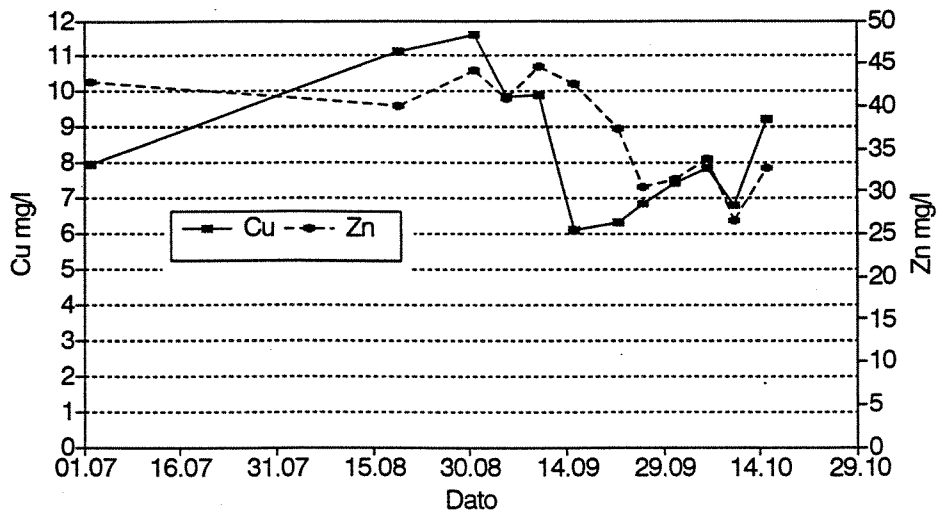


Fig.3 Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved Hestkletten

Samlet avrenning Storwartz
Kobber- og sinkkonsentrasjoner

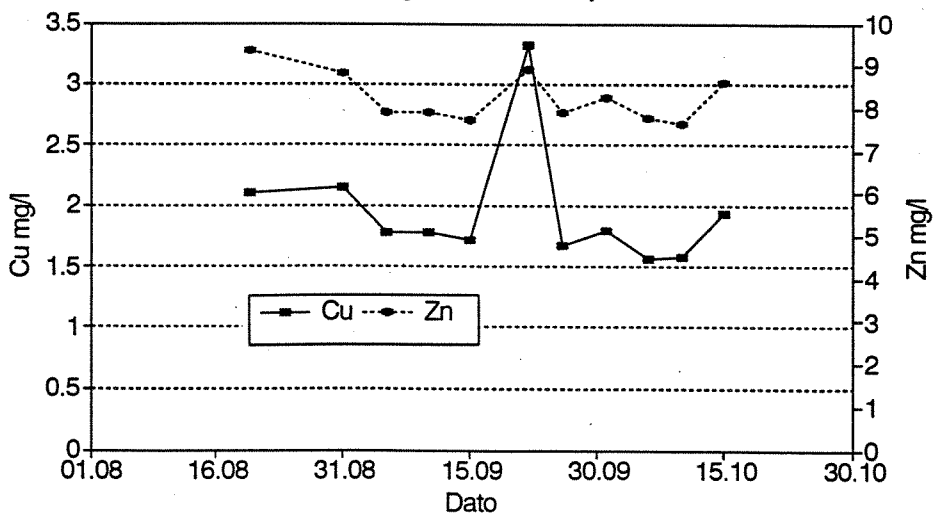


Fig.4 Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved Storwartz

Hestkletten og Storzartz samlet

Momentane materialtransportverdier SO₄

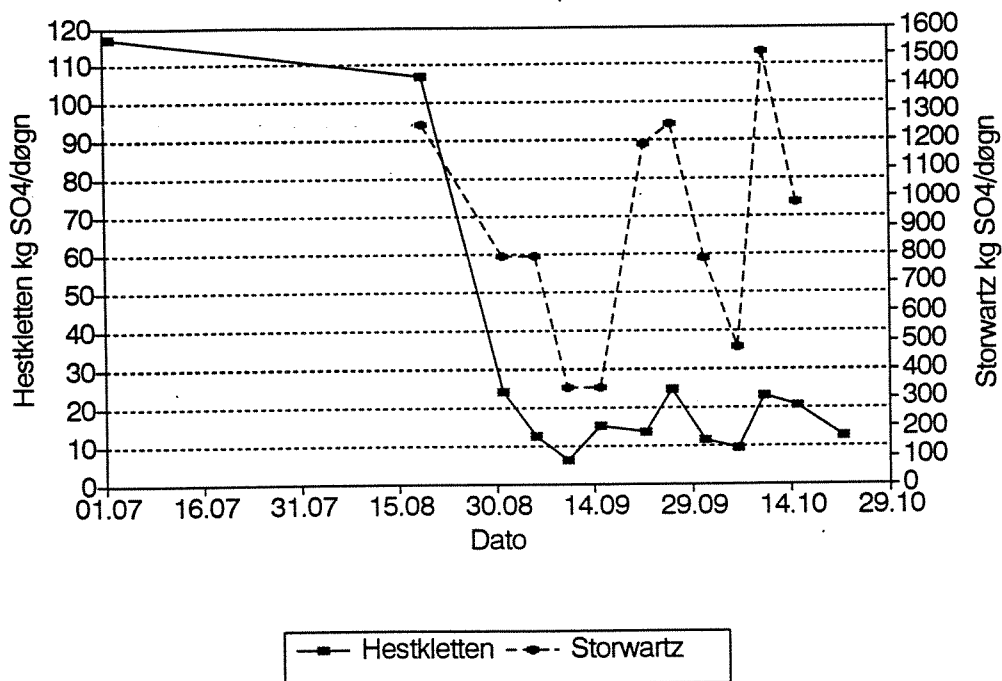


Fig.5 Hestkletten og Storzartz. Materialtransport av sulfat

Hestkletten og Storzartz samlet

Momentane materialtransportverdier Fe

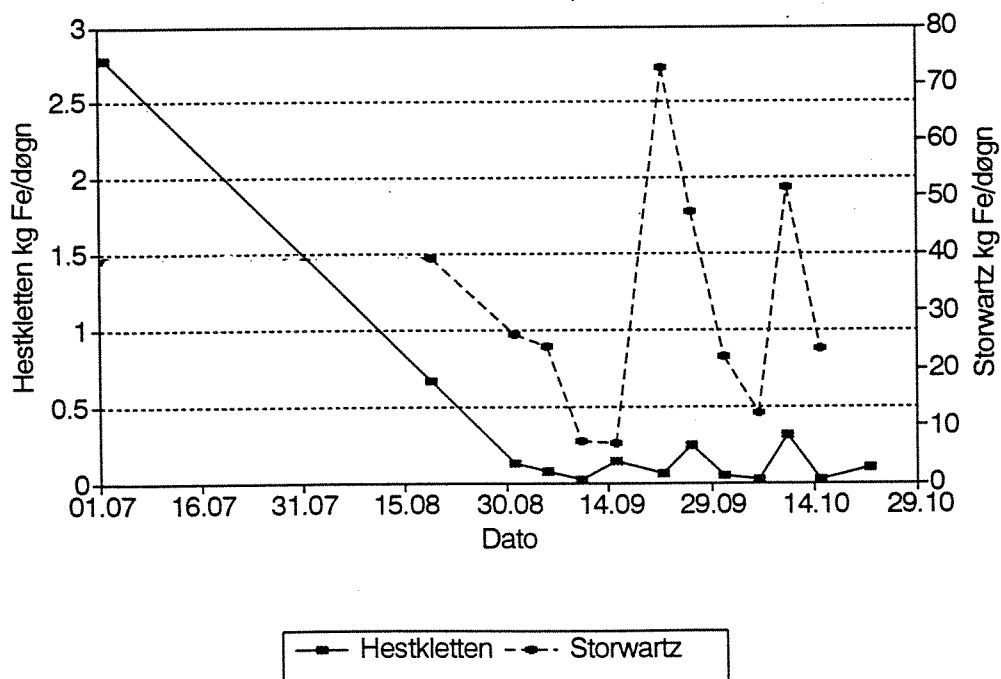


Fig.6 Hestkletten og Storzartz. Materialtransport av jern

Hestkletten og Storwartz samlet
Momentane materialtransportverdier Cu

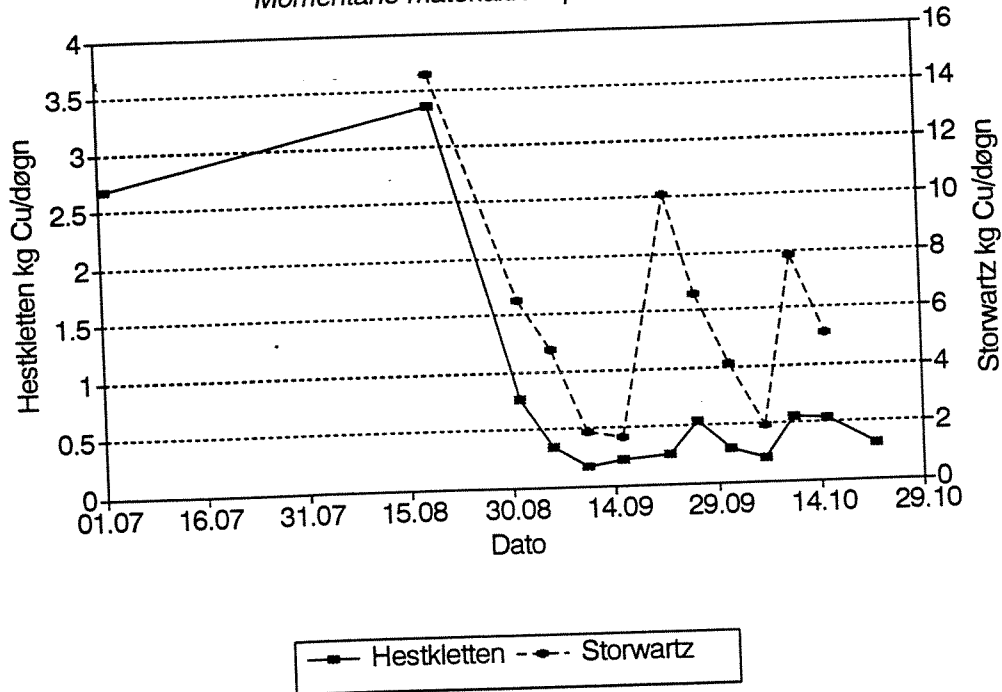


Fig.7 Hestkletten og Storwartz. Materialtransport av kobber

Hestkletten og Storwartz samlet
Momentane materialtransportverdier Zn

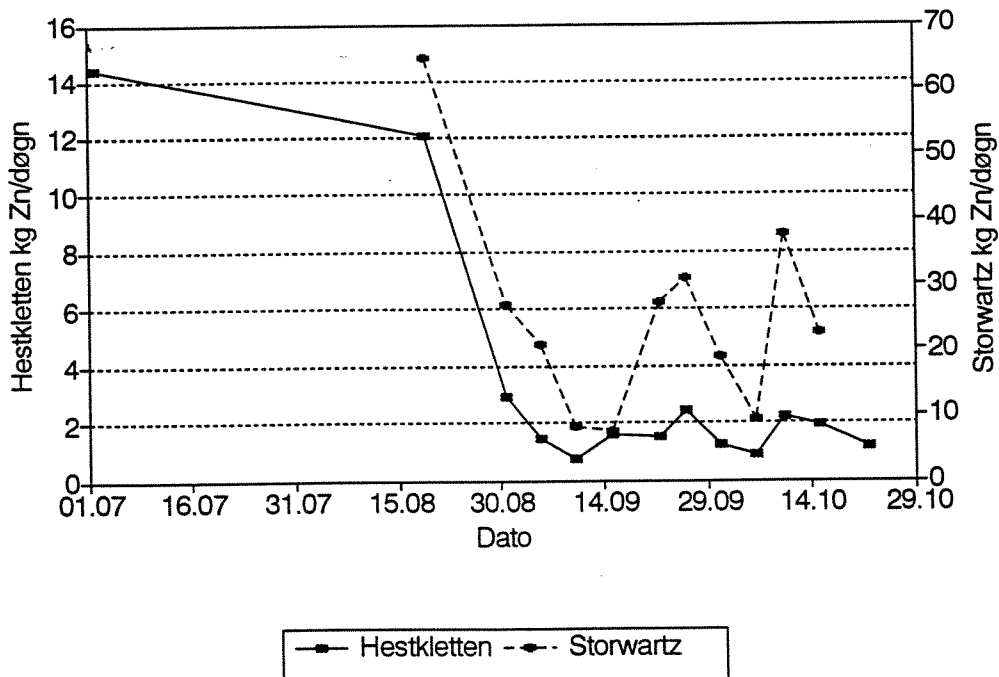


Fig.8 Hestkletten og Storwartz. Materialtransport av sink

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2215-4